

## RESUMEN

El presente trabajo responde al diseño y cálculo de una Planta de Tratamiento de líquidos cloacales para la ciudad de Ticino. En el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Estudios de antecedentes: Revisión bibliografía general y específica de las causas a tratar.
- Análisis de la Ciudad específica: Determinación de Población y Cálculo de Caudales de Diseño.
- Cálculo de Unidades de Tratamiento.
- Elaboración de Memoria de Ingeniería y Memoria de Cálculo.
- Confección de planos.
- Verificación del diseño.
- Elaboración de Pliego de Especificaciones Técnicas, Cómputo y Presupuesto.

Las tareas fueron realizadas en la consultora del Ing. Bruno Godoy Moriena que junto a su ayuda y participación fue posible realizar el proyecto con éxito.

El *objetivo personal* de esta práctica fue:

- Tener una primera experiencia laboral que permitiese obtener contacto con la vida profesional de un ingeniero.
- Vincular los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.
- Lograr manejar y resolver problemas que se presentan en el transcurso de un proyecto.
- Incorporar las virtudes profesionales.

# CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>MEMORIA DE INGENIERIA</b> .....	<b>1</b>
	<b>CAPITULO 1 – INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
1.1	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL .....	1
1.2	UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA LOCALIDAD .....	1
1.3	TERRENO DE IMPLANTACION .....	2
	<b>CAPITULO 2 - ESTUDIOS PRELIMINARES</b> .....	<b>3</b>
2.1	RECOPIACION DE ANTECEDENTES .....	3
2.2	RECONOCIMIENTOS VISUALES .....	4
2.3	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	4
	<b>CAPITULO 3 - ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS</b> .....	<b>5</b>
3.1	ESTUDIOS TOPOGRAFICOS .....	5
3.1.1	Etapa de Reconocimiento .....	5
3.1.2	Etapa de Relevamiento.....	5
3.1.3	Etapa de Procesamiento.....	5
3.2	ESTUDIOS DEMOGRAFICOS .....	6
3.2.1	Geomorfología e Hidrología .....	6
3.2.2	Suelos .....	7
3.2.3	Clima .....	7
3.2.4	Vegetación .....	8
	<b>CAPITULO 4 - MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	<b>9</b>
4.1	SISTEMA EXISTENTE .....	9
4.2	DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS .....	12
4.2.1	Extensión de Cañería de Impulsión .....	12
4.2.2	Sistema de Tratamiento de Líquidos Cloacales.....	12
4.2.3	Tratamiento por Lodos Activados .....	13
4.2.4	Etapas de Tratamiento.....	14
4.2.5	Instalaciones Complementarias .....	17
<b>II.</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b> .....	<b>19</b>
	<b>CAPITULO 5 - MEMORIA DE CÁLCULO</b> .....	<b>19</b>
5.1	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	19
5.1.1	Horizonte de Diseño.....	19
5.1.2	Población .....	19
5.1.3	Dotaciones .....	26
5.1.4	Caudales de Diseño.....	26
5.2	VERIFICACION HIDRAULICA DE ESTACION DE BOMBEO N°3 .....	29
5.2.1	Generalidades.....	29

5.2.2	Caudal de Bombeo de diseño.....	29
5.2.3	Cálculo de la Altura Manométrica .....	30
<b>5.3</b>	<b>DIMENSIONADO DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO CLOACAL .....</b>	<b>33</b>
5.3.1	Tamices.....	33
5.3.2	Cámara de Aireación .....	33
5.3.3	Sedimentador Secundario.....	37
5.3.4	Estación de recirculación y extracción de barro.....	40
5.3.5	Playas de secado de barro .....	44
5.3.6	Aforador de caudales tipo Parshall .....	45
5.3.7	Cámara de Cloración .....	46
<b>III.</b>	<b>PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES... 50</b>	
<b>Art. 1</b>	<b>REPLANTEO DE OBRA..... 50</b>	
<b>Art. 1.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>Art. 1.2</b>	<b>MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....</b>	<b>50</b>
<b>Art. 2</b>	<b>DESMALEZAMIENTO Y LIMPIEZA DE TERRENO .....</b>	<b>50</b>
<b>Art. 2.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>50</b>
<b>Art. 2.2</b>	<b>EQUIPOS.....</b>	<b>51</b>
<b>Art. 2.3</b>	<b>MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....</b>	<b>51</b>
<b>Art. 3</b>	<b>EXCAVACIONES EN TODO TIPO DE TERRENO .....</b>	<b>51</b>
<b>Art. 3.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>Art. 3.2</b>	<b>MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....</b>	<b>52</b>
<b>Art. 4</b>	<b>PLANTA DE TRATEMIENTO DE LIQUIDOS CLOACALES .....</b>	<b>52</b>
<b>Art. 4.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ...</b>	<b>52</b>
<b>Art. 4.2</b>	<b>ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO H-25.....</b>	<b>55</b>
	Descripción .....	55
	Medición y Forma de Pago.....	55
<b>Art. 4.3</b>	<b>TAMICES .....</b>	<b>56</b>
	Descripción .....	56
	Medición y Forma de Pago.....	57
<b>Art. 4.4</b>	<b>CÁMARA PARTIDORA .....</b>	<b>57</b>
	Vertedero y embudos de la Cámara Partidora .....	57
	Medición y Forma de Pago.....	58
<b>Art. 4.5</b>	<b>CÁMARA DE AIREACIÓN .....</b>	<b>58</b>
	Descripción .....	58
	Equipos Aireadores.....	59
	Medición y Forma de Pago.....	63
<b>Art. 4.6</b>	<b>SEDIMENTADOR SECUNDARIO.....</b>	<b>63</b>
	Descripción .....	63

Medición y Forma de Pago.....	65
<b>Art. 4.7 MEDIDORES DE CAUDAL .....</b>	<b>66</b>
Descripción .....	66
Medición y Forma de Pago.....	67
<b>Art. 4.8 CAMARA DE CLORACIÓN.....</b>	<b>67</b>
Descripción .....	67
Equipos Dosadores .....	68
Medición y Forma de Pago.....	69
<b>Art. 4.9 EQUIPOS DE RECIRCULACIÓN Y EXTRACCIÓN DE BARROS EN EXCESO 69</b>	
Descripción .....	69
Medición y Forma de Pago.....	69
<b>Art. 4.10 PLAYAS DE SECADO .....</b>	<b>69</b>
Manto Filtrante.....	69
Medición y Forma de Pago.....	70
<b>Art. 4.11 BATEA Y PLAYA DE DESCARGA DE CAMIONES ATMOSFERICOS.....</b>	<b>70</b>
Descripción .....	70
Batea de Descarga .....	70
Rejas de Limpieza Manual .....	71
<b>Art. 4.12 CAÑERIAS DE INTERCONEXIÓN.....</b>	<b>71</b>
Descripción .....	71
Medición y Forma de Pago.....	73
<b>IV. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....</b>	<b>74</b>
<b>V. PLANOS .....</b>	<b>85</b>
<b>Índice de Planos .....</b>	<b>85</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>86</b>

## I. MEMORIA DE INGENIERIA

### CAPITULO 1 – INTRODUCCION

#### 1.1 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Debido a una mala gestión de los líquidos residuales urbanos se registran graves problemas de salubridad en las aglomeraciones humanas. A medida que avanza la densidad poblacional conjuntamente con el ascenso del nivel de la napa freática, produce que los pozos ciegos se colmaten, afectando no solo los pavimentos y veredas sino también a los cimientos de las construcciones, produciendo contaminación del subsuelo.

En el sistema anterior de la ciudad de Ticino, el efluente cloacal era descargado a sistemas individuales de cámaras sépticas y pozos negros, lo cual llevaba consigo el riesgo de contaminación de la napa freática. Luego en Febrero del 2012 se llevó al cabo un proyecto para brindarle, a la población de Ticino, un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas. En este proyecto se ejecutó una red colectora y una planta de tratamiento compuesta por una serie de lagunas facultativas. Estas actualmente se encuentran en desuso debido a que, por la falta de mantenimiento y cuidado, se hallan completamente dañadas.

La Municipalidad de Ticino se plantea la necesidad de la modificación de los actuales métodos de evacuación como parte de una Planificación Integral y dispone como solución el presente proyecto, en el cual se trabaja sobre la implementación de un nuevo tratamiento de líquidos cloacales.

Por tal motivo, la Dirección General de Operaciones de la Secretaria de Servicios Públicos, dependiente del ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos del Gobierno de la Provincia de Córdoba, elabora este Proyecto del Sistema de Desagües Cloacales de Ticino, que permitirá lograr el Saneamiento de la Localidad.

#### 1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA LOCALIDAD

La ciudad de Ticino está ubicada al sureste de la provincia de Córdoba, sobre Ruta Provincial Nº 6, en el departamento General San Martín. Lo separan 190 km de la ciudad de Córdoba, 111 km de la ciudad de Río Cuarto y 570 km de Buenos Aires. Sus coordenadas geográficas son 32°41'25" Latitud Sur y 63°23'14" Longitud Oeste.

En la Figura 1, podrá observarse la ubicación geográfica de la Ciudad de Ticino.



Figura 1. Localización de la Ciudad de Ticino en Provincia de Córdoba.

### 1.3 TERRENO DE IMPLANTACION

La planta depuradora se ubicará en un predio de aproximadamente 1,2 Has de superficie, ubicado al Este de la localidad y cruzando la Ruta Provincial N° 6. El predio se encuentra en una zona rural perteneciente a la Municipalidad de Ticino, el cual es en donde actualmente se encuentra la serie de lagunas de tratamiento en desuso. Dicho predio puede observarse en la Figura 2.



Figura 2. Predio en donde se realizará la implantación de la Planta Depuradora.

## CAPITULO 2 - ESTUDIOS PRELIMINARES

### 2.1 RECOPIACION DE ANTECEDENTES

Con el objeto de caracterizar en forma preliminar diferentes aspectos del área en estudio, se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de antecedentes. Los datos relevados en esta etapa de Estudios Preliminares, se desarrollan y describen detalladamente en la etapa en este Capítulo y en el siguiente.

Los organismos consultados fueron:

- ✓ La Secretaria de Obras Públicas del Municipio de la localidad de Ticino;
- ✓ La Secretaría de Servicios Públicos dependiente del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba;
- ✓ La Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación dependiente del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba;
- ✓ La Dirección General de Catastro dependiente del Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba;
- ✓ La Dirección General de Estadística y Censos (DGEyC) de la provincia de Córdoba.
- ✓ El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).
- ✓ Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
- ✓ La Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (DGEyC) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), proporcionaron los datos Socio Económicos y Demográficos de la localidad.

La Secretaria de Servicios Públicos brindo información respecto al tipo de tratamiento a utilizar y recomendaciones en cuanto al proyecto en general.

La Secretaría de Recursos Hídricos y Coordinación proporcionó documentación referente a estudios Geomorfológicos e Hidrogeológicos de la localidad.

El Servicio Meteorológico Nacional proporcionó información referente a aspectos climáticos de la zona.

La Secretaria de Obras públicas de la Municipalidad de Ticino y la Dirección General de Catastro de la Provincia de la Córdoba, proporcionaron información referente a la Infraestructura de la localidad y el desarrollo urbano identificando calles pavimentadas, calles con cordón cuneta, edificaciones, amanzanamiento,

planes directores de desarrollo urbano; código de edificación; asentamientos de viviendas sociales.

Por último, el Servicio Meteorológico Nacional proporciono información climatológica, respecto a temperaturas, vientos, lluvias, etc.

## **2.2 RECONOCIMIENTOS VISUALES**

Una vez efectuada la recopilación de antecedentes en las diferentes reparticiones y/o instituciones, se procedió a recorrer el terreno donde se encuentra la serie de lagunas de tratamiento existentes y su zona de influencia con el objeto de caracterizar cuestiones inherentes al proyecto.

Con la colaboración de la Secretaria de Obras Públicas, se recabó la información relativa a la Localidad, disponible en el Municipio de la Localidad de Ticino. La información provista, consistió en datos como: población actual de la localidad, cantidad de viviendas, dotaciones estimadas de consumo de agua potable, infraestructura existente y amanzanamiento de la localidad. Además, se averiguó sobre planes de viviendas que estuvieran a punto de concretarse, emprendimientos de envergadura, comercios, industrias e instituciones públicas.

Se realizaron diferentes recorridos por las calles de la localidad, con el objeto de conocer el tipo de infraestructura urbana existente, tipo de calles y veredas. Se identificaron las posibles zonas de expansión urbana. Se tomaron fotografías de todos los puntos críticos y de interés de toda la localidad.

## **2.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION**

Se obtuvo información obtenida de datos Demográficos brindado por el INDEC y la DGEyC de la provincia de Córdoba. La información brindada contiene aspectos poblacionales y aspectos socioeconómicos.

Además, se obtuvo información relevante en diferentes documentos obtenidos principalmente de Internet. Estos documentos sirvieron de base para estimar las proyecciones futuras en esta localidad.

Básicamente los datos obtenidos fueron: planos de la localidad con la identificación de lotes, amanzanamiento, edificaciones y calles; además se aportaron datos de la infraestructura existente, como la traza de la Red de Distribución de Agua Potable existente, planos, ubicación de perforaciones, cisternas, cañerías, válvulas, etc.



## **CAPITULO 3 - ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS**

### **3.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

Con el fin de realizar el estudio topográfico de la localidad de Ticino, se llevaron a cabo etapas de Reconocimiento, Relevamiento y Procesamiento de Datos.

#### **3.1.1 Etapa de Reconocimiento**

En primera instancia, se analizaron distintas fuentes de información como imágenes satelitales proporcionadas por la empresa Google, mapas de rutas, planos catastrales y planos de amanzanamiento con edificaciones.

Luego de tomar conocimiento de la problemática a estudiar se realizó la inspección ocular, a fin de conocer su ubicación geográfica, espacios públicos, y demás circunstancias que, directa o indirectamente, pudieran influir al normal desarrollo de las tareas de Relevamiento.

#### **3.1.2 Etapa de Relevamiento**

Para la ejecución de esta etapa, se utilizó un GPS de Doble Frecuencia RTK cuyas mediciones pueden tener error máximo (tolerancia) estimado en  $\pm 0.05\text{m}$  en sentido horizontal y  $\pm 0.01\text{m}$  en sentido vertical.

Con el GPS, se relevaron los puntos del terreno que permitieran representar el modelo de alturas de cada sector, llevando a cabo la medición de los desniveles de las calles, tanto en intersecciones como en puntos intermedios de cambio de pendiente.

#### **3.1.3 Etapa de Procesamiento**

Primero, se procedió a la extracción y procesamiento de los datos brutos de campo. Para ello se utilizó el software provisto por los fabricantes de los equipos utilizados.

Paso siguiente se efectuó la corrección, ajuste y control de los datos obtenidos con la finalidad de asegurar la calidad de los mismos, tanto en posición planialtimétrica, como en la descripción del detalle topográfico.

Las correcciones pueden tener su origen en un ingreso incorrecto de altura instrumental, de señal, coordenadas de estación, o código del punto, los que previamente han sido registrados en formato papel o digital a los fines de realizar la modificación en esta etapa de procesamiento.

Luego se traza la planimetría uniendo los puntos de todos los elementos que permiten visualizar el contexto en el cual se va a diagramar el proyecto en cuestión como puede observarse en la Figura 3. A su vez, la altimetría queda reflejada en su conjunto, a través de la edición del correspondiente modelo digital de elevaciones (MDE) del que se obtienen las curvas de nivel del terreno.



Figura 3. Relevamiento Topográfico del predio en donde se realizará el proyecto.

## 3.2 ESTUDIOS DEMOGRAFICOS

### 3.2.1 Geomorfología e Hidrología

La ciudad de Ticino, se encuentra ubicada en la región Pampa Loéssica Plana, la cual se extiende al Sur de Mar Chiquita desde los 31° a los 33° 30' de Latitud Sur y los 62° a 63° 50' de Longitud Oeste. Abarca una superficie aproximada de 30.149 km<sup>2</sup>.

Se destaca una zona de relieve muy plano con pendientes generales del orden del 0,1 %. Se caracteriza por una red de drenaje de tipo araña conformada por líneas de escurrimiento rectilíneas dispuestas radialmente alrededor de pequeñas depresiones centrales, que suelen interconectarse siguiendo la pendiente regional o lineamientos estructurales. En los sectores más deprimidos las depresiones están ocupadas por lagunas permanentes.

En las líneas de drenaje suele acumularse agua dulce de precipitaciones que pueden recargar localmente y mejorar la calidad de agua del acuífero libre que, en general en estas zonas, tiene contenidos salinos moderados (desde 1 a 5 g/l). Estas acumulaciones, son poco profundas y están caracterizadas por una gran variabilidad en concentración, reflejadas en la composición de la vegetación, desde juncales y totorales en las primeras, hasta pastizales altos de espartillo o praderas saladas de pelo de chanco, en las zonas periféricas. Las lagunas son el hábitat fundamental para el mantenimiento de una rica avifauna y constituyen un recurso hídrico estratégico para la producción animal del área.

La contaminación salina se debe a la interconexión entre lagunas de diferente salinidad, por canales de drenaje y al deterioro físico de los suelos, lo que incrementa los aportes de escurrimientos locales salinos. Varias de estas lagunas están en proceso de colmatación, con áreas de bañados en sus bordes y/o evidencias de eutrofización.

### **3.2.2 Suelos**

Esta región receptora final de varios sistemas hídricos y, desde el punto de vista de la pedogénesis, presenta situaciones cíclicas o permanentes de salinización, alcalinización, anegamiento (oxidación-reducción) y sedimentación, condiciones que afectan negativamente las propiedades de los suelos.

En esta región se explota agua contenida en capas confinadas precuaternarias, constituidas por delgadas lentes de arenas medias, gruesas y gravas, de escaso espesor (entre 1 y 8 m), confinadas por potentes paquetes arcillosos que les otorgan distintos grados de confinamiento. De acuerdo a las características granulométricas, los materiales que constituyen los niveles acuíferos más profundos, poseen una K del orden de 5 a 20 m/d, la que disminuye por el grado de diagénesis a las profundidades a las que yacen. Las perforaciones son de tipo semisurgentes o surgentes con niveles piezométricos de -22 m hasta +5 m. Los caudales de explotación son pequeños, en el orden de 2-5 m<sup>3</sup>/h y la salinidad intermedia (desde 2 a 5 g/l).

### **3.2.3 Clima**

El clima atmosférico de esta región es semejante al descrito para la región Pampa Loéssica Alta, pero el clima edáfico está en muchas partes condicionado por el relieve regional cóncavo, de drenaje tipo araña, donde muchas tierras actúan como receptoras de los escurrimientos de áreas vecinas, cuya salida está dificultada y los anegamientos e inundaciones son frecuentes y prolongados.

El clima es templado con estación seca, registrándose una temperatura media anual de 25°C aproximadamente. En invierno se registran temperaturas inferiores a 0°C y superiores a 35°C en verano.

### **3.2.4 Vegetación**

La vegetación original de esta región se componía de bosques xerófilos. Aunque profundamente modificada por las actividades agropecuarias, en las lagunas y bañados sobrevive, con escaso nivel de degradación, la vegetación original de este tipo de ambientes. Hacia el sur encontramos especies como el chañar, algarrobo, peje y tala mientras que en el extremo norte existen especies como el quebracho blanco.

## **CAPITULO 4 - MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **4.1 SISTEMA EXISTENTE**

En la localidad de Ticino los efluentes cloacales son evacuados a un sistema con lagunas de estabilización, más precisamente a una serie de lagunas facultativas.

El caudal de efluente cloacal proveniente de la red, que ingresará al sistema de tratamiento cloacal es de 48,95 l/s. Esta red presta servicio a un total de 566 viviendas, es decir tiene un porcentaje de cobertura del 100% para los 2.207 habitantes de la ciudad de Ticino.

Las obras realizadas comprendieron principalmente desmonte y terraplén compensando los volúmenes involucrados para reducir lo más posible los costos de movimiento de suelos, en la realización de la serie de lagunas.

Dada la permeabilidad del suelo, se planteó la impermeabilización de las lagunas por medio de una membrana de polietileno de alta densidad de 1 mm de espesor. La cual se ha deteriorado y roto con el paso del tiempo produciendo la infiltración del líquido no tratado al suelo.

El líquido llega bombeado a una cámara de carga, para desde allí realizar todo el proceso por gravedad. Como pre-tratamiento se preveía instalar rejillas canasto de limpieza manual, que no se encontraron al momento de la visita a las instalaciones existentes.

De la cámara de carga, el líquido pasa al partididor de caudales y de allí a la laguna existente por medio de cañerías de PVC, siendo la salida sumergida, previéndose un by-pass para evacuar caudales ante obstrucciones de las cañerías sumergidas. El ingreso del efluente cloacal puede observarse en la Figura 4.



Figura 4: Ingreso del efluente cloacal a la Laguna Facultativa por medio de cañerías de PVC.

La salida de la serie de lagunas se realiza por medio de vertederos circulares de altura regulable para que sean más operables y con una pantalla de PVC para evitar que ingresen sólidos flotantes.

Las cañerías de salida de las lagunas facultativas convergen en una cámara de captación y de allí por medio de cañerías se procede al riego de una forestación implantada en el mismo predio. La cual al momento de la visita no estaba operando.

A la salida de la cámara de captación se preveía instalarse un medidor de caudales (vertedero triangular) para tener un control constante de los volúmenes ingresados a las lagunas. Este no se encontró en la visita a campo.

Antes del volcamiento al receptor se preveía la instalación de un equipo dosador de cloro, para asegurar la total desinfección del líquido. Estas instalaciones no se encontraban dispuestas ni construidas en la planta existente.

En la Figura 5 puede observarse la cañería de salida del líquido tratado.





Figura 5: Salida del Líquido Tratado.

De la visita ocular a las instalaciones existentes, se observó un sistema muy precario y de inexistente tratamiento, como se mencionó anteriormente. Se notó que el líquido cloacal no era tratado y era enviado a una zona de préstamo, en lugar de ser enviado a la laguna primaria, la cual no estaba funcionando debido a la rotura en la zona de descarga. Tampoco se observó un sistema de desinfección de cloro ni un sistema de descargas para la evacuación final como estaba previsto con forestación y riego. En la Figura 6 y Figura 7 puede observarse el sistema existente y el deterioro de la laguna facultativa.



Figura 6. Sistema de Tratamiento existente por medio de Lagunas Facultativas.



Figura 7: Laguna facultativa con desperfectos (membrana rasgada).

Por todo lo anterior, se prevé cambiar este sistema obsoleto y contaminante por unidades de tratamiento que logren un adecuado proceso en el tratamiento del líquido cloacal.

A continuación, se describen las obras proyectadas.

## **4.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS**

El sistema cloacal proyectado para la Ciudad de Ticino está conformado por la extensión de la cañería de impulsión y una nueva planta depuradora con un sistema de desagüe acorde a las condiciones existentes.

La red colectora es la encargada de recoger los efluentes cloacales domiciliarios para transportarlos, por intermedio de una cañería de impulsión, al predio donde se ubica la planta depuradora.

### **4.2.1 Extensión de Cañería de Impulsión**

La prolongación cañería de impulsión será de diámetro 0,110 m de PVC Clase 10, con aros de goma aptos para líquido cloacal.

### **4.2.2 Sistema de Tratamiento de Líquidos Cloacales**

El proceso de tratamiento previsto es para el período de diseño de 20 años (2020-2040). Como se citó anteriormente se ejecutarán dos módulos de tratamiento. El primer módulo se construirá en la etapa inicial. El segundo módulo se construirá aproximadamente a la mitad del período de diseño, es decir dentro de unos 10 años (año 2030).



Como son 2 (dos) los módulos de tratamiento previsto construir, el líquido cloacal que llega a la planta lo hace a una cámara partidora, para dividir el caudal en dos partes iguales, y así tener lo que proporcionalmente le corresponde a cada módulo.

#### **4.2.3 Tratamiento por Lodos Activados**

Se define como lodos activados, al proceso biológico aeróbico de flujo continuo, caracterizado por una masa de microorganismos en suspensión que se mantiene relativamente homogénea por efecto de una turbulencia y mezcla inducida en coincidencia con la incorporación de oxígeno.

La mezcla del líquido cloacal y el lodo recirculado es agitada y mezclada en cámaras de aireación. El lodo recirculado proviene de los sólidos depositados en las tolvas de sedimentadores secundarios.

Las etapas esenciales del proceso de lodos activados son:

- 1) Etapa de contacto, adsorción o floculación del agua residual y el lodo activado
- 2) Etapa de aeración que mantiene aeróbico y en suspensión el líquido mezclado. Ambas etapas se realizan en forma simultánea dentro de la cámara de aireación.
- 3) Etapa de separación de la fase sólida (lodo activado) y la fase líquida (efluente tratado) del líquido mezclado, que se realiza en el sedimentador secundario.
- 4) Etapa de recirculación, haciendo retornar el lodo activado depositado en la tolva del sedimentador, al afluente de la cámara de aireación.
- 5) Etapa de disposición del lodo activado en exceso del circuito a fin de mantener el equilibrio de la biomasa.

Además de los tratamientos biológicos, la planta debe tener el pretratamiento preliminar. En el mismo se remueven los sólidos (gruesos y finos, pesados y flotantes), a fin de no perturbar los procesos que siguen.

En la Figura 8 puede observarse el esquema del tratamiento por lodos activados.

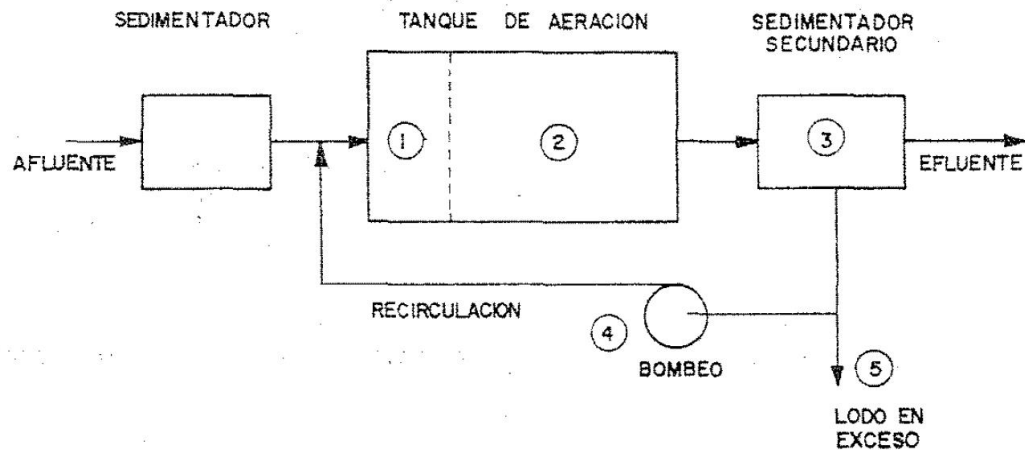


Figura 8: Tratamiento por Lodos Activados.

#### 4.2.4 Etapas de Tratamiento

**Tamices (Estáticos):** Remueven sólidos de mediano y gran tamaño que son arrastrados por la corriente de agua. Con esto se evita tener problemas en la planta de tratamiento de líquidos cloacales, ya que si no se remueven estos sólidos pueden llegar a tapan tuberías o dañar algún equipo.

**Cámara de aireación:** Es un tratamiento de tipo biológico en el cual una mezcla de agua residual y lodos biológicos es agitada y aireada. Los lodos biológicos producidos son separados y, un porcentaje de ellos, devueltos a la cámara de aireación en la cantidad que sea necesaria. En este sistema las bacterias utilizan el oxígeno suministrado artificialmente para desdoblar los compuestos orgánicos que a su vez son utilizados para su crecimiento.

**Sedimentador secundario:** A medida que los microorganismos van creciendo se aglutinan formando los lodos activados que fluyen al tanque de sedimentación secundaria en donde sedimentan. Parte de los lodos son devueltos a la cámara de aireación con el fin de mantener una alta población bacteriana para permitir una oxidación rápida de la materia orgánica. Tendrá una configuración circular concéntrica, construido en dos etapas iguales.

**Playas de secado de lodos:** Los lodos estabilizados en el digestor se vierten en las playas de secado, donde se elimina el agua, por filtración y evaporación, hasta un nivel tal que el material no presente líquidos libres y permitan su fácil manejo y disposición.

Cámara de cloración: El agua resultante del sedimentador pasa por la cámara de cloración para su desinfección. La cámara de contacto donde se realizará la desinfección del líquido tratado se ubicará en forma independiente.

A continuación, se detalla el funcionamiento de las etapas de tratamiento mencionadas anteriormente:

El **tamiz estático** es un equipo concebido para la separación sólido-líquido, en el cual el fluido que se desliza sobre una superficie curva tiende a adherirse mientras que un sólido en la misma superficie tiende a ser expulsado. De esta forma cuando el fluido cargado con partículas sólidas pasa a través de la malla del tamiz se efectúa dicha separación, pasando el agua a través de la misma y el sólido siendo expulsado en la parte delantera de la malla.

El fluido cargado de sólidos efectúa su entrada a través de la tubería embridada la cual se encuentra en la parte trasera o lateral del equipo, fluyendo hacia el cajón de alimentación, en éste, el nivel aumenta llegando al desbordamiento y fluyendo una lámina de agua homogénea en toda la superficie del tamiz, esta cae deslizándose por gravedad por toda la superficie de tamizado y por la forma geométrica de la malla filtrante, se produce la separación del sólido-líquido.

El líquido filtrado pasa a través de las ranuras depositándose en el cajón de salida el cual a través de un tubo es desalojado hacia el exterior.

La **cámara de aireación extendida** estará constituida por canales de mayor longitud respecto al ancho, formando un circuito cerrado con flujo de mezcla completa en la zona de aireación y de tipo pistón en los canales.

En este proceso de aireación u oxidación extendida, se logra que la respiración predomine sobre el crecimiento celular, produciendo un crecimiento moderado y estabilización de los sólidos suspendidos volátiles.

Dicha cámara realiza simultáneamente las operaciones de sedimentación de los sólidos decantables del líquido (en la parte superior) y la digestión anaeróbica de los lodos frescos separados en esta operación (en la parte inferior). Por lo que, esta alternativa, permite suprimir los sedimentadores primarios y los digestores anaeróbicos.

El sistema de aireadores tendrá una doble función: mantener una turbulencia suficiente para impedir la sedimentación de los flóculos suspendidos (biomasa) e introducir oxígeno atmosférico en la fase líquida para satisfacer la demanda del proceso.

El **sedimentador** es la unidad destinada a retener la mayor parte de las partículas decantables presentes en el líquido cloacal. El sedimentador secundario es la unidad que recibe efluentes de tratamientos biológicos. El objetivo es separar la fase sólida de la fase líquida y acondicionar los lodos depositados en el fondo de esas unidades para dirigirlos a otras etapas del proceso de depuración.

La fase sólida y líquida del afluente proveniente de los sedimentadores secundarios se deriva a una **estación de recirculación**. En la misma, la fase líquida es enviada por cañería de PVC a las **playas de secado**, mientras que la fase sólida retorna al comienzo del circuito, o sea a la cámara partidora para su posterior tratamiento en la cámara de aireación.

El líquido, después de ser sometido al proceso de depuración biológico, al salir de las unidades de tratamiento, es conducido hacia un único canal donde se construirá un **aforador** a resalto, tipo Parshall, para su medición. En este aforador se instalará un sensor que, por ultrasonido y calibrado según el tirante de agua que pasa, determina el caudal en cada momento y automáticamente regula el dosificador de cloro; de esta manera se va aplicar la dosis de hipoclorito justa y predeterminada, que asegure una correcta desinfección.

En coincidencia con el resalto hidráulico se efectuará el agregado de hipoclorito de sodio, ya que en este lugar se producirá una mezcla homogénea instantánea. Inmediatamente aguas abajo del aforador, el líquido pasa a una cámara donde se dividirá nuevamente en dos partes iguales y se dirigirá, mediante dos conductos independientes, a las **cámaras de contacto**.

A fin de lograr el tiempo de contacto necesario, entre el líquido tratado y el cloro, para obtener la desinfección deseada y antes de disponerlo al canal, se ha previsto la construcción de dos cámaras de contacto, una por cada módulo de tratamiento, en donde la permanencia será entre 15 a 45 minutos, de acuerdo a la autoridad encargada del control. De esta manera, luego de permanecer el tiempo establecido, a la salida del líquido se habrán eliminado todas aquellas bacterias patógenas que puedan causar problemas a la salud humana.

Como se citó precedentemente, se han proyectado 2 (dos) unidades, de las cuales una se construirá con el primer módulo y la segunda al completar el segundo módulo. Se construirán de hormigón armado y superiormente tendrán una baranda de caños para protección de las personas que operen el sistema.

Se ha previsto que el líquido, una vez desinfectado, sea conducido al canal existente.

#### 4.2.5 Instalaciones Complementarias

Como instalaciones complementarias se citan: el edificio central, la sala de cloración, la sala de tableros y grupo electrógeno, sistema de provisión y distribución de agua, los caminos internos, el cerco perimetral y portón de acceso y el mástil, las cuales se describen a continuación:

**Edificio central:** Estará ubicado en las adyacencias al ingreso al predio. Se encuentra conformado por un hall central, que permite el paso hacia una oficina para el encargado y una kichinette, una oficina para la guardia del establecimiento, baños y vestuarios masculino y femenino para el personal, con sus instalaciones mínimas, y en un costado una cochera para el estacionamiento de dos vehículos. La superficie cubierta total del edificio es aproximadamente de 130,00 m<sup>2</sup>. Tendrá techo a dos aguas revestido con tejas.

**Sala de cloración:** En esta sala se almacenará y dosificará el hipoclorito de sodio a incorporar al final del proceso de depuración y para desinfectar el agua que se distribuirá en el establecimiento desde una perforación. La dosificación se efectuará mediante bombas dosificadoras.

Se instalarán dos equipos dosificadores, uno para desinfectar el líquido depurado y otros para desinfectar el agua proveniente de la perforación, la cual se usará para las distintas instalaciones de la planta depuradora que tenga como fin el consumo y uso humano. La referida sala estará compuesta por dos sectores diferenciados, donde uno servirá para alojar los dosificadores y el otro donde se realizará el almacenamiento del elemento desinfectante (hipoclorito de sodio) mediante dos tanques plásticos de 6,00 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno. Ambos sectores cuentan una buena ventilación natural y forzada, a través de equipos extractores ubicados en la parte baja de las paredes laterales de los recintos. La superficie cubierta total del edificio es aproximadamente de 100,00 m<sup>2</sup>. Tendrá techo a dos aguas revestido con tejas.

**Sala de tableros:** En este edificio se instalarán los tableros de comando y protección de los equipos electromecánicos y de iluminación de la Planta. La superficie cubierta total del edificio es aproximadamente de 110,00 m<sup>2</sup>. Tendrá techo a dos aguas revestido con tejas.

**Grupo Electrónico:** Se instalará un Grupo Electrónico para asegurar el suministro de servicio eléctrico, al edificio principal, sala de cloración, a las estaciones de recirculación de barros (excluidas las de reserva) y al equipamiento de oxigenación previstas en primera etapa.

El Grupo Electrónico contará con los siguientes componentes:

- Motor Diesel de una potencia apropiada para suministrar energía eléctrica de 65 KVA en barras del tablero principal y para permitir el accionamiento del generador a plena carga y hasta una sobrecarga del 10% durante una hora. El motor accionará el generador mediante acople directo. El oferente garantizará el tiempo necesario para alcanzar el suministro a plena carga.
- Un generador sincrónico para corriente alterna trifásica, con neutro saliente, sistema tetrafilar, 50 Hz,  $\cos \phi \geq 0,95$ , provisto de excitatriz directamente acoplada. El generador y la excitatriz serán del tipo protegido contra la entrada de polvo, goteo y contactos accidentales, montados sobre cojinetes de bolillas y serán autoventilados. Deberán cumplirse las condiciones establecidas en la Norma IRAM 2008.

**Obras complementarias:** Se cercará todo el perímetro del predio donde se emplazará la Planta Depuradora, con una malla de alambre galvanizado romboidal. En los costados que hoy no hay cerco se lo colocará nuevo y en los costados que ya existen se los deberá reparar e instalar el portón de ingreso al predio.

Para la provisión de agua a cada edificio, como así también a distintos sectores de la planta, se efectuará una perforación y se instalará un tanque elevado metálico, de 5,00 m<sup>2</sup> de capacidad, con sus correspondientes cañerías de subida, bajada, desborde y de distribución para llegar a cada uno de los lugares citados precedentemente. El sistema de distribución tendrá como función no solo la de alimentar los tanques ubicados en el edificio central y de cloración si no que, además, proveerá agua a distintas canillas de 19 mm y a dos hidrantes convenientemente ubicados.

Cada uno de los edificios contará con una instalación necesaria y suficiente para protegerlo de las descargas atmosféricas e incendios. Al igual, el predio contará con un sistema de desagües pluviales y caminos internos, conformado con suelo mejorado, para acceder cómodamente a los distintos sectores de trabajo y edificios.

También se ha previsto la construcción de un mástil.

## II. MEMORIA DE CÁLCULO

### CAPITULO 5 - MEMORIA DE CÁLCULO

#### 5.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

##### 5.1.1 Horizonte de Diseño

Las proyecciones se realizaron a partir del último Censo Nacional (año 2010), se adoptó como población inicial la correspondiente a la fecha prevista para la habilitación de las obras. Esta fecha fue el año 2020, por lo que el período de diseño se extenderá hasta el año 2040.

##### 5.1.2 Población

El crecimiento demográfico de la localidad en un determinado período es consecuencia de la acción conjunta de dos procesos:

- ✓ El crecimiento vegetativo
- ✓ El movimiento migratorio

Frente a este proceso, que es de naturaleza muy compleja, los distintos métodos de proyección analizados se limitan a estimar cómo habrá de ser la evolución de la localidad en el futuro, teniendo en cuenta para ello cómo ha sido su evolución en el pasado.

La Población en la localidad fue creciendo según los valores que se observan en la tabla siguiente (fuente INDEC y DGEyC):

Año	1.991	2.001	2.010
Población	1.314	1.895	2.207

Para estimar el crecimiento demográfico de la localidad entre dos fechas determinadas se llevaron a cabo los siguientes procedimientos.

##### 5.1.2.1 Ajuste Lineal Tendencia Histórica

La proyección demográfica de la localidad se efectúa aplicando la recta de ajuste que se obtiene de la regresión lineal de los valores de población total registrados por la localidad en los últimos tres censos.

Si  $Y_i^* = a + bX_i$  calculamos las constantes  $a$  y  $b$  aplicando el método de mínimos cuadrados.

Si  $\varphi = \sum (Y_i - Y_i^*)^2$  buscamos que  $\varphi = \sum e_i^2 = \text{mínimo}$

Operando  $\varphi = \sum (Y_i - a - bX_i)^2$

Igualando a cero y derivando se obtiene el mínimo:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a} = 2 \sum (Y_i - a - bX_i) = 0 \qquad Y_i = na + bX_i$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial b} = 2 \sum (Y_i - a - bX_i)X_i = 0$$

Finalmente despejando:  $\sum X_i Y_i = a \sum X_i + b \sum X_i^2$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{b \sum X_i}{n} \qquad b = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

Datos	$X_i$	$Y_i$	$X_i^2$	$Y_i^2$	$Y_i X_i$	$Y_i^*$	$(Y_i - Y_i^*)^2$
1	1.991	1.314	3.964.081	1.726.596	2.616.174	1.349	1.226
2	2.001	1.895	4.004.001	3.591.025	3.791.895	1.821	5.466
3	2.010	2.207	4.040.100	4.870.849	4.436.070	2.246	1.514
$\Sigma$	6.002	5.416	12.008.182	10.188.470	10.844.139		

$a = -92635.73063$
$b = 47.20479705$

Año	2.020	2.030	2.040
Población	2.718	3.190	3.662

### 5.1.2.2 Tasa de Crecimiento Medio Anual Constante

Es uno de los métodos de cálculo más sencillo. Se basa en el supuesto que el crecimiento de una población es proporcional a la cantidad de habitantes en un momento dado.



Para efectuar la proyección se parte de la población de la localidad del último censo y se aplica una tasa de crecimiento anual acumulativa constante para todo el período a proyectar.

La población futura se obtiene aplicando la fórmula:

$$P_n = P_0(1 + i)^n$$

Siendo:

Parámetros	Descripción
$P_n$	Población en el "n"
$P_0$	Población del último censo
$i$	Tasa de crecimiento media anual
$n$	Cantidad de años entre el año del último censo y el año a considerar

Para seleccionar la tasa "i", se calculan las tasas de crecimiento medio anual, utilizando la fórmula:

$$i_l = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{N_l}} - 1$$

Se adopta aquella tasa que resulte más consistente en función de la tendencia que presente el crecimiento de la población.

Tasas de crecimiento:

$$i_I = \left( \frac{P_{1991}}{P_{2001}} \right)^{\frac{1}{7}} - 1 = 0,03729$$

$$i_{II} = \left( \frac{P_{2001}}{P_{2010}} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 = 0,01708$$

Población Futura:

Población Primer Subperíodo	$P_{2030}$	3.774	habitantes
Población Segundo Subperíodo	$P_{2040}$	4.935	habitantes

### 5.1.2.3 Tasa de Crecimiento Media Anual Decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se definió basándose en el análisis de las tasas medias anuales.

Para ello se determinaron las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales, ello sobre la base de datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda:

$$i_I = (P_{1991}/P_{2001})^{\frac{1}{7}} - 1 = 0,03729$$

$$i_{II} = (P_{2001}/P_{2010})^{\frac{1}{2}} - 1 = 0,01708$$

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño como así también para el primer subperíodo de 10 años, se efectuó la proyección con la tasa media anual del último período intercensal:

$$i_1 = i_{II} = 0,01708$$

Para la tasa media anual de proyección para el segundo subperíodo de 10 años se determinó comparando el promedio de las tasas históricas:

$$i_2 = \frac{i_I + i_{II}}{2} = 0,02719$$

Población Primer Subperíodo  
Población Segundo Subperíodo

P <sub>2030</sub> =	3.097	habitantes
P <sub>2040</sub> =	3.668	habitantes

### 5.1.2.4 Relación – Tendencia

El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia y de la localidad, y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.

Para determinar la evolución de la localidad, primero se estima la evolución de la provincia en su conjunto, subordinándose luego ésta a la proyección total del país.

Determinación de la población total del país:

Año	1.980	1.991	2.001	2.010
País "P"	27.949.480	32.615.528	36.260.130	40.117.096

Determinación de la población total de la provincia:

Año	1.980	1.991	2.001	2.001	2.010
Provincia "p"	2.407.754	2.766.683	3.066.801	3.066.801	3.308.876

Se relacionan los datos históricos de la provincia y del país para cada año:

$$R_1 = P.Prov.1991 / P.Nac.1991$$

$$R_2 = P.Prov.2001 / P.Nac.2001$$

$$R_3 = P.Prov.2010 / P.Nac.2010$$

$$R_1 = 2.407.754 / 27.949.480 = 0,0848$$

$$R_2 = 2.766.683 / 32.615.528 = 0,0846$$

$$R_3 = 3.066.801 / 36.260.130 = 0,0825$$

Se extrae el logaritmo natural de las relaciones  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  y se determinan las siguientes relaciones, para los dos períodos intercensales históricos.

$$i_1 = \log R_2 - \log R_1 \quad \text{para } N_1 = \text{años del 1º período intercensal}$$

$$i_1 = \log 0,0846 - \log 0,0848$$

$$i_1 = -0,0013$$

$$i_2 = \log R_3 - \log R_2 \quad \text{para } N_2 = \text{años del 2º período intercensal}$$

$$i_2 = \log 0,0825 - \log 0,0846$$

$$i_2 = -0,0109$$

Se determina la relación provincia/país para el año del período de diseño ( $n = 0$ ):

$$\log R_4 = \frac{\log R_3 + i_1 \times C_{10} + i_2 \times C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

Siendo:

$R_4$ : relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el año inicial del período de diseño;  $C_{10}$ ,  $C_{20}$ : coeficiente de ponderación.

$$\log R_4 = -1,09135 \quad C_{10} = 0,05263$$

$$R_4 = 0,0810 \quad C_{20} = 0,10526$$

$$\log R_5 = -1,09838 \quad C_{11} = 0,03448$$

$$R_5 = 0,0797 \quad C_{21} = 0,05128$$

$$\log R_6 = -1,10514 \quad C_{12} = 0,02564$$

$$R_6 = 0,0785 \quad C_{22} = 0,03390$$

Año	$R_i$	País	Provincia
2.020	0,0810	45.891.977	3.718.702
2.030	0,0797	52.498.155	4.185.659
2.040	0,0785	60.055.297	4.714.239

Para las poblaciones de la localidad y la provincia se definen relaciones similares a las establecidas anteriormente.

Año	1.991	2.001	2.010
Localidad	1.314	1.895	2.207

$$L_1 = P.Loc.1991 / P.Prov.1991$$

$$L_2 = P.Loc.2001 / P.Prov.2001$$

$$L_3 = P.Loc.2010 / P.Prov.2010$$

$$L_1 = 0,00047$$

$$L_2 = 0,00062$$

$$L_3 = 0,00067$$

Logaritmos:

$$I'_1 = \log L_2 - \log L_1 \quad \text{para } N_1 = \text{años del 1}^\circ \text{ período intercensal}$$

$$I'_1 = \log 0,002010 - \log 0,00224$$

$$I'_1 = 0,1143$$

$$I'_2 = \log L_3 - \log L_2 \quad \text{para } N_2 = \text{años del 2}^\circ \text{ período intercensal}$$

$$I'_2 = \log 0,00179 - \log 0,00184$$

$$I'_2 = 0,0332$$

$$\log L_4 = -3,11565$$

$$L_4 = 0,00077$$

$$\log L_5 = -3,04985$$

$$L_5 = 0,00089$$

$$\log R_6 = -2,98173$$

$$R_6 = 0,00104$$

Año	Li	Provincia	Localidad
2.020	0,00077	3.718.702	2.849
2.030	0,00089	4.185.659	3.732
2.040	0,00104	4.714.239	4.917

### 5.1.2.5 Resumen de los resultados obtenidos

En la Tabla 1, se muestran un resumen de los resultados para las distintas metodologías de proyección de población desarrolladas:

Año	Metodología de Proyección				Promedio (adoptado p/cálculo)
	Ajuste Lineal	Tasa Anual Constante	Tasa Anual Decreciente	Relación Tendencia	
1991	1.314	1.314	1.314	1.314	
2001	1.895	1.895	1.895	1.895	
2010	2.207	2.207	2.207	2.207	
2020	2.718	2.886	2.614	2.849	2.767
2030	3.190	3.774	3.097	3.732	3.448
2040	3.662	4.935	3.668	4.917	4.295

Tabla 1 – Proyecciones de Población.

A continuación, en la Figura 9 podrá observarse la variación de la Población analizada.

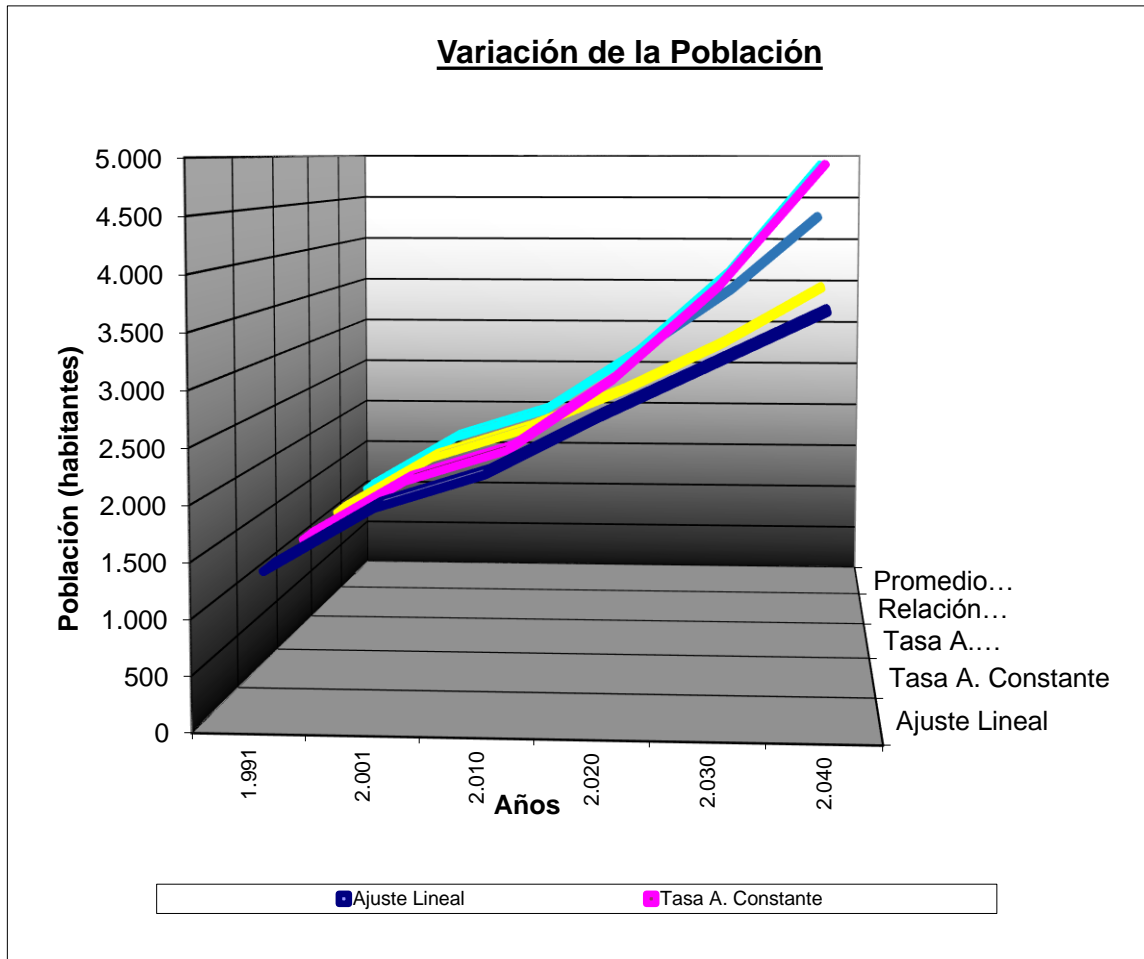


Figura 9. Variación de la Proyección de la Población, según la metodología utilizada.

### 5.1.3 Dotaciones

La cooperativa realiza habitualmente campañas de medición de caudal y presión en red en la red de distribución de agua potable y estaciones de bombeo.

Con los datos aportados por la cooperativa, se determinó el valor de Dotación para la localidad resultando de **250 litros/habitante.día** respetando la Norma de ENOHSA.

### 5.1.4 Caudales de Diseño

Los caudales originados en el uso residencial del agua son el producto de la dotación de agua originada en el consumo residencial por la población que recibe el servicio, afectando éste resultado del coeficiente pico correspondiente, para disponer de los caudales extremos en cada momento considerado según la Norma ENOHSA.

De ésta manera, el caudal medio total, para el año  $n$ , se compondrá de:

$$Q_{Cn} = P_n \cdot Du_m$$

Donde  $P_n$  es la población del año  $n$ ;  $Du_m$  la dotación usuario residencial del año.

En la Tabla 2 se muestran las aplicaciones de los caudales a lo largo del periodo de diseño:

Período	Mínimo del día menor consumo	Mínimo diario anual	Medio diario anual	Máximo diario anual	Máximo del día mayor consumo
	$Q_A$	$Q_B$	$Q_C$	$Q_D$	$Q_E$
Inicial	Verificaciones especiales optativas	Verificación de Unidades de Plantas, equipos de dosificación, macromedición, etc.	Costos operativos	-	-
10 Años	-	-	Costos operativos	Capacidad de la 1er etapa de la Planta	Estaciones de bombeo 1ra etapa. Capacidad de la 1ra etapa de reserva
20 Años		-	Costos operativos	Capacidad de la Fuente. Capacidad de las conducciones hasta las reservas. Caudal Estación de Bombeo ( $Q_b$ )"	Capacidad redes y conductos de alimentación a la red. Estación de Bombeo de la 2da etapa, capacidad de reserva de 2da etapa y capacidad de equipos de dosificación, macromedición, etc.

Tabla 2 - Aplicación de caudales.

Los caudales mínimo horario ( $Q_{An}$ ), mínimo diario ( $Q_{Bn}$ ), máximo diario ( $Q_{Dn}$ ) y máximo horario ( $Q_{En}$ ) se calculan como sigue:

$$Q_{An} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot Q_{Cn} = \beta \cdot Q_{Cn}$$

$$Q_{Bn} = \beta_1 \cdot Q_{Cn}$$

$$Q_{Dn} = \alpha_1 \cdot Q_{Cn}$$

$$Q_{En} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot Q_{Cn} = \alpha \cdot Q_{Cn}$$

Los coeficientes de caudales según Normas ENOHSA para poblaciones con más de 3.000 habitantes y menos de 15.000 habitantes son los que se muestran en la en la Tabla 3 - Coeficientes de caudales (ENOSHA).

COEFICIENTES DE CAUDALES		Año 0 (2020)	Año 10 (2030)	Año 20 (2040)
Coeficiente máximo diario	$\alpha_1$	1,40	1,40	1,40
Coeficiente máximo horario	$\alpha_2$	1,70	1,70	1,70
	$\alpha$	2,38	2,38	2,38
Coeficiente mínimo diario	$\beta_1$	0,70	0,70	0,70
Coeficiente mínimo horario	$\beta_2$	0,50	0,50	0,50
	$\beta$	0,35	0,35	0,35

Tabla 3 - Coeficientes de caudales (ENOSHA).

Entonces los valores de los caudales residenciales de acuerdo lo indicado anteriormente para la localidad de Ticino, para los diferentes períodos de diseño son los indicados en la Tabla 4 y en Tabla 5.

Período	$Q_C$	$Q_D$	$Q_E$	$Q_B$	$Q_A$
	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /día
2020	544	761	1,294	381	190
2030	638	893	1,518	447	223
2040	732	1,025	1,743	513	256

Tabla 4 – Caudales residenciales (m<sup>3</sup>/día).

Período	$Q_C$	$Q_D$	$Q_E$	$Q_B$	$Q_A$
	lts/seg	lts/seg	lts/seg	lts/seg	lts/seg
2020	6,29	8,81	14,97	4,40	2,20
2030	7,38	10,34	17,57	5,17	2,58
2040	8,48	11,87	20,17	5,93	2,97

Tabla 5 – Caudales residenciales (l/seg).



## 5.2 VERIFICACION HIDRAULICA DE ESTACION DE BOMBEO N°3

### 5.2.1 Generalidades

La última estación de bombeo y la que impulsa el líquido cloacal a las lagunas de tratamientos, es la denominada E.B. N°3, la cual se encuentra aproximadamente en las coordenadas 32°41'50.75" S - 63°25'30.43" O.

De acuerdo a la memoria de cálculo del proyecto existente de Lagunas Facultativas, los parámetros de diseño son los siguientes:

$$Q_1 = 36,918 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Cota Intradós de Entrada = 1,45 m (cota aspiración de la bomba)

Cota Intradós de Salida = 6,35 m (cota de caño de salida)

Le = 600 m (longitud del conducto)

$\varnothing = 140 \text{ mm}$  (diámetro del conducto)

C = 150 (PVC o PEAD Clase 10)

Nb = 2 (cantidad de bombas)

De acuerdo a la curva de instalación que observamos en la memoria de cálculo anexa, los tipos de bombas adoptadas fueron de la marca Flygt, modelo CP3085 MT432, para un  $Q_d = 75 \text{ m}^3/\text{h}$  y una  $H_b = 5,70\text{m}$ .

Con estos datos a continuación, se verifican las bombas existentes para los nuevos parámetros de diseño y considerando la extensión (en unos 465 m) de la cañería de impulsión existente, pero variando el diámetro de 140 mm a 110 mm.

### 5.2.2 Caudal de Bombeo de diseño

Teniendo en cuenta el caudal máximo horario del día de máximo consumo afluente a la Estación de Bombeo N° 3, para el final del periodo de diseño, el caudal de la bomba será, según las formulas detalladas en la Norma ENOHSA, de:

$$Q_{b2040} = m \cdot Q_{E2040} = 1,10 \cdot 20,17 \text{ l/s} = 22,19 \text{ l/s} = 79,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Siendo  $m$  el Factor de bombeo, valor entre  $1,10 > m > 1,00$

Considerando la existencia de dos electrobombas, una en funcionamiento y la otra de reserva, cada equipo deberá tener una capacidad para impulsar de:

$$Q_{b1} = 11,10 \text{ l/s} = 39,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el cálculo de la estación de bombeo propiamente dicho, se verifica primero los equipos de bombeo que se instalados, a los fines de conocer los caudales reales de impulsión.

Consultado el proveedor de las bombas instaladas, éste suministró las curvas características de los equipos que se emplearán.

Para realizar las curvas del sistema se analizará a continuación la curva de la cañería.

### 5.2.3 Cálculo de la Altura Manométrica

La altura manométrica está conformada por la suma de la altura geométrica más la altura por pérdidas de carga debido a las singularidades y a la fricción. Por ello a continuación se describe cada uno de los sumandos mencionados:

1) Altura geométrica ( $H_g$ ): la misma es la que resulta de la diferencia existente entre la cota tomada al nivel medio de la altura útil correspondiente al volumen 1 de la cámara de aspiración y la cota intradós de la cañería de impulsión en la descarga, ubicada en la Cámara de Carga y Tamices.

$$H_g = 4,90 \text{ m}$$

2) Pérdidas de carga de la cañería ( $H_f$ ): las pérdidas de carga por singularidades se determinan por medio del método correspondiente a las longitudes equivalentes, las cuales resultan:

$$\text{Longitud equivalente total} \dots \dots \dots = 21,07 \text{ m}$$

Si se tiene presente que la longitud de la cañería de impulsión es de:

$$\text{Longitud de la cañería existente} \dots \dots \dots = 600,00 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de la cañería a prolongar} \dots \dots \dots = 355,00 \text{ m}$$

$$\text{Longitud del tramo impulsión en vertical} \dots \dots \dots = 6,80 \text{ m}$$

Por lo tanto, la longitud total para el cálculo será:

$$\text{Longitud total de cálculo} = 961,80 + 21,07 = 982,87 \text{ m}$$

Ahora bien, la pérdida de carga por singularidades y fricción, en la cañería de impulsión, se determinará mediante la expresión de Hazen-Williams:

$$j = \frac{Q^{1,85}}{(0,2785 \times C)^{1,85} \times D^{4,87}} = 73,03 \times Q^{1,85}$$

Sustituyendo:

$$C = 138$$

$$D = 0,0994 \text{ m (diámetro interior)}$$

Siendo  $H_j = j \cdot L_{\text{total}}$ , reemplazando valores se tiene:

Q (m <sup>3</sup> /hora)	j (m/m)	H <sub>j</sub> (m)
0,00	0,0000	0,00
10,00	0,0017	1,64
20,00	0,0060	5,91
30,00	0,0127	12,50
40,00	0,0217	21,29
41,50	0,0232	22,79
50,00	0,0327	32,17
60,00	0,0459	45,08
70,00	0,0610	59,95
80,00	0,0781	76,75

3) Altura Manométrica (H<sub>m</sub>): teniendo presente lo antes calculado se determinará la altura manométrica, según el caudal de bombeo, para obtener los distintos valores que corresponderán a la curva de la cañería en un diagrama H-Q:

Q (m <sup>3</sup> /hora)	H <sub>m</sub> =H <sub>g</sub> +H <sub>j</sub> (m)	FLYGT CP 3127 H <sub>B</sub> (m)
0,00	4,90	41,00
10,00	6,54	36,50

20,00	10,81	33,00
30,00	17,40	30,50
40,00	26,19	28,00
<b>41,50</b>	<b>27,69</b>	<b>27,70</b>
50,00	37,07	25,50
60,00	49,98	23,50
70,00	64,85	21,50
80,00	81,65	20,00

Con el diagrama H-Q, de la cañería y el de la bomba se confecciona el diagrama del sistema. Este diagrama puede observarse a continuación en la Figura 10.

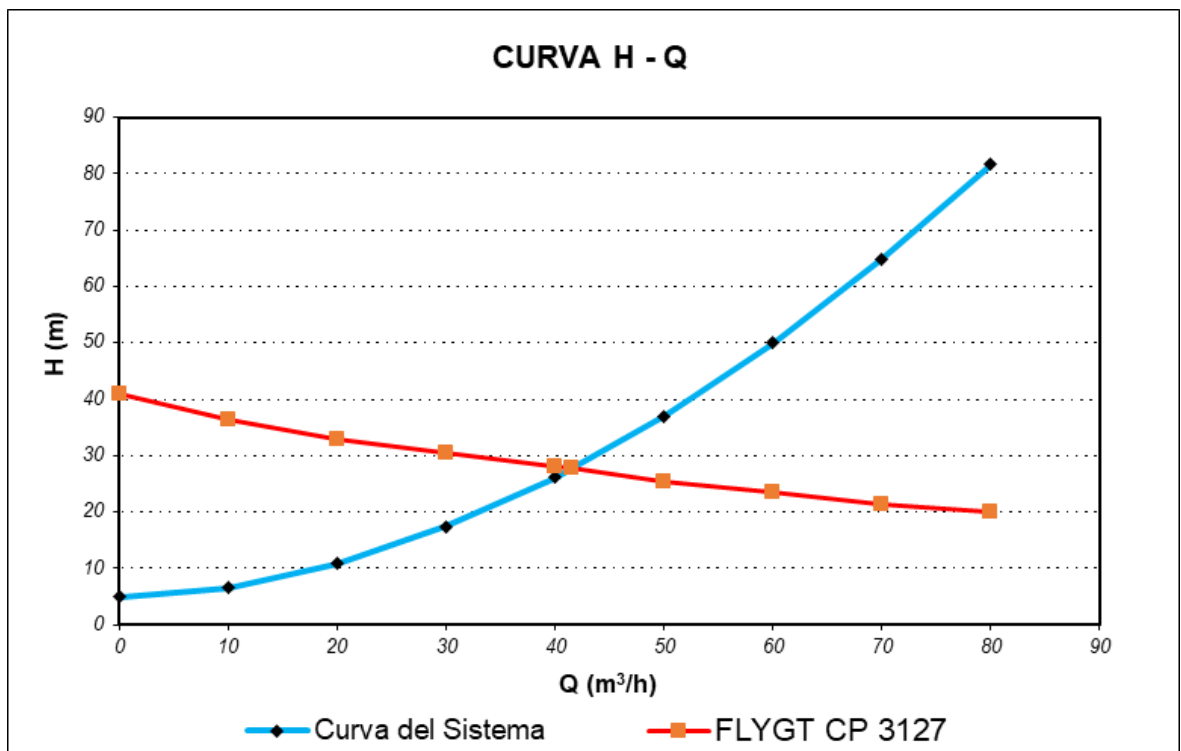


Figura 10. Selección de bomba de Impulsión. Curva del Sistema vs. Curva de Bomba.

Luego la bomba seleccionada es una Bomba FLYGT CP 3127 HT 3-250, trifásica de 7,4 KW de potencia.

Si al caudal de bombeo indicado precedentemente,  $Q_b = 11,528$  l/s, se lo compara con el que se indicó en la memoria de cálculo correspondiente al Diseño Hidráulico de la prolongación Cañería de Impulsión de EB N°3, el cual era teóricamente de 11,10 l/s, vamos a observar que el primero es mayor por lo tanto

se puede recalcular la velocidad con que escurrirá el líquido en la cañería de impulsión:

$$V_{\text{fluido}} = \frac{0,01153 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00776 \text{ m}^2} = 1,43 \text{ m/s}$$

Valor dentro del rango por Norma (>1,00 m/s y <2,50 m/s).

## 5.3 DIMENSIONADO DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO CLOACAL

### 5.3.1 Tamices

Parámetros de diseño:

$Q'$  = caudal que ingresa a la planta depuradora debido a la red de impulsión.

Manteniendo el criterio establecido, se tendrá en cuenta la colocación de cuatro tamices, dos en forma inmediata y dos en el futuro. Los tamices propuestos son estáticos.

Luego, para el diseño de los dos tamices se tendrá en cuenta el caudal que impulsa una electrobomba incrementado un 25 %, o sea:

$$Q_t = 1,25 \cdot Q' = 1,25 \cdot 48,95 \text{ l/s} = 61,18 \text{ l/s} = 220,26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Además, se ha fijado que la abertura de la malla será de 2,00 mm. Las demás características técnicas pueden observarse en el pliego de especificaciones técnicas.

### 5.3.2 Cámara de Aireación

Parámetros de diseño:

$$Q_{D\ 2040} = \text{caudal diseño del sistema (m}^3/\text{d)} = 1025,36$$

Valores adoptados:

$$C_m = \text{Carga orgánica másica [Kg DBO}_5 \text{ / día Kg SSLM]} = 0,05$$

$X = \text{Concentración de biomasa SSLM [Kg SSLM / m}^3] = 3$

$C_v = \text{Carga orgánica volumétrica [Kg SSLM / m}^3] = 0,20$

$a' = \text{Oxígeno requerido para síntesis [Kg O}_2 \text{ d / Kg DBO}_5 \text{ día]} = 0,55$

$b' = \text{Oxígeno requerido para respiración endógena [Kg O}_2 \text{ d / Kg SSLM día]} = 0,07$

$c' = \text{Oxígeno requerido para nitrificación [Kg O}_2 \text{ d / Kg Nk]} = 4,57$

$N_k = \text{Aporte de N}_2 \text{ nitrificable por persona [gr N / día hab.]} = 8$

$E_1 = \text{Eficiencia de reducción orgánica} = 85\%$

$E_2 = \text{Eficiencia de nitrificación} = 90\%$

$CO = \text{Rendimiento de oxigenación del equipo [Kg O}_2 \text{ / Kw h]} = 1,15$

El caudal con el que se diseña la cámara de aireación es el caudal medio del día de mayor vuelco, o sea el caudal máximo diario para el año final:

$$Q_{D\ 2040} = 1025,36 \text{ m}^3/\text{d} = 42,75 \text{ m}^3/\text{h} = 11,87 \text{ l/s}$$

La carga orgánica diaria que ingresará a esta cámara será de:

$$La = 0,250 \text{ Kg DBO}_5 / \text{m}^3 \cdot 1025,36 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$La = 256,34 \text{ Kg DBO}_5/\text{día} \text{ (2 módulos)}$$

### **5.3.2.1 Volumen de las Cámaras**

Si tomamos:

$$\text{Carga orgánica másica (Cm)} = 0,05 \text{ Kg DBO}_5 / \text{día} \cdot \text{Kg SSLM}$$

$$\text{Concentración de SSLM (X)} = 3 \text{ Kg SSLM / m}^3$$

Carga volumétrica ( $C_v$ ) = 0,20 Kg SSLM /m<sup>3</sup>

El volumen de la cámara de aireación resulta de:

$$V = La / C_v = 256,34 / 0,20 = 1281,70 \text{ m}^3 \text{ (2 módulos)}$$

Teniendo presente que se contruirán dos módulos, cada cámara de aireación poseerá un volumen de:

$$V_1 = 709,80 / 2 = 640,85 \text{ m}^3 \text{ (1 módulo)}$$

Se adopta:

$$\text{Altura: } h = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de canal} = 2,00 \text{ m}$$

Resultando:

$$\text{Longitud de canal} = 91,60 \text{ m}$$

### **5.3.2.2 Potencia de los equipos a instalar**

Cantidad de oxígeno necesario para síntesis:

$$DO1 = a' \cdot E1 \cdot La = 0,55 \cdot 0,85 \cdot 128,17 = 59,92 \text{ Kg O}_2 / \text{ día}$$

Donde:

$$a' = 0,55 \text{ Kg O}_2 / \text{ Kg DBO}_5 \text{ (Valor adoptado)}$$

$$E1 = 0,85 \text{ (Eficiencia en reducción)}$$

$$La = 128,17 \text{ Kg DBO}_5 / \text{ día (Para un módulo)}$$

Cantidad de oxígeno necesario para respiración endógena:

$$DO2 = b' \cdot X \cdot V1 = 0,07 \cdot 3 \cdot 640,85 = 134,58 \text{ Kg O}_2 / \text{ día}$$

Donde:

$$b' = 0,07 \text{ Kg O}_2 / \text{Kg SSLM d (Valor adoptado)}$$

$$X = 3 \text{ Kg SSLM} / \text{m}^3$$

$$V1 = 640,85 \text{ m}^3$$

Cantidad de oxígeno necesario para nitrificación:

$$DO3 = c' \cdot N_k \cdot \text{Pob.} \cdot E2 = 4,57 \cdot 0,008 \cdot 1.831 \cdot 0,90 = 60,25 \text{ Kg O}_2 / \text{día}$$

Donde:

$$c' = 4,57 \text{ Kg O}_2 / \text{Kg N}_k$$

$$N_k = 8 \text{ gr N} / \text{día hab. (Aporte de N}_2 \text{ nitrificable por persona)}$$

$$\text{Población} = 1.831 \text{ habitantes}$$

$$E2 = 0,90 \text{ (rendimiento de la nitrificación)}$$

Por lo tanto, la demanda total de oxígeno, por módulo, es:

$$DO \text{ media} = 59,92 + 134,58 + 60,25 = 254,72 \text{ Kg O}_2 / \text{día} = 10,61 \text{ Kg O}_2 / \text{h}$$

Tomando el dato suministrado por el fabricante del rendimiento de oxigenación del equipo,  $CO = 1,15 \text{ Kg O}_2 / \text{Kw h}$ , se tiene que la potencia necesaria a instalar es de:

$$P = DO \text{ media} / CO = 10,61 / 1,15 = 9,23 \text{ Kw}$$

En cada cámara de aireación se instalarán seis (6) equipos aireadores, por lo tanto, cada uno deberá tener una potencia no menor a 1,50 Kw.



### 5.3.3 Sedimentador Secundario

#### Parámetros de diseño:

$$Q_{C/2\ 2040} = \text{Caudal medio anual de vuelco [m}^3/\text{día]} = 366,20$$

$$Q_{D/2\ 2040} = \text{Caudal medio del día de mayor vuelco [m}^3/\text{día]} = 512,68$$

$$Q_R = \text{Caudal recirculado [m}^3/\text{día]} = 366,20$$

#### Valores Adoptados:

$$C_{ss\ med} = \text{Carga másica media [Kg SSLM / m}^3\text{]} = 120$$

$$C_{ss\ max} = \text{Carga másica máxima [Kg SSLM / m}^3\text{]} = 180$$

$$X = \text{Concentración de biomasa SSLM [Kg SSLM / m}^3\text{]} = 3$$

$$F_v = \text{Factor por influencia de salida} = 1,26$$

$$F_t = \text{Factor por influencia de temperatura} = 1,196$$

$$V_o = \text{Carga hidráulica superficial media [m}^3/\text{m}^2\ \text{día]} = 20$$

$$U_o = \text{Carga hidráulica superficial máxima [m}^3/\text{m}^2\ \text{día]} = 30$$

$$v = \text{Velocidad de salida [m/s]} = 0,6$$

$$b = \text{Ancho de canal de salida [m]} = 0,5$$

$$h = \text{Profundidad de pared perimetral [m]} = 2$$

Teniendo presente que se construirán dos módulos, por cada sedimentador pasará la mitad del caudal de diseño para el final del período de diseño. El área superficial de cada una de las unidades se calculará en función de la carga de sólidos y la carga hidráulica, adoptando el mayor valor resultante.

Para el caudal medio anual de vuelco:

$$A1 = (Q_{C/2} + Q_R) \cdot X / C_{ss \text{ med}} = ((366,20 + 366,20) \cdot 3 / 120 = 18,31 \text{ m}^2$$

Donde:

$$X = 3 \text{ Kg SSLM} / \text{m}^3 \text{ (concentración de biomasa SSLMS)}$$

$$C_{ss \text{ med}} = 120 \text{ Kg SS} / \text{día m}^2 \text{ (carga másica media según Norma ENOHSA)}$$

Para el caudal medio del día de mayor vuelco:

$$A2 = (Q_{D/2} + Q_R) \cdot X / C_{ss \text{ max}} = (512,68 + 366,20) \cdot 3 / 180 = 14,65 \text{ m}^2$$

Donde:

$$C_{ss \text{ máx.}} = 180 \text{ Kg SS} / \text{día m}^2 \text{ (carga másica máxima según Norma ENOHSA)}$$

El área superficial, teniendo en cuenta los factores de corrección para el caudal medio anual de vuelco, es:

$$A3 = Q_{E/2} \cdot F_v \cdot F_{tx} / V_o = 871,56 \cdot 1,26 \cdot 1,196 / 20 = 27,59 \text{ m}^2$$

Donde:

$$F_v = 1,26 = \text{Factor de corrección por influencia de salida}$$

$$F_{tx} = 1,196 = \text{Factor de corrección por temperatura (T = 14 °C)}$$

$$V_o = 20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día} = \text{Carga hidráulica superficial media para T = 20 °C}$$

Área superficial teniendo en cuenta los factores de corrección para el caudal medio del día de mayor vuelco:

$$A4 = Q_m \cdot F_v \cdot F_{tx} / U_o = 366,20 \cdot 1,26 \cdot 1,196 / 30 = 18,39 \text{ m}^2$$

Donde:

$$U_o = 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día} = \text{carga hidráulica superficial máxima para T = 20° C}$$

Tomando el máximo valor, la superficie que tendrá cada uno de los sedimentadores vale  $A = 27,59 \text{ m}^2$ .

Se adoptan sedimentadores secundarios con limpieza mecánica, por lo tanto, el diámetro resulta:

$$D = (4 \cdot 15,28 / \pi)^{1/2} = 5,93 \text{ m}$$

D adoptado = 6 m

Luego, el perímetro del vertedero de salida es:

$$P_{vs} = 6 \cdot \pi = 18,85 \text{ m}$$

La carga hidráulica unitaria máxima sobre el vertedero de salida, para el caudal medio del día de mayor vuelco, es igual a:

$$q_v = Q_{D/2} / P_{vs} = 512,68 / 18,85 = 27,20 \text{ m}^3/\text{día m} = 0,31 \text{ l/s.m}$$

En tanto que la carga hidráulica superficial del sedimentador, para el caudal señalado precedentemente, es:

$$CH_s = Q_{D/2} / A_{\text{max}} = 512,68 / 27,59 = 18,58 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$$

El canal de salida tendrá en el extremo opuesto al punto de evacuación del líquido, su altura más elevada. Esta situación permite dividir el caudal a conducir por el canal en dos partes iguales, por lo tanto, por cada una circularán:

$$q_{cs} = (q_v \cdot P_{vs}) / 2 = (0,31 \cdot 18,85) / 2 = 2,97 \text{ l/s}$$

Luego si se fija una velocidad de 0,60 m/s y un ancho de salida de 50 cm, se tendrá que la altura del canal es:

$$h = [(q_{cs} / 1000) / v] / b = [(2,97 / 1000) / 0,60] / 0,50 = 0,010 \text{ m}$$

Siguiendo las Normas del ENOHSA se fija una profundidad, a la altura de la pared perimetral, de 2,00 m con lo que el volumen del sedimentador es de:

$$V = A_{\text{max}} \cdot 2,00 \text{ m} = 27,59 \cdot 2,00 = 55,18 \text{ m}^3$$

La permanencia mínima resulta:

$$P_{\text{mín}} = V / Q_{D/2} = 55,18 / 512,68 = 0,108 \text{ días} = 2,58 \text{ hs} > 1,50 \text{ hs (satisface)}$$

### 5.3.4 Estación de recirculación y extracción de barro

Parámetros de diseño:

$$Q_{C/2\ 2030} = Q_R = \text{Caudal de recirculación [m}^3/\text{día]} = 732,40$$

$$Q_S = \text{Masa de sólidos suspendidos que ingresa diariamente [m}^3/\text{día]} = 192,26$$

$$V = \text{volumen de cámara de aireación [m}^3] = 1281,70$$

Valores Adoptados:

$$X = \text{Concentración de sólidos suspendidos en la cámara de aireación [Kg SSTA/m}^3] = 3$$

$$EL = \text{Edad del lodo [días]} = 20$$

$$D = \text{Diámetro de impulsión [m]} = 0,200$$

#### 5.3.4.1 Recirculación del barro

El caudal a recircular para ambos módulos es igual a:

$$Q_{C\ 2040} = Q_R = 732,40 \text{ m}^3/\text{día} = 0,0085 \text{ m}^3/\text{s} = 8,48 \text{ l/s}$$

Si fijamos, para la cañería de impulsión, un diámetro  $D = 0,110 \text{ m}$ , el área de la misma nos permitirá conocer la velocidad de circulación del líquido:

$$A = \pi r^2 = 0,0095 \text{ m}^2$$

$$V = Q_R / A = 0,0085 / 0,0095 = 0,894 \text{ m/s}$$

Cuando se encuentre funcionando un solo módulo, el caudal de recirculación será la mitad del valor indicado y la velocidad de  $0,45 \text{ m/s}$ , valor que se considera bajo.

Por lo tanto, se recomienda, para la elaboración del manual de operación y mantenimiento, que periódicamente se pongan en funcionamiento ambos equipos (el previsto para el funcionamiento y el de reserva) para facilitar la limpieza de la conducción, evitando posibles atascamientos.

El desnivel geométrico existente entre la cámara partidora y el sedimentador secundario es:

$$H_g = 217,45 - 212,60 = 4,85 \text{ m}$$

Para determinar la altura manométrica se consideran las pérdidas de carga por fricción y las pérdidas de carga por singularidades.

Para la determinación de las pérdidas de carga por singularidades se emplean las longitudes equivalentes y se considera el funcionamiento simultáneo de las 2 (dos) electro-bombas, es decir, cuando se bombee el total del  $Q_R$ , por lo tanto, se tendrá:

VE D° 200 mm (1).....	=	1,40 m
VR D° 200 mm (1).....	=	13,00 m
Curva a 90° D° 200 mm (2).....	=	9,20 m
Reducción 250x 200 mm (1) .....	=	0,60 m
Curva a 90° D° 250 mm (1) .....	=	22,50 m
Desembocadura D° 250 mm .....	=	5,40 m
Longitud equivalente total.....	=	52,10 m

La longitud de la cañería desde la estación de bombeo hasta la desembocadura en la cámara partidora es de 18,00 m, por lo tanto, la longitud total es:

$$L = L_g + L_{\text{equiv}} = 18,00 + 52,10 = 70,10 \text{ m}$$

Ahora bien, la pérdida de carga unitaria se determinará mediante la expresión de Hazen-Williams, se tiene entonces:

$$S = 10,675 (Q_R / C)^{1,852} (1/D)^{4,8704}$$

$$S = 10,675 (0,0085 / 140)^{1,852} (1/0,200)^{4,8704} = 0,00042 \text{ m/m}$$

Donde:

$$C = 140$$

$$D = 0,200 \text{ m}$$

Luego la pérdida de carga es:

$$H_f = 70,10 \cdot 0,00042 = 0,029 \text{ m}$$

Ahora se tiene que la Altura manométrica es igual a:

$$H_m = H_g + H_f = 4,85 + 0,029 = 4,88 \text{ m}$$

Como al final del período de diseño se instalarán tres equipos de bombeo (dos en funcionamiento y uno de reserva), cada uno deberá cumplir con lo siguiente:

$$Q = Q_R \cdot 0,70 = 0,0085 \cdot 0,70 = 0,00595 \text{ m}^3/\text{s} = 5,95 \text{ l/s}$$

Por lo tanto, cada equipo de bombeo deberá cumplir con lo siguiente:

$$q_b = 0,00595 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_m = 4,88 \text{ m}$$

#### **5.3.4.2 Extracción de barros en exceso**

El caudal a extraer diariamente del circuito se determina de la siguiente manera:

$$Q_{cb} = V / (C \cdot EL) = 1281,70 \text{ m}^3 / (2 \cdot 20 \text{ días}) = 32,043 \text{ m}^3/\text{día}$$

Donde:

$$V = 1281,70 \text{ m}^3 \text{ (volumen de la cámara de aireación)}$$

$C = 2$  (coeficiente de compactación en el sedimentador)

$EL = 20$  días (edad del lodo)

Si se considera que la extracción de barros se efectúa en tres ciclos diarios y a su vez que el funcionamiento de las electrobombas se realiza en quince minutos, se tendrá que el caudal a impulsar por cada electro bomba será:

$$Q_{B \text{ extr}} = Q_{cb} / (3 \text{ ciclos/día} \cdot 15 \text{ min}) = 32,043 \text{ m}^3/\text{día} / (3 \text{ ciclos/día} \cdot 15 \text{ min}) = 0,712 \text{ m}^3/\text{min} = 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$$

El desnivel geométrico existente entre el sedimentador secundario y la salida en la playa de secado es:

$$H_g = 214,60 - 212,60 = 2,00 \text{ m}$$

Si fijamos, para la cañería de impulsión, un diámetro  $D = 0,160 \text{ m}$ , la velocidad de circulación del líquido será  $V = 0,60 \text{ m/s}$ .

Para determinar la altura manométrica se consideran las pérdidas de carga por fricción y las pérdidas de carga por singularidades. Para la determinación de las pérdidas de carga por singularidades se emplean las longitudes equivalentes, por lo tanto:

$$\text{VE } D^\circ 100 \text{ mm (1)} \dots\dots\dots = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{VR } D^\circ 100 \text{ mm (1)} \dots\dots\dots = 5,40 \text{ m}$$

$$\text{Curva a } 90^\circ D^\circ 100 \text{ mm (2)} \dots\dots\dots = 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Reducción } 160 \times 100 \text{ mm (1)} \dots\dots\dots = 9,40 \text{ m}$$

$$\text{Curva a } 90^\circ D^\circ 160 \text{ mm (1)} \dots\dots\dots = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Desembocadura } D^\circ 160 \text{ mm} \dots\dots\dots = 4,70 \text{ m}$$

$$\text{Longitud equivalente total} \dots\dots\dots = 27,70 \text{ m}$$

La longitud de la cañería desde la estación de bombeo de barro hasta la desembocadura de la playa de secados es de 52,30 m, por lo tanto, la longitud total es:

$$L = L_g + L_{\text{equiv}} = 52,30 + 27,70 = 80,00 \text{ m}$$

La pérdida de carga unitaria se determinará mediante la expresión de Hazen-Williams, por lo que se tendrá:

$$S = 10,675 (Q_B / C)^{1,852} (1/D)^{4,8704}$$

$$S = 10,675 (0,012 / 140)^{1,852} (1/0,160)^{4,8704} = 0,0023 \text{ m/m}$$

Donde:

$$C = 140$$

$$D = 0,160 \text{ m}$$

Luego la pérdida de carga es:

$$H_f = 80,00 \cdot 0,0023 = 0,185 \text{ m}$$

Ahora se tiene que la altura manométrica es igual a:

$$H_m = H_g + H_f = 2,00 + 0,185 = 2,185 \text{ m}$$

Por lo tanto, cada equipo de bombeo deberá cumplir con lo siguiente:

$$q_b = 0,012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_m = 2,185 \text{ m}$$

### 5.3.5 Playas de secado de barro

Parámetros de diseño:



$$\text{Pob} = \text{Población 2040 [hab]} = 3.662$$

$$\text{L/A} = \text{Relación largo-ancho} = 5$$

Valores Adoptados:

$$\text{L} = \text{Largo [m]} = 25$$

$$\text{Ancho [m]} = 7,5$$

Para el diseño de las playas de secado de barro se seguirán las pautas sugeridas por el ENOHSA.

La superficie necesaria para el final del período de diseño, será:

$$\text{As} = \text{Pob} \cdot 0,10 \text{ m}^2/\text{hab} = 3.662 \text{ hab} \cdot 0,10 \text{ m}^2/\text{hab} = 366 \text{ m}^2$$

Las dimensiones que adoptamos para cada playa son:

$$\text{Largo} = 25,00 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 7,50 \text{ m}$$

Con estas dimensiones la relación  $\text{L/A} \leq 5$  (satisface) y el número total de playas resulta:

$$\text{N} = \text{As} / (\text{L} \cdot \text{A}) = 366 / (25 \cdot 7,5) = 1,95 \approx 2$$

Por lo tanto, en esta primera etapa (un módulo), se construirán solamente dos playas de secado de barro.

### **5.3.6 Aforador de caudales tipo Parshall**

El aforador será de hormigón armado, con capacidad para medir los caudales efluentes a la planta. La estructura se ha diseñado para que trabaje a descarga libre y suponiendo una sumergencia menor del 60 %.

Sus medidas son las siguientes:

$W = 0,15 \text{ m}$                        $A = 0,62 \text{ m}$   
 $B = 0,61 \text{ m}$                        $C = 0,39 \text{ m}$   
 $D = 0,39 \text{ m}$                        $E = 0,46 \text{ m}$   
 $F = 0,31 \text{ m}$                        $G = 0,61 \text{ m}$   
 $K = 0,08 \text{ m}$                        $N = 0,11 \text{ m}$   
 $X = 0,15 \text{ m}$                        $Y = 0,08 \text{ m}$

$$Q = 0,006937 \cdot H^{1,58}$$

H (mm)	Q (l/s)	H (mm)	Q (l/s)	H (mm)	Q (l/s)
10	0,3	110	11,7	210	32,4
20	0,8	120	13,4	220	34,8
30	1,5	130	15,2	230	37,4
40	2,4	140	17,1	240	40,0
50	3,4	150	19,0	250	42,6
60	4,5	160	21,1	260	45,4
70	5,7	170	23,2	270	48,2
80	7,0	180	25,4	280	51,0
90	8,5	190	27,6	290	53,9
100	10,0	200	30,0	300	56,9

### 5.3.7 Cámara de Cloración

Parámetros de diseño:

$$Q_{E/2\ 2040} = \text{Caudal máximo horario} = 36,31 \text{ m}^3/\text{h} = 36.315 \text{ l/h}$$

$$Q_{C/2\ 2040} = \text{Caudal medio diario} [\text{m}^3/\text{día}] = 15,26 \text{ m}^3/\text{h} = 15.258 \text{ l/h}$$

$$Q_{A/2\ 2040} = \text{Caudal mínimo horario} [\text{m}^3/\text{día}] = 5,34 \text{ m}^3/\text{h} = 5.340 \text{ l/h}$$

Valores Adoptados:

$$h = \text{Altura de la cámara [m]} = 0,50$$

$$A = \text{Ancho de la cámara [m]} = 0,50$$

$$H = \text{Tirante líquido [m]} = 1$$

$$P = \text{Tiempo de residencia [min]} = 15$$

El tiempo de residencia mínimo en la cámara de contacto es de 15 minutos. Si se dimensiona la cámara de cloración con el caudal máximo horario, el volumen resultante verificará para todos los demás; teniendo en cuenta que en la primera etapa se construirá sólo un módulo.

El volumen de cada cámara de contacto resulta igual a:

$$V_{cc} = 0,25 \text{ h} \cdot Q_{E/2 \ 2040} = 0,25 \cdot 36,31 = 9,08 \text{ m}^3$$

Si tomamos una altura  $H = 0,50 \text{ m}$ , la superficie:

$$S = V_{cc} / H = 9,08 / 0,50 = 18,16 \text{ m}^2$$

Adoptamos un ancho de canal  $A = 0,50 \text{ m}$ , por lo tanto, el largo del mismo vale:

$$L = S / A = 18,16 / 0,50 = 36,31 \text{ m}$$

La relación Largo-Ancho es:

$$L/A = 36,31 \text{ m} / 0,50 \text{ m} = 72,63 > 40 \text{ (satisface según Norma ENOHSA)}$$

Con estos valores se tiene que la velocidad de circulación del líquido en el interior de la cámara de contacto es:

$$Vel = (Q_{E/2 \ 2040} / 3600) / (A \cdot H) = (36,31 / 3600) / (0,50 \cdot 0,50) = 0,0403 \text{ m/s}$$

$$0,0403 \text{ m/s} < 0,075 \text{ m/s} \text{ (satisface según Norma ENOHSA)}$$

### **5.3.7.1 Desinfección mediante el uso de cloro**

Para la determinación de la cantidad de cloro como desinfectante del agua residual, se estableció la cantidad de organismos coliformes empleando el procedimiento del número más probable (NMP), estos valores fueron:

$$\text{Coliformes de efluente crudo: } N_0 = 10^7 \text{ NMP coliformes/100ml}$$

$$\text{Coliformes admisibles en efluente: } N_e = 1000 \text{ NMP coliformes/100ml}$$

En función de los coliformes de ingreso y salida (admisibles) se calcula la cantidad de cloro residual  $C_R$  necesario con la siguiente expresión:

$$\frac{N_0}{N_e} = (1 + 0,23C_r t_r)^3$$

Siendo:

$C_r$ : Cloro residual;  $t_r$ : tiempo de permanencia (mínimo adoptado:  $t_r = 60$  min.)

Entonces, la cantidad de cloro residual será:

$$C_r = \frac{\left(\frac{N_0}{N_e}\right)^{1/3} - 1}{0,23 \times t_r} = \frac{\left(\frac{1 \times 10^7 \text{ NMPcolif. / 100ml}}{1000 \text{ NMPcolif / 100ml}}\right)^{1/3} - 1}{0,23 \times 60 \text{ min}} =$$

$$C_r = 2,08 \text{ mg/l}$$

**Cloro puro necesario para desinfección ( $Cl_2$ ):** Una vez determinado el cloro residual necesario se ingresa a la Figura 11, que relaciona  $C_r$  y  $Cl_2$  y se obtiene la cantidad de cloro libre puro a dosificar.

De la gráfica se obtuvo:  $Cl_2 = 6,8$  mg/l

Se inyectará hipoclorito de sodio al 10 % en la cañería de ingreso a la cámara de cloración, inmediatamente después del aforador de caudal, y en una cantidad de 6,8 mg/l de cloro activo.

Para la selección del dosador, la cantidad de hipoclorito a agregar se determinará con el caudal medio anual, o sea  $Q_C$ , teniendo en cuenta que se considerará la mitad de ese caudal, por construirse en esta primera etapa un módulo.

Caudal medio a tratar:

$$Q_d = Q_C / 2 = 366 \text{ m}^3/\text{día} = 366.000 \text{ lts/día}$$

Estimación del consumo diario de cloro:

1 litro de efluente ----- 6,8 mg/l  
 366.000 litros de efluente ----- 2.488.800 mg/día = 2,50 kg Cl<sub>2</sub>/día

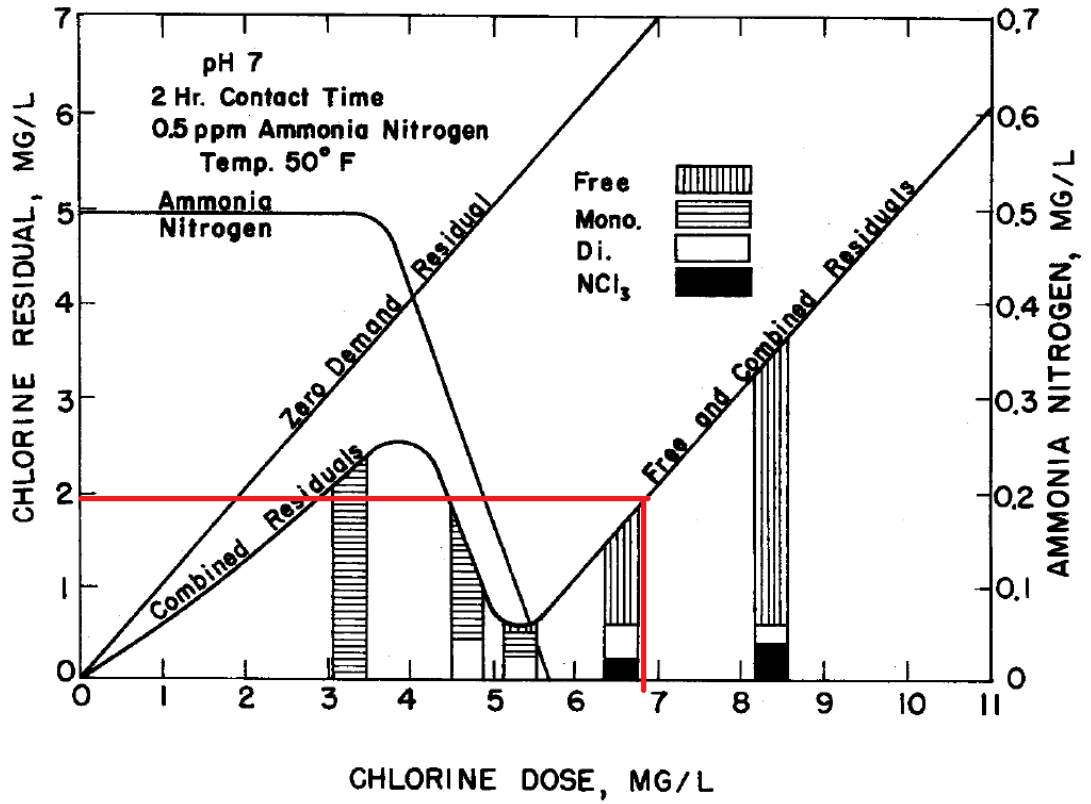


Figura 11: Dosificación de cloro vs. Cloro residual.

### **III. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

#### **Art. 1 REPLANTEO DE OBRA**

##### **Art. 1.1 DESCRIPCIÓN**

El replanteo definitivo de las obras a ejecutar, se establecerá previa consulta con los planos de instalaciones existentes de manera de evitar daños a las mismas y/o para no interrumpir innecesariamente su funcionamiento. La Contratista deberá recabar todos los datos necesarios en la repartición pública o empresa de servicios públicos que corresponda, con el objeto de determinar la solución técnico - económica más favorable. La Dirección Técnica de la obra podrá ordenar la ejecución de sondeos previos exploratorios, para determinar definitivamente la existencia de instalaciones que indiquen los planos u otras no anotadas. Estos sondeos serán por cuenta y cargo del Contratista, así como también la reposición de los pavimentos y/o veredas afectados como consecuencia de los mismos.

En el caso que existiera en algún tramo o sector de trabajo, un impedimento de ejecutar la obra como consta en planos, originado por otras instalaciones existentes, el Contratista deberá elevar la solución a la Dirección Técnica de la obra quien deberá dar la aprobación definitiva a la misma antes de su ejecución.

##### **Art. 1.2 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Los trabajos del presente artículo se medirán en forma global (GI) y el precio será compensación total por el replanteo planialtimétrico de las obras a ejecutar. El mismo se liquidará una vez finalizado el trabajo, de acuerdo a lo indicado en el ítem correspondiente a la Planilla de Cómputo y Presupuesto.

#### **Art. 2 DESMALEZAMIENTO Y LIMPIEZA DE TERRENO**

##### **Art. 2.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo comprende el destronque y la limpieza del terreno dentro de los límites de la superficie destinada a la ejecución de las obras objeto de esta Licitación. Todo el predio de la planta depuradora no utilizado para la construcción de las obras, mantendrá la actual cobertura vegetal.

Comprende también la carga, transporte y descarga del producto de la limpieza que no se utilice en parte alguna de la obra, hasta diez (10) kilómetros del lugar de emplazamiento de los trabajos, medidos entre el baricentro del depósito y el límite más próximo del área de trabajo y recorrido por el camino más corto practicable.

Se solicitará a la Municipalidad de Ticino que indique el lugar en dónde pueda ser depositado el suelo sobrante de las excavaciones, dentro de sus terrenos, sin que estos rellenos, afecten a la ejecución de las obras de segunda etapa.

Posteriormente, se procederá a ejecutar las excavaciones y terraplenes pertinentes para la ubicación de las obras, y al finalizar las mismas se deberá cubrir con suelo seleccionado hasta los niveles establecidos en los planos.

#### **Art. 2.2 EQUIPOS**

El Contratista ejecutará las obras utilizando los equipos que las características de los trabajos, el ritmo de ejecución previsto y las condiciones locales así lo exijan; por lo cual, previamente a la iniciación de las tareas, deberá presentar a la Inspección un listado completo con las características (cantidad, fabricante, marca, modelo, dimensiones, motor, etc.) de los equipos que utilizará para la ejecución de estos trabajos. Todos los equipos deberán tener datos garantizados y plantearse al menos tres marcas distintas y reconocidas en el mercado. Los mismos deberán ser aprobados por la Inspección, la cual podrá exigir el cambio de aquellos, que, a su juicio, no resulten aceptables.

Todos los equipos deberán ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en el plazo contractual.

#### **Art. 2.3 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La superficie sometida a los trabajos desmalezamiento y limpieza que describe este artículo, se liquidará de manera global (GI) una vez terminado todos los trabajos y al precio estipulado en el ítem correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto, una vez aprobados los trabajos por la Inspección.

La extracción de árboles, arbustos y troncos, de cualquier dimensión, las demoliciones, el retiro de estructuras y materiales, etc., no se medirán ni recibirán pago adicional alguno.

### **Art. 3 EXCAVACIONES EN TODO TIPO DE TERRENO**

#### **Art. 3.1 DESCRIPCIÓN**

Este ítem comprende la excavación en cualquier tipo de terreno y a cualquier profundidad para las distintas unidades componentes de la planta depuradora, de las estaciones de bombeo y de otros elementos del sistema, y que son necesarias realizar para llegar a la cota de terreno final del proyecto.

Dentro de este ítem se incluye el relleno y compactación de las excavaciones excedentes que fueron necesarias para ejecutar las obras, hasta el nivel del terreno natural.

Cuando la estructura deba apoyarse sobre la roca, se deberá emparejar con un hormigón de limpieza H-15, y recién después montar la estructura superior.

El volumen de la excavación será el volumen de suelo desalojado por la estructura más una sobre excavación de +0,10 m. En este ítem deberán prorratearse las sobre excavaciones necesarias para ejecutar las estructuras y el relleno entre la excavación y la estructura, con suelo seleccionado hasta alcanzar la cota del terreno natural, de acuerdo a las especificaciones de cada ítem.

### **Art. 3.2 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

La medición de la excavación y del relleno se realizará por unidad de volumen ( $m^3$ ) y se liquidará al precio establecido en el ítem correspondiente de la Planilla de Cómputo y Presupuesto, una vez aprobados los trabajos por la Inspección.

Dicho precio será compensación total por la excavación en cualquier tipo de terreno y a cualquier profundidad y todos aquellos materiales, equipos y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este artículo sean necesarios para lograr llegar a las cotas de fundaciones de las estructuras.

## **Art. 4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIQUIDOS CLOACALES**

### **Art. 4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO**

La planta depuradora de líquidos cloacales, tratará los efluentes colectados de la localidad para lo cual se ha definido la ejecución de dos módulos de tratamiento. El primer módulo se construirá en la etapa inicial. El segundo módulo se construirá (en forma espejada al primero) aproximadamente a la mitad del período de diseño, es decir dentro de unos 10 años (año 2030). El proceso de tratamiento previsto es para el período de diseño de 20 años (2020-2040).

El Contratista deberá construir las obras pertenecientes a la primera etapa constructiva, de manera tal que queden previstas las estructuras de segunda etapa que se interconectarán a las de primera, sin necesidad de producir roturas en las estructuras.

Las obras a ejecutar por la Contratista, denominadas "de primera etapa", serán las siguientes:

- Tamices: en la primera etapa se instalarán solamente dos tamices en paralelo.



- Cámara Partidora: deberán construirse dos cámaras, una en la primera etapa y luego otra adyacente en la segunda etapa.
- Cámara de Aireación: deberán construirse dos unidades, una en la primera etapa y luego otra en la segunda etapa, según los planos correspondientes.
- Sedimentador Secundario: deberán construirse dos sedimentadores, uno en la primera etapa y luego otro en la segunda etapa.
- Estación de Recirculación y Bombeo de barro: Esta unidad será única y será prevista para funcionar durante los dos períodos constructivos. En la segunda etapa se le adicionará una cañería contigua. Las instalaciones tendrán capacidad suficiente como para albergar a las bombas de segunda etapa.
- Cámara de aforo tipo Parshall: se construirá una unidad en la primera etapa para funcionar durante los dos periodos.
- Cámara de Cloración: deberán construirse dos unidades, una en la primera etapa y luego otra en la segunda etapa, según los planos correspondientes.
- Playas de secado: deberán construirse cuatro unidades, dos en la primera etapa y luego otras dos en la segunda etapa.
- Edificio Central: en este se ubican laboratorio, oficinas y baños para el personal.
- Sala de Cloración: se ha previsto la desinfección con tanques de 6 m<sup>3</sup> cada uno de hipoclorito.
- Sala de Tableros: el equipamiento electromecánico deberá ser provisto para la primera etapa, y prever espacio suficiente para el equipamiento correspondiente a la segunda.
- Instalaciones de Agua: se deberá construir en la primera etapa.
- Instalaciones electromecánicas y eléctricas: todos los cableados y estación transformadora, deberán tener capacidad para transportar la energía necesaria a las instalaciones de primera etapa. En la sala de tableros, se deberá prever el espacio para la colocación de los tableros de segunda etapa. En la primera etapa se instalará un Grupo Electrónico con capacidad suficiente para mantener en servicio el 80% de los equipos electromecánicos y un 50% de la iluminación exterior.
- Protección contra descargas atmosféricas: esta será colocada en la primera etapa constructiva.
- Cerco perimetral y portón de acceso: se alambra con cerco olímpico todo el predio indicado en los planos.
- Mástil: se construirá en la primera etapa constructiva.
- Sistema de descarga de camiones atmosféricos: se construirá un terraplenado que propiciará la descarga de los camiones atmosféricos en la Estación de Bombeo de la Planta; el sistema servirá tanto para la primera etapa como para la segunda.

La Contratista, deberá conocer perfectamente la topografía del terreno y el tipo de suelo del predio donde se construirán las estructuras de la Planta Depuradora,

debiendo efectuar todas las tareas requeridas en los citados artículos, ya que será el único responsable del correcto funcionamiento de las obras.

La planta depuradora deberá garantizar las siguientes condiciones de vuelco establecidas en la Tabla 6:

<b>Estándares Físicos:</b>	Unidades	Valor Máximo Permitido
Temperatura	°C	<40
Ph	UpH	6 a 9
Sólidos sedim. 10 min.	ml/L	<0,5
Sólidos sedim. 2 hs.	ml/L	<1
Sólidos suspendidos	mg/L	<40
<b>Estándares Químicos:</b>	Unidades	Valor Máximo Permitido
Aluminio	mg/L	<5
Arsénico	mg/L	<0,5
Bario	mg/L	<2
Boro	mg/L	<2
Cadmio	mg/L	<0,1
Cianuros	mg/L	<0,1
Cobalto	mg/L	<2
Cobre	mg/L	<0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	<0,05
Cromo hexavalente	mg/L	<0,1
Cromo total	mg/L	<1
Cloro residual	mg/L	<0,1
Demanda de Cloro	mg/L	Satisfecha
Detergentes	mg/L	<1-0,5 (*)
Estaño	mg/L	<4
Fósforo total	mg/L	<10-0,5 (*)
Fluoruros	mg/L	<1,5
Hidrocarburos	mg/L	<10
Hierro	mg/L	<1
Manganeso	mg/L	<0,5
Mercurio	mg/L	<0,005
Niquel	mg/L	<2
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	mg/L	<3
Nitrito	mg/L	<0,3
Nitrato	mg/L	<10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	<20-10(*)

Plata	mg/L	<0,001
Plomo	mg/L	<0,5
Selenio	mg/L	<0,1
Sodio	mg/L	<250
Sulfuros	mg/L	<1
Sulfatos	mg/L	<500
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	<20
Zinc	mg/L	<2
<b>Estándares biológicos y orgánicos:</b>	Unidades	Valor Máximo Permitido
DBO5	mg/L	<40 o 30 (*)
DQO	mg/L	<250
Coliformes totales	NMP/100 MI	5000
Coliformes termotolerables (**)	NMP/100 MI	1000
<b>Estándares Plaguicidas:</b>	Unidades	Valor Máximo Permitido
Plaguicidas organoclorados	mg/L	Ausencia
Plaguicidas organofosforados	mg/L	<0,1
Plaguicida total	mg/L	<0,1

Tabla 6: Condiciones de vuelco según Decreto 847/16 de la Provincia de Córdoba.

(\*) Para lagos, embalses o lagunas y ríos o arroyos tributarios a estos cuerpos de agua.

(\*\*) Para vertidos en cuerpo de agua de contacto directo deberá además analizarse *Escherichia coli*.

Las condiciones de vuelco anteriores corresponden a la aplicación de las disposiciones del Decreto 847/16 de la Provincia de Córdoba para vuelco a embalse de acuerdo a la Secretaría de Recursos Hídricos.

#### **Art. 4.2 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO TIPO H-25**

##### **Descripción**

Las estructuras de las unidades de la Planta de Tratamiento que estén en contacto directo con el líquido a tratar y/o tratado (Tamices, Cámara Partidora, Cámara de Aireación, Sedimentador Secundario, Cámara de aforo tipo Parshall, Cámara de Cloración y Playas de secado) se ejecutarán con Hormigón Armado Tipo H-25.

##### **Medición y Forma de Pago**

La estructura de Hormigón Armado Tipo H-25 se computará y liquidará por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### **Art. 4.3 TAMICES**

#### **Descripción**

Los tamices previstos en el proyecto son cuatro, pero en forma inmediata se instalarán solamente dos. Los mismos se ubicarán al inicio del proceso de tratamiento a los fines de interceptar el líquido cloacal proveniente de la estación de bombeo y extraer todos aquellos materiales de tamaño igual o mayor a la abertura de la malla.

Serán de los denominados estático, auto-limpiante, y estarán montados sobre una estructura de hormigón armado y a una altura tal que el líquido después que pasó la malla pueda ser conducido por gravedad a la cámara de partición. En el plano respectivo se ha indicado la cota donde debe apoyar la base de los tamices.

Cada tamiz, deberá tener las siguientes características:

- Una capacidad para tamizar un caudal mínimo de 220,26 m<sup>3</sup>/ h.
- Malla filtrante con abertura de paso de 2,00 mm.
- Estructura de soporte y malla de acero inoxidable AISI 304.
- Malla filtrante removible para su reparación o limpieza interna.
- Baffle para regulación del caudal.

Como se aclaró al inicio del presente artículo, el Contratista instalará solamente dos tamices, pero realizará todas las demás obras (plataforma de hormigón simple, desagües, etc.) necesarias para colocar los otros dos, incluida las estructuras de hormigón para sostén de cada uno.

Las uniones de los tramos de caños y piezas especiales serán bridadas, las que responderán a las Normas IRAM, ASME o AMSI, según sea la aplicación más directa.

Se proveerá un (1) canasto para la reja de limpieza manual, con refuerzos de perfiles, según las dimensiones indicadas en plano para la reja de limpieza manual.

La manija y el aro de izaje de cada canasto, de limpieza manual, se realizarán con hierro de diámetro 16 mm. Su izaje se efectuará por medio de un cable de acero unido a un polipasto eléctrico.

Tanto las rejas mecánicas como las rejas de limpieza manual se protegerán mediante un zincado por inmersión en caliente, con un revestimiento no inferior a 0,06 g/cm<sup>2</sup>. No se aceptará ningún tipo de maquinado posterior al zincado.

El Contratista proveerá de dos (2) rastrillos para la limpieza manual, para extraer el material retenido entre las barras, protegido con la misma capa de zincado de toda la estructura. Los rastrillos tendrán dientes de 3/16" de espesor, 1" de profundidad y 2" de altura y de un ancho donde se alojen los dientes de al menos 0,40 m y se construirán en acero SAE 1020. La punta inferior deberá ser angular de manera tal de facilitar el trabajo y que los residuos no queden enredados durante la operación de volcado en el canasto de descarga.

Los rastrillos irán soldados a un mango cuyo largo deberá ser tal, que permita al operador recorrer cómodamente la longitud de la reja. El mango será de caño estructural liviano de 25 mm de diámetro e irá soldado al fleje que contendrá a todos los dientes del rastrillo.

En este ítem se deberán realizar, además de la provisión y colocación de los dos tamices, la provisión y colocación de todas las cañerías, curvas y ramales de acero, válvulas, piezas de transición, estructuras de hormigón armado para soportes de los a colocar en forma inmediata y los otros dos tamices a colocar en el futuro, plataforma de hormigón simple con los espesores, dimensiones y pendientes señalados en plano, anclajes, desagües, pinturas, etc.

#### **Medición y Forma de Pago**

Se medirá en forma global y se pagará un 60% (sesenta por ciento) al proveer el/los tamices y el 40% (cuarenta por ciento) restante al precio estipulado en el ítem correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto, una vez que la Inspección compruebe su correcto funcionamiento. El Contratista deberá proveer el equipamiento, una vez que haya finalizado la obra civil dónde será instalado.

Este precio será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de los materiales; la provisión de mano de obra; la ejecución de los trabajos; las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las estructuras.

#### **Art. 4.4 CÁMARA PARTIDORA**

##### **Vertedero y embudos de la Cámara Partidora**

Este ítem comprende la provisión, acarreo y colocación de los vertederos y embudos rectangular de acero inoxidable.

Este deberá ser construido con chapa de acero inoxidable AISI 304 de 4,76 mm de espesor, sujeta a la estructura de la cámara de carga, mediante dos bulones con tuerca de 10 mm del mismo material.

## Medición y Forma de Pago

La instalación y provisión de los vertederos rectangulares y embudos, deberán estar porretadas en el presente ítem y será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de los materiales, equipamientos, la provisión de mano de obra, la ejecución de los trabajos, las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las obras.

### Art. 4.5 CÁMARA DE AIREACIÓN

#### Descripción

Este ítem incluye la provisión, acarreo y colocación de los sopladores, difusores de aire, tuberías de aire, válvulas, mezcladores, estructuras de montaje, tableros eléctricos de los sopladores, automatismos, y un multianalizador portátil apto para efectuar determinaciones en campo de pH, oxígeno disuelto y temperatura y todos los elementos que no son indicados pero que sean necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

Además, se incluye la provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra civil de la unidad de tratamiento, la que deberá ejecutarse en hormigón armado tipo H-25, de acuerdo a los cálculos estructurales cuyo dimensionamiento y verificación estarán a cargo de La Contratista.

Para el diseño del sistema de aireación se deberán considerar los siguientes valores:

- $Q_{D\ 2040}$  = caudal máximo diario [ $m^3/d$ ] = 1025,36
- $C_m$  = Carga orgánica másica [Kg DBO5 / día Kg SSLM] = 0,05
- $X$  = Concentración de biomasa SSLM [Kg SSLM /  $m^3$ ] = 3
- $C_v$  = Carga orgánica volumétrica [Kg SSLM /  $m^3$ ] = 0,20
- $a'$  = Oxígeno requerido para síntesis [Kg O2 d / Kg DBO5 día] = 0,55
- $b'$  = Oxígeno requerido para respiración endógena [Kg O2 d / Kg SSLM día] = 0,07
- $c'$  = Oxígeno requerido para nitrificación [Kg O2 d / Kg Nk] = 4,57
- $N_k$  = Aporte de  $N_2$  nitrificable por persona [gr N / día hab.] = 8
- $E_1$  = Eficiencia de reducción orgánica = 85%
- $E_2$  = Eficiencia de nitrificación = 90%
- $CO$  = Rendimiento de oxigenación del equipo [Kg O2 / Kw h] = 1,15

Los difusores se colocarán distribuidos en el reactor teniendo en cuenta la creación de zonas anóxicas para evitar la formación de filamentosas ("bulking") y para poder realizar el proceso de desnitrificación.

El Oferente deberá presentar con su propuesta, la memoria de cálculo completa, con la determinación de los coeficientes de ajustes de condiciones de campo a condiciones estándar en invierno y verano; el cálculo de la cantidad de difusores y su distribución en cada cámara y el cálculo de la cantidad y potencia de los equipos sopladores. La cantidad de equipos sopladores en funcionamiento y en stand-by, establecidos más abajo en el presente artículo, se entienden como cantidad mínima, pudiendo ser ajustada por el Oferente en función de las condiciones y parámetros establecidos en el presente artículo, para la obtención de un funcionamiento óptimo y ahorro máximo de energía para las condiciones de pico turístico y media estable.

### **Equipos Aireadores**

Los equipos de aireación presentados en el proyecto serán superficiales, de acoplamiento directo motor-rotor, de velocidad que no supere los 1000 rpm. Dispondrá de eje inclinado, montado sobre una estructura metálica sujeta a una pasarela de hormigón armado, que permita variar el ángulo de inclinación del aireador.

Las características y partes componentes del aireador especificado son:

- El aireador consta de un motor eléctrico y un soplador, ubicados ambos fuera de la superficie del agua. El motor está conectado a un eje hueco enfundado en una camisa, en cuyo extremo se encontrarán las hélices de mezcla y de aireación. Aireadores con motores sumergidos o ejes macizos no serán aceptables.
- El eje hueco rota las dos hélices. La hélice secundaria o de aireación, que está instalada a continuación de la hélice primaria o de mezcla, atomiza y dispersa el aire dentro de la corriente de agua, desplazándolo debajo de la superficie (de agua), desplazamiento que es maximizado por la hélice de mezcla.

La sumergencia se podrá variar a través de un dispositivo de regulación de altura e inclinación, que para tal fin se construirá en la estructura metálica de soporte de cada aireador. Los motores serán del tipo blindado, para intemperie, protección IP 55, factor de servicio 1,15, enfriados mediante ventilador. Todos los herrajes serán de acero inoxidable AISI 316, como también el eje hueco y la camisa del aireador. El bobinado del motor será no higroscópico, con aislación NEMA clase F, o superior. El motor dispondrá de drenaje de condensado, colocado en la parte inferior del extremo de la carcasa.

Cada motor deberá tener una placa en acero inoxidable fijada firmemente a él, con la información del voltaje, velocidad, fase, clase de aislamiento, amperaje, factor de servicio, diagrama eléctrico y número de serie del motor. Además, se proveerán e instalarán chapas de identificación sobre o adyacentes a cada aireador, estas chapas de identificación tendrán letras grabadas no menores que 19 mm. Las letras serán pintadas en negro después de la fabricación. Las identificaciones serán; “aireador N° 1”, “aireador N° 2”, etc.

La caja terminal deberá ser firmemente atornillada a la estructura del motor en cuatro puntos y será del tamaño que cumpla con los estándares de NEMA. La caja terminal será hermética y apropiada para la instalación de los cables eléctricos.

El soplador deberá ser completamente sellado, de tipo regenerativo. Los rodamientos serán sellados y clasificados para resistencia de químicos. Deberá disponer de filtro de malla de alambre de acero.

La brida de acople será de acero inoxidable, al igual que el eje-junta universal.

El eje será en acero inoxidable; todas las soldaduras de la junta de acople del eje serán de acero al carbono. El eje debe ser hueco para permitir el máximo flujo de aire y transferencia de oxígeno. Unidades con ejes macizos no son aceptables. El eje deberá ser balanceado dinámicamente.

La hélice mezcladora de bronce/acero inoxidable, deberá ser diseñada específicamente para maximizar las características de transferencia de oxígeno y de mezcla. Las hélices deberán auto asegurarse durante la operación por ajustamiento de las roscas, tanto de la hélice como del eje. Todo el flujo de aire pasa a lo largo y a través del eje hueco y por la parte central de la hélice. Hélices de aluminio no son aceptables.

La hélice debe ser diseñada para que sea fácilmente retirada y reemplazada en el sitio de operación.

El aireador debe venir provisto de una hélice secundaria, fundida en acero inoxidable, más pequeña que la hélice de mezcla. Estas aletas están especialmente diseñadas para maximizar las características de transferencia de oxígeno y de mezcla. Todo el flujo de aire forzado deberá salir a través de la hélice/atomizador abierto.

Un protector de vórtices deberá ser provisto con cada unidad para eliminar la formación de remolinos y maximizar el flujo del aire por el eje y prevenir la cavitación que pueda ser causada por la hélice durante la operación. Unidades sin protectores de remolinos no serán aceptables.



Cada uno de los equipos aireadores a proveer deberán ser desmontable individualmente por medio de un gancho grúa, para facilitar su extracción cuando sea necesario su reparación o mantenimiento lo que deberá estar previsto en la estructura soporte de cada aireador. El Contratista proveerá dos ganchos grúas con la provisión de los aireadores.

La Contratista, además de realizar la provisión, acarreo e instalación de los equipos aireadores necesarios para el funcionamiento en la cámara de aireación, deberá proveer de un (1) equipo aireador completo de reserva, listo para reemplazar a cualquiera de los equipos instalados en la cámara de aireación.

Los equipos aireadores tendrán un tablero central de entrada ubicado en el tablero general de la planta, pero además poseerán tableros de comando en campo, cada uno alimentado independientemente, ubicados adyacentes a cada grupo de aireadores para comandar solamente a estos.

Estos tableros estarán diseñados de tal manera que permitan el accionamiento de los aireadores en forma automática o manual. El arranque automático deberá ser programado de manera tal que no se sobrecarguen los conductores eléctricos de alimentación. Deberán contar con protecciones por falta de fase, cortocircuito o sobre tensión en la línea de alimentación.

En el manual de operación y mantenimiento de la planta, a proveer por el Contratista, deberá quedar correctamente aclarado que al menos dos veces al día durante  $\frac{1}{2}$  hora por turno, funcionen todos los aireadores simultáneamente, de manera de garantizar la mezcla en la cámara.

El fabricante del aireador entregará los datos de transferencia de oxígeno obtenidos de un ensayo de rendimiento realizado en agua limpia en una instalación similar de la de los aireadores provistos bajo esta especificación. Para que los datos de rendimiento sean aceptables, el ensayo de transferencia de oxígeno en agua limpia habrá sido realizado de acuerdo con la Norma "ASCE Standard for Measurement of Oxygen Transfer in Clean Water," de junio 1992."

Los equipos aireadores que se instalen, en la cámara de construcción inmediata, deberán ser tal que aseguren una capacidad de oxigenación total en la cámara, en condiciones estándar, de 59,92 Kg O<sup>2</sup>/día.

Con lo especificado precedentemente se deja aclarado que el número de equipos a instalar en la cámara de aireación no será menor de seis.

En caso que el Oferente opte por la provisión, acarreo y colocación de otro sistema de incorporación de oxígeno en la cámara de aireación, el mismo podrá ser mediante sopladores, difusores de aire, tuberías de aire, válvulas,

mezcladores, estructuras de montaje, tableros eléctricos de los sopladores, automatismos, y al igual que con los equipos citados anteriormente la provisión y colocación de un detector de oxígeno disuelto, en concordancia con la salida del efluente de la unidad, con sus cables, que permita incorporar más o menos aire, de acuerdo al rango de oxígeno descriptos en el presente numeral, y un multianalizador portátil apto para efectuar determinaciones en campo de pH, oxígeno disuelto y temperatura y todos los elementos que no son indicados, pero que sean necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

Este equipo de aireación será del tipo burbuja fina con membranas de fondo y el movimiento horizontal de la cámara, se hará con mezcladores con grandes paletas de agitación.

Para calcular la cantidad de aire a suministrar, o sea la capacidad de los equipos compresores, diámetros de las conducciones, superficie de las membranas, etc., en cada cámara de aireación, en condiciones reales se deberá considerar: una altura de 214,40 msnm, temperatura del líquido en invierno 10° C y temperatura en verano 29°C, teniendo presente la necesidad de incorporación de oxígeno citada precedentemente y que las dimensiones de ancho, largo y profundidad pueden observarse en plano.

Los difusores se colocarán distribuidos en forma igualitaria en tres sectores diferentes de la cámara, en el tramo de ingreso del líquido crudo, en el recirculado de la cámara y en el tramo anterior a la salida del líquido tratado.

Cuando se apagan los sopladores, la entrada de líquido a los caños de distribución se evitará a través de una válvula de retención integral, formada por una membrana y un anillo alrededor del orificio de salida de aire del plato base. Cuando cesa la salida del aire por la membrana, esta se cierra contra el anillo por la presión de la columna de líquido, sellando el orificio de salida de aire.

No se admitirán sistemas de sellado mediante válvula tipo bola.

El sistema deberá contar con un sistema de purga para eliminar el agua de condensación.

La velocidad en el interior de la cámara no deberá ser inferior a 0,30 m/s. Se deben colocar al menos siete agitadores tipo "mixer" (seis funcionando y uno de reserva) con grandes aspas tipo Flygt o similar resistente para trabajar en líquido cloacal, de acero inoxidable AISI 304. No se admitirán mezcladores de pequeños diámetros con mayores potencias necesarias para la mezcla. Los grandes agitadores deberán estar provistos con su estructura de soporte tipo Flygt o similar, de acero inoxidable tipo AISI 304, para extracción y colocación de los

mezcladores. Se deberán prever pasarelas de acceso para la extracción y colocación de este tipo de equipamiento.

El Contratista presentará una memoria descriptiva del equipamiento de aireación propuesto, y el montaje y desmontaje de los mismos, indicando todas las características técnicas y las normas a la que se encuentran sujetos. Deberá presentar, además, un listado con antecedentes que avalen el sistema propuesto. Asimismo, en caso que el sistema de aireación no tenga suficiente capacidad de mezcla para lograr una velocidad transversal necesaria, se deberán instalar equipos mezcladores adicionales que permitan efectuar esta operación.

### **Medición y Forma de Pago**

Se medirá en forma global y se pagará un 60% (sesenta por ciento) al proveer el/los equipos y el 40% (cuarenta por ciento) restante al precio estipulado en el ítem correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto, una vez que la Inspección compruebe su correcto funcionamiento. El Contratista deberá proveer el equipamiento, una vez que haya finalizado la obra civil dónde será instalado.

Este precio será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de los materiales; la provisión de mano de obra; la ejecución de los trabajos; las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las estructuras.

## **Art. 4.6 SEDIMENTADOR SECUNDARIO**

### **Descripción**

En este ítem se incluye la provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra civil de la unidad de tratamiento, con sus cañerías de entradas y salidas, la que deberá ejecutarse en hormigón armado tipo H-25, de acuerdo a los cálculos estructurales cuyo dimensionamiento y verificación estarán a cargo de La Contratista.

Además, contempla la provisión, acarreo y colocación del equipo barredor de fondo con accionamiento periférico, para ser instalado en el sedimentador secundario a construir en la primera etapa, la pantalla central difusora, el vertedero perimetral de salida del líquido sedimentado y la tolva de salida de espumas.

El equipo constará de:

- Viga puente y estructura giratoria reticulada.
- Pantalla central de ingreso de líquido y vertedero de salida.

- Sistema para recolección de espumas.
  
- Puente Pasarela  
Estará construido con laterales de perfilera normalizada laminada en caliente o de chapa plegada, según las dimensiones del equipamiento de acero SAE 1020, con refuerzos y barras de reticulado de perfilera normalizada, todo el conjunto es electro soldado, conformando una estructura resistente a los esfuerzos de flexo-torsión a los que se la solicite, producto de soportar el sistema barredor de Fondo y Superficie y las pantallas de aquietamiento que correspondan según hidráulico.
  
- Piso del Puente Pasarela  
El piso de la pasarela será de rejilla metálica, modular sectorizado, apoyado a la estructura del puente-pasarela. Dichos módulos son intercambiables y están protegidos por un baño galvanizado por inmersión en caliente.  
  
Dicha pasarela poseerá barandas de protección con guardapiés de medidas normalizadas y aprobadas por las disposiciones por la ART.
  
- Sistema barredor de fondo  
Tipo Parabólico, todo este dispositivo será del tipo "Flotante" copiando así las imperfecciones del fondo e impidiendo que excesivas concentraciones de sólido sedimentado produzcan daños en el sistema de barrido.  
  
Poseerán ruedas quías giratorias las cuales cumplirán la función de apoyo y nivelación.
  
- Sistema barredor de superficie  
El sistema de barrido de superficie estará compuesto por un barredor fijo y un barredor móvil que descargarán los sobrenadantes en un cajón construido para tal fin.
  
- Sistema de giro  
El sistema de giro del puente constará de un eje central fijo que se dispondrá sobre la columna de hormigón o fuste central, por la cual entra la alimentación eléctrica del equipamiento. Acoplado a este eje central fijo, mediante un sistema de rodamientos que soporta las cargas axiales y radiales a las cuales se encuentra sometido el sistema, se encuentra la caja giratoria con los brazos soporte de todo el sistema.
  
- Caja de rodamientos  
En dicho eje fijo al fuste central girará una caja de rodamiento, libre de mantenimiento, sobre la cual estarán montados los rodamientos que soportaran la

carga axial y radial que le impone el funcionamiento del equipo, calculando para una vida útil superior a las 90.000 hs.

- Sistema colector y escobillas

En la parte superior de la caja de rodamiento se dispondrá del sistema colector y escobillas de contacto, al cual se puede acceder para su mantenimiento desde una tapa de inspección montada sobre la parte superior de la pasarela.

- Transmisión

El sistema de transmisión será un moto-reductor de construcción compacta, de dos etapas, a tornillo sinfín y corona, de funcionamiento continuo y de acoplamiento directo a la/s rueda/s tractora/s. Todo el conjunto motriz estará adecuadamente protegido cumpliendo con las Normas de Seguridad que corresponden a este elemento mecánico.

- Pantalla central

Estructura construida con perfiles normalizados de acero al carbono Galvanizado por inmersión en caliente. Revestimiento exterior en chapa de acero al carbono 1/8" Galvanizado por inmersión en caliente. Se apoya sobre el fuste central.

- Pantalla vertedero

La pantalla vertedero se nivela y se amura mediante brocas a la pileta de H° A°. Luego se sella con producto sellador marca SIKA® o similar calidad especial para este tipo de aplicaciones.

- Pantalla Perimetral

La pantalla perimetral se amura al hormigón mediante brazos soportes del mismo material que la pantalla. Todo el sistema se deja perfectamente centrado y nivelado con respecto al centro de giro del equipamiento.

### **Medición y Forma de Pago**

La medición del Barredor de Fondo, Pantalla difusora, Vertederos y Tolvas de espumas, se realizará de forma global y se liquidará al precio unitario del ítem correspondiente de la Planilla de Cómputo y Presupuesto de la siguiente manera:

- El sesenta por ciento (60%) del monto correspondiente del ítem de la Planilla de Cómputo y Presupuesto cuando se complete su provisión.
- El cuarenta por ciento (40%) restante, cuando se completen la instalación y pruebas de funcionamiento y sean aprobadas por la Inspección.

Este precio será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de todas las piezas y elementos constitutivos del equipo barredor; el armado del mismo, las pruebas de funcionamiento y la provisión de la mano de obra, y de todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para la correcta colocación y funcionamiento del mismo.

#### **Art. 4.7 MEDIDORES DE CAUDAL**

##### **Descripción**

El Contratista, para conocer el caudal aforado por la canaleta Parshall, proveerá y colocará en la cámara aquietadora un sensor de nivel por ultrasonido, que mida el nivel líquido y lo transmita, transformado en caudal, al indicador ubicado en la Sala de Dosificación. El instrumento deberá indicar y registrar valores de caudal expresados en l/s.

Este aforador, además, se encontrará atado a los dosadores de cloro con el objeto de regular automáticamente las dosis de hipoclorito a agregar.

El sensor se conectará a una unidad de campo que contendrá el transmisor de señal que enviará la misma al receptor, indicador, registrador ubicado en la Sala de Guardia.

La indicación será digital, con un display de 4 dígitos de una altura no inferior a 35 mm, graduado en l/s. El display será del tipo LED (rojo o verde) o de cristal líquido con iluminación.

La lectura de la memoria podrá efectuarse mediante un lector específico de datos que pueda transferirlos luego a una PC o bien mediante una notebook. En ambos casos el equipo deberá entregarse con el software específico para la toma y transferencia de datos, el análisis estadístico de los mismos y su representación (gráficos caudal-tiempo) en computadoras personales. El software deberá contar con funciones de impresión de los datos registrados y de los resultados del análisis de los mismos, así como de los gráficos resultantes.

Ya sea en el sensor-transmisor o en el receptor, la señal de nivel será procesada para transformarla en señal de caudal. El equipo contará con los elementos necesarios para programar la conversión y calibrar la unidad de acuerdo con las características del aforador parshall adoptado.

El ítem incluye la calibración de la canaleta Parshall-sensor-indicador-registrador mediante contraste por métodos volumétricos o de aforo de caudales, para el 10, 20, 40, 60, 80 y 100% del caudal máximo de primera etapa.

El equipo a proveer presentará características iguales o mejores que las descritas en este artículo y que las siguientes especificaciones:

- Fluido: Líquido cloacal tratado
- Resolución: 1,0 mm.
- Ángulo de reflexión en el sensor: No superior a 10°
- Precisión:  $\pm 1,5\%$
- Deriva térmica: igual o inferior a  $\pm 0,05 \text{ mm} / ^\circ \text{C}$
- Rango térmico de operación:  $-10^\circ \text{C}$  a  $+70^\circ \text{C}$  (equipo de campo)  $-10^\circ \text{C}$  a  $+50^\circ \text{C}$  (equipo para interior)
- Memoria de programa: No volátil, tipo flash programable a través de puerto RS232.
- Memoria de datos: DRAM (pueden proponerse alternativas) con lectura a través de puerto RS232.
- Respaldo de datos: Por batería recargable de respaldo con indicación de nivel de carga (pueden proponerse alternativas).

El sensor estará recubierto por un material químicamente inerte para hacerlo inatacable en las condiciones de trabajo. Sus conductores estarán convenientemente protegidos por resina epoxi. Será de fácil inserción y extracción.

### **Medición y Forma de Pago**

La medición del aforo y registro de caudales, se liquidará de forma global, una vez finalizadas todas las instalaciones y comprobada su eficiencia y se abonará de acuerdo al precio correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto.

Este precio será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de los materiales; la provisión de mano de obra; la ejecución de los trabajos; las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las estructuras.

### **Art. 4.8 CAMARA DE CLORACIÓN**

#### **Descripción**

Se incluye la provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra civil de la unidad de tratamiento, la que deberá ejecutarse en Hormigón Armado Tipo H-25, de acuerdo a los cálculos estructurales cuyo dimensionamiento y verificación estarán a cargo de La Contratista. También incluye la provisión acarreo y colocación de las cuatro



compuertas de accionamiento, dos del tipo mural para cubrir los orificios inferiores de la cámara, y dos planas deslizantes para el accionamiento del by pass. Además, incluye las tapas de metal desplegado, vereda perimetral, y accesorios necesarios que, sin estar expresamente indicados en el presente pliego, sean necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

El vertedero de salida de la cámara será rectangular de hormigón H-25, de 1,00 m de longitud, conformado por un perfil transversal que acompañe la vena líquida de descarga, según se desprende de los planos adjuntos a la presente Licitación.

En la entrada de la cámara de contacto se instalará un elemento que permita el agregado y correcta difusión del cloro.

### **Equipos Dosadores**

En el interior de la sala de cloración, el Contratista proveerá e instalará dos equipos dosadores de cloro (hipoclorito de sodio) para desinfectar el líquido cloacal tratado.

La instalación de dos equipos para dicha necesidad, es a los fines de que mientras uno se encuentra en funcionamiento el otro se mantiene de reserva.

Los dosadores de hipoclorito a agregar al líquido tratado estarán ligados al caudalímetro ultrasónico a instalar en la canaleta parshall, de tal manera que la señal de pulsos provenientes del mismo permita una dosificación proporcional al caudal tratado, por lo tanto, los mismos serán aptos para esta operación.

Los equipos se completan, con la provisión e instalación de todas las cañerías necesarias de intercomunicación entre ellos y hasta el punto de aplicación (resalto de la canaleta parshall y cañería de subida al tanque elevado).

Como complemento el Contratista proveerá e instalará dos (2) tanques de plástico de 6.000 litros de volumen cada uno en los lugares indicados en plano. Además, proveerá e instalará dos (2) electrobombas de acero inoxidable para trasvase, aptas para bombear hipoclorito de sodio desde la sala donde se instalarán los tanques de reserva hasta el tanque de 1.000 litros, ubicado en la sala de dosadores.

Se entiende que también proveerá y colocará todas las conducciones e instalaciones necesarias para la alimentación eléctrica y transmisión de señales para el correcto funcionamiento.



### **Medición y Forma de Pago**

La medición de la cámara de cloración se realizará de acuerdo a los ítem y unidades de medida detallados en la Planilla de Computo y Presupuesto.

Este precio de cada componente de la cámara de contacto que se describió anteriormente será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de los equipos; la provisión de mano de obra; la ejecución de los trabajos; las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las unidades.

Los equipos dosadores de cloro se liquidarán de forma global, una vez finalizadas todas las instalaciones y comprobada su eficiencia y se abonará de acuerdo al precio correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto.

### **Art. 4.9 EQUIPOS DE RECIRCULACIÓN Y EXTRACCIÓN DE BARROS EN EXCESO**

#### **Descripción**

Este ítem incluye la provisión, acarreo y colocación de las electrobombas para el barro del tratamiento secundario recirculado y secundario en exceso, con sus correspondientes codos inferiores que posibilitan la conexión con las cañerías que se elevan dentro del pozo, las cuales estarán ligadas al múltiple de impulsión. Se incluye, además, la guía y cadena que permiten su instalación y desmontaje.

### **Medición y Forma de Pago**

La certificación será en forma global, comprendiendo la provisión, acarreo y colocación de múltiples (de aspiración e impulsión), las electrobombas centrífugas (para recirculación y extracción de lodos), con el pie de acople, y las cadenas de izaje y se liquidará al precio correspondiente de la Planilla de Computo y Presupuesto.

### **Art. 4.10 PLAYAS DE SECADO**

#### **Manto Filtrante**

Este ítem incluye la provisión acarreo y colocación del manto filtrante correspondiente a las playas de secado.

Debajo del manto filtrante, a los fines de coleccionar el líquido percolado de las playas, se colocará una tubería de PVC de 160 mm de diámetro con las juntas sin pegar y con orificios inferiores en tresbolillo de 10 mm de diámetro separados de acuerdo a lo que indica el plano correspondiente.

Se deberán colocar las siguientes camadas de gravas y arena:

- Capa de 0,25 m de Grava de 30 a 60 mm.
- Capa de 0,15 m de Grava de 4 a 8 mm.
- Capa de 0,25 m de Arena Mediana.
- Capa de 0,20 m de Barro Digerido.

Los ladrillos deberán colocarse con juntas rellenas de arena gruesa y separados 20 mm entre los mismos.

### **Medición y Forma de Pago**

El manto filtrante correspondiente a playas de secado, se computará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) e incluye todos los materiales mano de obra y equipos o herramientas necesarios para la ejecución del manto filtrante de acuerdo a las especificaciones indicadas en este pliego y los planos del proyecto base.

## **Art. 4.11 BATEA Y PLAYA DE DESCARGA DE CAMIONES ATMOSFERICOS**

### **Descripción**

La unidad se compone de una *platea* para maniobra de los camiones; la *batea* propiamente dicha, donde se descargará de manera directa alternativamente hacia uno u otro canal, desde allí se continúa por dos canales de rejillas, las cuales serán de limpieza manual y contarán con canasto para los sólidos retenidos; y finalmente en la salida se encontrarán las *conexiones* con la batea de descarga.

La finalidad de los canales de rejillas es la de retener los residuos de mayor tamaño, fáciles de separar, los cuáles serán removidos manualmente. Las dimensiones de la batea serán de acuerdo a lo especificado en los planos que acompañan este pliego. La losa inferior será de un espesor mínimo de 0,20 m.

Incluye la provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra civil de la batea de descarga de camiones, la que deberá ejecutarse en hormigón armado tipo H-25.

### **Batea de Descarga**

Esta unidad constituye el primer tratamiento para los líquidos provenientes de los camiones atmosféricos, los cuales aportan una mayor concentración en parámetros orgánicos, comparados con los líquidos cloacales frescos provenientes de la red colectora.

La batea de descarga estará compuesta por dos unidades de funcionamiento en paralelo, con estructura de H°A, losas y tabiques con hormigón de calidad H-25,

las tolvas para depósito de los barros se conformarán con hormigón pobre de tipo H-15, tendrá un tabique separador ubicado de manera transversal a una distancia de 2/3 de la longitud total de la cámara, este tabique podrá ser de mampostería de ladrillos comunes y dispondrá de orificios para el pasaje del líquido; todo ello de acuerdo a los planos de proyecto.

Tanto las cañerías de ingreso a ambos módulos, como las cañerías de egreso, estarán provistas de un cierre hidráulico que evite el paso de los gases hacia otras unidades.

### **Rejas de Limpieza Manual**

Este numeral comprende la provisión de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la instalación de una reja plana de limpieza manual a instalar en la batea de descarga de camiones, según se indica en Planos.

Las rejas estarán compuestas por una parrilla con planchuelas de acero al carbono SAE 1010 de 6,35 mm de espesor y 50 mm de ancho (1/4" x 2"). La inclinación será de 45° a 60°. En la parte superior e inferior de la reja se colocará transversalmente una planchuela de 50 x 6,35 mm, que servirá para soldar los barrotes de la reja, dándole rigidez a la misma.

La parte superior de la reja apoyara sobre un perfil PNU 140, el cual ira empotrado a los muros laterales del hormigón de los canales de rejas.

En la parte inferior la reja apoyará en un perfil ángulo de 50 x 4,8 mm (2" x 3/16"), el cual estará empotrado en el hormigón de la solera del canal de rejas.

Los sólidos recogidos serán limpiados por un rastrillo manual, que los vuelca en un canasto de retención, del cual serán retirados con la basura.

Los canastos de retención de sólidos a proveer con cada reja, estarán construido en chapa de acero al carbono galvanizada o acero inoxidable AISI 304, perforada con orificios circulares Ø 15 mm dispuestos en tresbolillo cada 40 mm y contara con manija para su izaje.

## **Art. 4.12 CAÑERIAS DE INTERCONEXIÓN**

### **Descripción**

Comprende la provisión, acarreo y colocación de todas las cañerías que interconectan a las distintas unidades de tratamiento de la planta depuradora, los desagües de las distintas unidades y edificios, las válvulas esclusas y a diafragma

no especificadas en otros ítems del presente pliego y las cámaras de válvulas con sus correspondientes tapas metálicas.

Las cañerías podrán ser de PVC o PRFV u otra que no sea a base de cemento, salvo cuando se encuentren aéreas o bajo estructuras, debiendo optar por cañerías de Acero.

Las cámaras de válvulas, deberán tener instaladas tapas metálicas grafonadas.

Las válvulas a diafragma correspondientes a la salida de las tolvas de los sedimentadores secundarios y de todas las unidades enterradas, deberán tener vástagos de transmisión, que permitan operarlas desde la superficie, sin necesidad de bajar a la cámara para su accionamiento. Estos vástagos deberán ser lo suficientemente rígidos para permitir el accionamiento de las válvulas sin que la varilla se deforme de manera notable por el momento torsor que se produce al realizar esta operación. El volante a utilizar y el sistema de transmisión, deberá ser similar al utilizado para el accionamiento de las compuertas.

Para los desagües del edificio principal, se deberá construir una cámara con una reja canasto de fácil izaje y malla de 0,025 x 0,025 m, con una tapa metálica de fácil extracción de las mismas características a las mencionadas en el presente pliego, la cual una vez tamizado el líquido, se juntará en una cámara con el desagüe de las demás unidades, antes de ingresar a una pequeña estación que impulse todo el efluente a la estación de bombeo de barros secundarios.

Se debe tener en cuenta que se deberá realizar la recirculación de los Barros desde una derivación de la cañería de impulsión de la Estación de Recirculación de Barros. El barro podrá enviarse en forma indistinta a los sedimentadores o a la cámara de aforo y mezcla, contando con dos válvulas que permiten la apertura o cierre total o parcial hacia cada una de las unidades mencionadas. Se ejecutará mediante una cañería de recirculación, de iguales características que la tubería de impulsión, descargando la misma en los Tamices. Para la regulación de la recirculación, se deberán instalar sendas válvulas a diafragma con sus cámaras, una sobre la cañería de recirculación y la otra sobre la cañería de impulsión que descarga en los sedimentadores.

Todas las cañerías deberán tener previstos los acoples de las cañerías futuras mediante ramales "T", "Y", etc., de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos.

Las cañerías serán sometidas a las pruebas hidráulicas.

### **Medición y Forma de Pago**

La medición se realizará por metro lineal (ml), y se abonará una vez instaladas las cañerías, accesorios, válvulas y cámaras completas y finalizada toda la arquitectura de la casilla de bombas y comprobado su correcto funcionamiento, de acuerdo al precio correspondiente de la Planilla de Cotización de la siguiente manera:

- 30 % a la colocación de las cañerías, una vez construidas todas las cámaras y aprobadas las pruebas hidráulicas de cámara abierta de la cañería, con todas las válvulas.
- 70 % al aprobarse la prueba hidráulica a cámara tapada de las cañerías y accesorios y concluidas todas las obras.

El precio será compensación total por la provisión, transporte, acarreo y colocación de las cañerías, válvulas, cámaras y accesorios y la provisión de mano de obra; la ejecución de los trabajos; las pruebas de funcionamiento y por todos aquellos materiales y trabajos que sin estar explícitamente indicados en este Pliego sean necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones. La cañería a instalar, válvulas, cámaras y accesorios deberán cumplir con las especificaciones del presente artículo y demás artículos relacionados, a satisfacción de la Inspección.

## IV. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

<b>SANEAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE TICINO</b>						
<b>Obra: Nueva Planta Depuradora de Líquidos Cloacales</b>						
Item	Designación	Un.	Cant.	Precio Unitario	Importe	Total
<b>1</b>	<b>REPLANTEO, LIMPIEZA, MOVILIZACIÓN DE OBRA Y LIBERACIÓN DE LA TRAZA</b>					
1.1	Replanteo. Se incluye relevamiento y tareas preliminares, de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 46.000,82	\$ 46.000,82	
1.2	Desmalezamiento y Limpieza de terreno, de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 189.231,95	\$ 189.231,95	
	<b>Subtotal Replanteo. Desmalezamiento y Limpieza del Terreno</b>					<b>\$ 235.232,77</b>
<b>2</b>	<b>READECUACIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO N°3</b>					
2.1	Provisión, acarreo y reemplazo de equipos de bombeo de E.B. N° 3 (Q=41,50 m <sup>3</sup> /h; Hm= 27,70 m.c.a.) y regulador de nivel, incluyendo accesorios; en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 579.211,14	\$ 579.211,14	
2.2	Provisión, acarreo y colocación de múltiple de impulsión, incluyendo cañerías, válvula esclusa, válvula de retención, uniones, bridas, válvulas, bulonería, juntas de desarme, accesorios, etc. en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 184.720,32	\$ 184.720,32	
2.3	Provisión, acarreo y montaje de Instalación Eléctrica, incluye tablero eléctrico de comando y fuerza motriz. También incluye tendido eléctrico de cables de fuerza motriz y de comando.	Gl	1,00	\$ 178.631,00	\$ 178.631,00	
2.4	Provisión, acarreo y colocación de rejas, canastos y tapa de acceso, en un todo de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 56.800,51	\$ 56.800,51	
2.5	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para instalar la Iluminación exterior, en un todo de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 103.897,13	\$ 103.897,13	
	<b>Subtotal Cañería de Impulsión</b>					<b>\$1.103.260,10</b>
<b>3</b>	<b>CAÑERÍA DE IMPULSIÓN</b>					
3.1	Excavación de zanja a cielo abierto en todo tipo de suelo y a cualquier profundidad; incluye excavación en roca, voladura, tablestacado, entibado y todos los trabajos que correspondan, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>3</sup>	259,86	\$ 1.096,16	\$ 284.848,14	
3.2	Provisión, acarreo y ejecución de cama de asiento y relleno de arena para cañerías y todo los trabajos que corresponden, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>3</sup>	21,30	\$ 1.110,48	\$ 23.653,22	

3,3	Provisión, acarreo y colocación de cañerías de Impulsión de P.V.C., DN 110 mm, Clase 10 y accesorios, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	355,00	\$ 683,52	\$ 242.649,60	
3,4	Relleno y compactación de zanja con suelo natural de excavaciones hasta nivel de terreno natural, incluido retiro de sobrante, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	213,00	\$ 331,27	\$ 70.560,51	
3,5	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para construir Cámara de acceso (Emplame), en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Un	1,00	\$ 54.693,74	\$ 54.693,74	
3,6	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la Construcción de cámara de desagüe y limpieza, con la provisión y colocación de su correspondiente válvula tipo Euro20 Ø50 mm, y demás accesorios, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Un	1,00	\$ 75.225,33	\$ 75.225,33	
3,7	Provisión, acarreo y colocación de válvula de aire a triple efecto de Ø 100 mm, con cámara de H-25, y demás accesorios, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Un	1,00	\$ 69.617,02	\$ 69.617,02	
<b>Subtotal Cañería de Impulsión</b>						<b>\$ 821.247,56</b>
<b>4</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>					
4,1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructuras de <b>Hormigón Armado</b> . Incluye excavación y colocación de Hormigón Simple bajo fundaciones y fondo de cámaras. Revoque Impermeable en paredes internas y fondos, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.1.1	<b>Tamicos de H°A°</b> . Incluye hormigon simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.1.1.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	6,35	\$ 20.990,42	\$ 133.289,17	
4.1.1.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	18,50	\$ 6.551,64	\$ 121.205,34	
4.1.1.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de tamicos, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	24,60	\$ 440,63	\$ 10.839,50	
4.1.2	<b>Camara Partidora de H°A°</b> . Incluye hormigon simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					

4.1.2.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	10,00	\$ 20.990,42	\$ 209.904,20
4.1.2.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple, dados de hormigón y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	5,95	\$ 6.551,64	\$ 38.982,26
4.1.2.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de cámara partidora, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	26,50	\$ 440,63	\$ 11.676,70
4.1.3	<b>Cámara de Aireación de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				
4.1.4.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	256,15	\$ 20.990,42	\$ 5.376.696,08
4.1.3.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	44,00	\$ 6.551,64	\$ 288.272,16
4.1.3.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de cámara de aireación, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	1.643,20	\$ 440,63	\$ 724.043,22
4.1.4	<b>Sedimentador Secundario de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				
4.1.4.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	20,00	\$ 20.990,42	\$ 419.808,40
4.1.4.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	8,65	\$ 6.551,64	\$ 56.671,69
4.1.4.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de sedimentador secundario, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	89,50	\$ 440,63	\$ 39.436,39
4.1.5	<b>Aforador Parshall de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				



4.1.5.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	4,60	\$ 20.990,42	\$ 96.555,93	
4.1.5.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	3,70	\$ 6.551,64	\$ 24.241,07	
4.1.5.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de Canaleta Parshall, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	26,65	\$ 440,63	\$ 11.742,79	
4.1.6	<b>Cámara de Cloración de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.1.6.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	20,25	\$ 20.990,42	\$ 425.056,01	
4.1.6.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	7,00	\$ 6.551,64	\$ 45.861,48	
4.1.6.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y base de Cámara de Cloración, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	123,70	\$ 440,63	\$ 54.505,93	
4.1.7	<b>Estación de Recirculación y Extracción de Barros de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.1.7.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	8,25	\$ 20.990,42	\$ 173.170,97	
4.1.7.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	10,05	\$ 6.551,64	\$ 65.843,98	
4.1.8	<b>Playas de Secado de H°A°.</b> Incluye hormigón simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.1.8.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	30,75	\$ 20.990,42	\$ 645.455,42	

4.1.8.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	28,65	\$ 6.551,64	\$ 187.704,49
4.1.8.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en base, paredes de tabiques, columnas y cámaras de Playa de Secado, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	401,70	\$ 440,63	\$ 177.001,07
4.1.9	<b>Estacion de Bombeo en Planta de Tratamiento de H°A°.</b> Incluye hormigon simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				
4.1.9.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	9,75	\$ 20.990,42	\$ 204.656,60
4.1.9.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	4,75	\$ 6.551,64	\$ 31.120,29
4.1.9.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en base y paredes Estacion de Bombeo en Planta de Tratamiento de H°A°, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	30,10	\$ 440,63	\$ 13.262,96
4.1.10	<b>Batea y Playa de Descarga de camiones atmosféricos de H°A°.</b> Incluye hormigon simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				
4.1.10.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	13,75	\$ 20.990,42	\$ 288.618,28
4.1.10.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	5,55	\$ 6.551,64	\$ 36.361,60
4.1.10.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en paredes de tabiques, columnas y cámaras de Batea para Descarga de camiones atmosfericos, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	24,60	\$ 440,63	\$ 10.839,50
4.1.11	<b>Camara de Inspección y Cámara de Salida H°A°.</b> Incluye hormigon simple bajo fundaciones. Revoques impermeable en paredes internas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.				

4.1.11.1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de estructura de Hormigón Armado H-25, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	3,75	\$ 20.990,42	\$ 78.714,08	
4.1.11.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de hormigón simple y contrapisos (H-15), en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	0,65	\$ 6.551,64	\$ 4.258,57	
4.1.11.3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de revoque impermeable en base y paredes de cámara de inspección y cámara de salida, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>2</sup>	16,50	\$ 440,63	\$ 7.270,40	
<b>4,2</b>	<b>Excavación</b> para la ejecución de las unidades de tratamiento y cañerías, incluye retiro de suelo vegetal en 30cm, retiro de material sobrante y relleno con suelo seleccionado, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.2.1	Excavación de Tamices hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	44,50	\$ 1.030,61	\$ 45.862,15	
4.2.2	Excavación de Cámara Partidora hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	21,75	\$ 1.030,61	\$ 22.415,77	
4.2.3	Excavación de Cámara de Aireación hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	926,94	\$ 1.030,61	\$ 955.313,63	
4.2.4	Excavación de Sedimentador Secundario hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	22,30	\$ 1.030,61	\$ 22.982,60	
4.2.5	Excavación de Aforador Parshall hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	3,55	\$ 1.030,61	\$ 3.658,67	
4.2.6	Excavación de Cámara de Cloración hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	44,15	\$ 1.030,61	\$ 45.501,43	
4.2.7	Excavación de Recirculación y Extracción de Barros Secundarios hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	27,05	\$ 1.030,61	\$ 27.878,00	
4.2.8	Excavación de Playas de Secado hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	212,65	\$ 1.030,61	\$ 219.159,22	
4.2.9	Excavación de Estación de Bombeo a la salida de Playas de Secado hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	44,50	\$ 1.030,61	\$ 45.862,15	
4.2.10	Excavación de Playa y Batea de Descarga de Camiones Atmosféricos hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	23,75	\$ 1.030,61	\$ 24.476,99	
4.2.11	Excavación de Cámara de Inspección y Cámara de Salida hasta las profundidades indicadas en plano	m <sup>3</sup>	5,90	\$ 1.030,61	\$ 6.080,60	
<b>4,3</b>	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la colocación de los <b>Tamices</b> , incluido <i>contenedor metálico</i> para recolección de material separado en el tamiz en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	2,00	\$ 386.299,58	\$ 772.599,16	

4,4	Provisión, acarreo y colocación de los <b>Aireadores-Mezcladores</b> , de 2,5 HP cada uno, con todas las estructuras de montaje, anclajes, alimentación eléctrica, etc., necesarias para el funcionamiento de los aireadores en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Un	6,00	\$ 135.023,19	\$ 810.139,14	
4,5	Provisión, acarreo y montaje de <b>barredor de fondo, pantalla difusora, vertederos y tolva de espumas</b> , con todas las estructuras de montaje, anclajes, alimentación eléctrica, etc., necesarias para el funcionamiento de los aireadores en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 306.884,91	\$ 306.884,91	
4,6	Provisión, acarreo y colocación de <b>Medidores de Caudal afluente y efluente</b> de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 287.816,43	\$ 287.816,43	
4,7	Provisión, acarreo y colocación de los <b>Equipos Dosadores de cloro</b> , incluyendo cañerías, bombas, interruptores mecánico, válvulas, tanques y accesorios; en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 173.239,44	\$ 173.239,44	
4,8	Provisión, acarreo y colocación de los <b>Equipos Equipos de Recirculación y Extracción de Barros Secundarios</b> , incluyendo cañerías, bombas, interruptores mecánico, válvulas, tanques y accesorios; en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.8.1	Provisión, acarreo y colocación de las cañerías y piezas especiales necesarias para conformar el <b>múltiple de aspiración</b> , desde la junta de transición hasta los equipos de bombeo, incluido válvulas, tapones, etc.	Gl	1,00	\$ 311.652,85	\$ 311.652,85	
4.8.2	Provisión, acarreo y colocación de las cañerías y piezas especiales necesarias para conformar el <b>múltiple de impulsión</b> , desde la junta de transición hasta los equipos de bombeo, incluido válvulas, tapones, etc.	Gl	1,00	\$ 158.261,11	\$ 158.261,11	
4.8.3	Provisión, acarreo y colocación de <b>electrobombas para recirculación de lodos</b> , incluido tablero de campo, alimentación eléctrica, etc.	Gl	1,00	\$ 225.374,88	\$ 225.374,88	
4.8.4	Provisión, acarreo y colocación de <b>electrobombas para extracción de lodos</b> , incluido tablero de campo, alimentación eléctrica, etc.	Gl	1,00	\$ 171.853,60	\$ 171.853,60	
4.8.4	Provisión, acarreo y montaje de <b>Instalación Eléctrica</b> , incluye tablero eléctrico de comando y fuerza motriz. También incluye tendido eléctrico, pilar de ingreso, cables de fuerza motriz y de comando.	Gl	1,00	\$ 189.425,45	\$ 189.425,45	

4,9	Provisión, acarreo y colocación de los <b>Estacion de Bombeo en Planta de Tratamiento</b> incluyendo cañerías, bombas, interruptores mecánico, válvulas, tanques y accesorios; en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.9.1	Provisión, acarreo y colocación de equipos de bombeo y regulador de nivel, incluyendo accesorios; en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 340.734,99	\$ 340.734,99	
4.9.1	Provisión, acarreo y colocación de múltiple de impulsión, incluyendo cañerías, valvula esclusa, valvula de retención, uniones, bridas, válvulas, bulonería, juntas de desarme, accesorios, etc. en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 162.914,86	\$ 162.914,86	
4.9.3	Provisión, acarreo y montaje de Instalación Eléctrica, incluye tablero eléctrico de comando y fuerza motriz. También incluye tendido eléctrico, pilar de ingreso, cables de fuerza motriz y de comando.	Gl	1,00	\$ 128.798,78	\$ 128.798,78	
4.9.4	Provisión, acarreo y colocación de dados de anclajes para los multiple de impulsión, en un todo de acuerdo a pliego.	m3	0,150	\$ 6.475,74	\$ 971,36	
4.9.5	Provisión, acarreo y colocación de rejas, canastos y tapa de acceso, en un todo de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 72.405,94	\$ 72.405,94	
4,1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de <b>batea de descarga de camiones atmosfericos</b> , en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.10.1	Ejecución de Rejas de limpieza manual y Barandas, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 21.057,22	\$ 21.057,22	
4,11	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de todas las <b>cañerías de interconexion</b> dentro de la planta de tratamiento. Incluye: excavacion en todo tipo de suelo, relleno, colocacion de cañerías y transporte de material, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
4.11.1	Excavación para interconexiones dentro de planta depuradora, para todo tipo de suelo y a cualquier profundidad; incluye excavación en roca, voladura, tablestacado, entibado y todos los trabajos que correspondan, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>3</sup>	339,85	\$ 1.096,16	\$ 372.529,98	
4.11.2	Provisión, acarreo y ejecución de cama de asiento y relleno de arena para cañerías y todo los trabajos que corresponden, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>3</sup>	27,80	\$ 1.110,48	\$ 30.871,34	
4.11.3	Relleno y compactación de zanja con suelo natural de excavaciones hasta nivel de terreno natural, incluido retiro de sobrante, en un todo de acuerdo a pliego.	m <sup>3</sup>	347,45	\$ 331,27	\$ 115.099,76	

4.11.4	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC 160 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	326,60	\$ 804,66	\$ 262.801,96	
4.11.5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC 200 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	159,65	\$ 862,42	\$ 137.685,35	
4.11.6	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC 250 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	64,25	\$ 952,03	\$ 61.167,93	
4.11.7	Provisión, acarreo y colocación de cañerías A° 100 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	8,20	\$ 1.228,91	\$ 10.077,06	
4.11.8	Provisión, acarreo y colocación de cañerías A° 150 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	26,50	\$ 1.383,45	\$ 36.661,43	
4.11.9	Provisión, acarreo y colocación de cañerías A° 250 mm en zanja o terraplenes de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	31,50	\$ 1.923,12	\$ 60.578,28	
<b>Subtotal Planta de Tratamiento</b>						<b>\$16.653.860,8</b>
<b>5</b>	<b>EDIFICACIONES</b>					
5,1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución del <b>Edificio Central</b> , incluyendo tareas de albañilería, capas aisladoras, losas y cubiertas de techo, revoques, contrapisos, pisos, zocalos, revestimientos, pinturas, carpinterías y herrajes, vidriería, sanitarios, instalación de gas. Las mismas se construirán en un todo de acuerdo con el PPET.	m <sup>2</sup>	116,75	\$ 16.081,15	\$ 1.877.474,26	
5,2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución del <b>Sala de Tableros</b> , incluyendo tareas de albañilería, capas aisladoras, losas y cubiertas de techo, revoques, contrapisos, pisos, zocalos, revestimientos, pinturas, carpinterías y herrajes, vidriería, sanitarios, instalación de gas. Las mismas se construirán en un todo de acuerdo con el PPET.	m <sup>2</sup>	91,50	\$ 13.656,49	\$ 1.249.568,84	
5,3	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución del <b>Sala de Cloración</b> , incluyendo tareas de albañilería, capas aisladoras, losas y cubiertas de techo, revoques, contrapisos, pisos, zocalos, revestimientos, pinturas, carpinterías y herrajes, vidriería, sanitarios, instalación de gas. Las mismas se construirán en un todo de acuerdo con el PPET.	m <sup>2</sup>	86,60	\$ 14.548,51	\$ 1.259.900,97	
<b>Subtotal Edificaciones</b>						<b>\$4.386.944,06</b>

6 OBRAS COMPLEMENTARIAS						
6,1	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de <b>Cerco Olímpico Perimetral</b> al predio de la Planta de Tratamiento, incluido portón de acceso, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	ml	465,00	\$ 1.066,94	\$ 496.127,10	
6,2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de <b>Conexión e Instalación de Agua</b> a red existente, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 326.981,60	\$ 326.981,60	
6,3	Ejecución de tareas de <b>Forestación y Parquización</b> del predio de la planta de tratamiento. Incluyendo la nivelación del terreno, terraplenamiento si correspondiera, el sembrado de césped, la colocación de arbustos y árboles, en un todo de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 457.574,25	\$ 457.574,25	
6,4	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución del <b>Sistema de Desagües Pluviales</b> , en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 105.181,21	\$ 105.181,21	
6,5	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución de los <b>Caminos Internos</b> de acuerdo a lo señalado en pliego y planos.	m2	2.090,70	\$ 501,26	\$ 1.047.984,28	
6,6	Ejecución del <b>Sistema Contra Incendio</b> , en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Un	10,00	\$ 42.182,90	\$ 421.829,00	
6,7	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la construcción del <b>Mástil</b> , en un todo de acuerdo a pliego y plano.	Gl	1,00	\$ 41.258,65	\$ 41.258,65	
6,8	Provisión de <b>Contenedores Plásticos</b> , en un todo de acuerdo a pliego.	Un	4,00	\$ 21.408,51	\$ 85.634,04	
6,9	Ejecución del <b>Sistema de Alimentación y Distribución Eléctrica</b> , incluye el pilar de medición, tablero general, gabinetes de campo, instalación interna en edificios, sistema de control, puesta a tierra, grupo electrogeno, etc. en un todo de acuerdo a pliego.	Gl	1,00	\$ 988.067,62	\$ 988.067,62	
6,10	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución del <b>Sistema de Protección contra Descargas Eléctricas</b> atmosféricas, de acuerdo en un todo al PPET.	Gl	1,00	\$ 129.269,39	\$ 129.269,39	
6,11	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales necesarios para la ejecución del <b>Alumbrado Exterior</b> , en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 333.823,69	\$ 333.823,69	
6,12	<b>Saneamiento y Terraplenamiento</b> de unidad de tratamiento existente (laguna facultativa) y excavación zona de préstamo, en un todo de acuerdo a pliego y planos.					
6.12.1	Retiro y disposición final de membrana impermeable de laguna de tratamiento, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>2</sup>	3.702,00	\$ 81,86	\$ 303.045,72	



6.12.2	Desmante en zona de laguna de tratamiento y zona de prestamo, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>2</sup>	3.600,00	\$ 423,66	\$ 1.525.176,00	
6.12.3	Terraplenamiento con Suelo Seleccionado y CUV en zona de laguna de tratamiento y zona de prestamo, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	m <sup>3</sup>	7.165,00	\$ 611,01	\$ 4.377.886,65	
6.12.4	Limpieza final de obra y restitución a su condición original en zona de laguna y zona de prestamo, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 311.942,01	\$ 311.942,01	
<b>Subtotal Obras Complementarias</b>						<b>\$ 10.951.781,21</b>
<b>7</b>	<b>ESTACIÓN TRANSFORMADORA</b>					
7,1	Provisión e instalación de Estación Transformadora para suministro de energía eléctrica, en un todo de acuerdo a pliego y planos.	Gl	1,00	\$ 754.191,80	\$ 754.191,80	
<b>Subtotal Estación transformadora</b>						<b>\$ 754.191,80</b>
<b>8</b>	<b>OBLIGACIONES</b>					
8.1	Limpieza final de obra y restitución a su condición original, en un todo de acuerdo a PPET.	Gl	1,00	\$ 124.776,80	\$ 124.776,80	
8.2	Provision de Herramientas, en un todo de acuerdo a PPET	Gl	1,00	\$ 89.202,12	\$ 89.202,12	
8.3	Adiestramiento de personal, en un todo de acuerdo a PPET	Gl	1,00	\$ 136.372,20	\$ 136.372,20	
8.4	Elaboracion y entrega de un manual de operacion y mantenimiento de la planta de tratamiento, en un todo de acuerdo con el PPET	Gl	1,00	\$ 49.489,34	\$ 49.489,34	
8.5	Mantenimiento durante el plazo de garantía	Gl	1,00	\$ 706.127,18	\$ 706.127,18	
8.6	Plataforma informática para el seguimiento y control de proyecto	Gl	1,00	\$ 353.063,59	\$ 353.063,59	
8.7	Plan de Relacionamiento y Comunicación Social	Gl	1,00	\$ 353.063,59	\$ 353.063,59	
<b>Subtotal Obligaciones</b>						<b>\$1.812.094,82</b>
<b>TOTAL</b>						<b>\$36.718.613,20</b>

**Son Pesos: TREINTA Y SEIS MILLONES, SETECIENTOS DIECIOCHO MIL, SEISCIENTOS TRECE CON 20/100. IVA INCLUIDO**

**Córdoba, Noviembre de 2017**

\* Los precios indicados incluyen IVA, Beneficios, Costos Directos e Indirectos y Administrativos.

\*\* En todos los ítems se cotiza de acuerdo a lo detallado en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y según Planos adjuntos del presente Proyecto Licitatorio.



## V. PLANOS

A continuación, se adjuntan los planos desarrollados para el proyecto de la Planta Depuradora.

### Índice de Planos

Nº	DENOMINACION PLANO
1	UBICACIÓN PLANTA DEPURADORA - PLANTA GENERAL - PLANTA DEPURADORA
2	PLANTA DEPURADORA - EXTENSION DE CAÑERÍA DE IMPULSION
3	EXTENSION DE CAÑERÍA DE IMPULSION - PERFIL LONGITUDINAL
4	CAÑERÍA DE IMPULSION - CAMARA DE DESAGÜE
5	CAÑERÍA DE IMPULSION - VALVULA DE AIRE
6	PLANTA DEPURADORA - PLANIMETRIA GENERAL
7	PLANTA DEPURADORA - PERFIL HIDRAULICO
8	PLANTA DEPURADORA - TAMICES - PLANTA - CORTES
9	PLANTA DEPURADORA - CAMARA PARTIDORA - PLANTA - CORTES
10	PLANTA DEPURADORA - CAMARA DE AIREACION - PLANTA - CORTES
11	PLANTA DEPURADORA - SEDIMENTADOR SECUNDARIO - DETALLES - PLANTA - CORTES
12	PLANTA DEPURADORA - AFORADOR PARSHALL - PLANTA - CORTES
13	PLANTA DEPURADORA - CAMARA DE CLORACION - DETALLES - PLANTA - CORTES
14	PLANTA DEPURADORA - ESTACION DE RECIRCULACION Y EXTRACCION DE BARROS
15	PLANTA DEPURADORA - PLAYAS DE SECADO - PLANTA - CORTES - DETALLES
16	PLANTA DEPURADORA - ESTACION DE BOMBEO - VISTAS - CORTES
17	PLANTA DEPURADORA - PLAYA PARA DESCARGA DE ATMOSFERICOS - PLANTA - CORTES - DETALLES
18	PLANTA DEPURADORA - CAÑERIAS DE INTERCONEXION - OBRA DE DESCARGA - DETALLES
19	PLANTA DEPURADORA - EDIFICIO CENTRAL - PLANTA - CORTES
20	PLANTA DEPURADORA - SALA DE TABLEROS GENERALES - PLANTAS - CORTES
21	PLANTA DEPURADORA - SALA DE DOSIFICACION - PLANTA GENERAL
22	PLANTA DEPURADORA - SALA DE DOSIFICACION - PLANTA DE MUROS DE FUNDACION - CORTES
23	PLANTA DEPURADORA - SALA DE DOSIFICACION - PLANTA DE TECHO - FACHADAS
24	PLANTA DEPURADORA - TABLEROS GENERALES - GABINETES - ACOMETIDAS EN SALA DE TABLEROS
25	PLANTA DEPURADORA - SALA DE DOSIFICACION - ESQUEMA UNIFILARES DE TABLEROS
26	PLANTA DEPURADORA - INSTALACION ELECTRICA - PLANTA - CORTES - DETALLES
27	PLANTA DEPURADORA - PORTON DE ACCESO - CERCO PERIMETRAL
28	PLANTA DEPURADORA - PLANO TIPO MASTIL

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Apunte teórico de la Catedra de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Norma ENOHTA:
  - Tomo I: Volumen I y Volumen II – Normas de 01 a 15
  - Tomo II: Fundamentacion de Normas – Volumen I a VI
  - Tomo III: Proyectos Típicos
- Dirección General de Catastro dependiente del Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
- Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (DGEyC) e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).