Documento del Banco Interamericano de Desarrollo

**Uruguay**

**Programa de Saneamiento de Ciudad del Plata, Etapa I**

**(UR-L1149)**

**INFORME DE VIABILIDAD TÉCNICA DE LOS PROYECTOS DE**

**LA MUESTRA**

Índice

[**1.** **Red de alcantarillado sanitario de San Fernando** 5](#_Toc523398055)

[**1.1 Objetivo** 5](#_Toc523398056)

[**1.2 Justificación** 5](#_Toc523398058)

[**1.3 Descripción de las obras** 5](#_Toc523398060)

[**1.4 Estado de preparación** 7](#_Toc523398067)

[**1.5 Costos estimados** 7](#_Toc523398069)

[**1.6 Conclusiones** 8](#_Toc523398086)

[**2.** **Estación de bombeo e impulsión a la PTAR.** 9](#_Toc523398089)

[**2.1 Objetivo** 9](#_Toc523398090)

[**2.2 Justificación** 9](#_Toc523398092)

[**2.3 Descripción de las obras** 9](#_Toc523398094)

[**2.4 Estado de preparación** 13](#_Toc523398095)

[**2.5 Costos estimados** 13](#_Toc523398098)

[**2.6 Conclusiones** 14](#_Toc523398121)

[**3.** **Readecuación de la planta de tratamiento de lagunas existente.** 15](#_Toc523398124)

[**3.1 Objetivo** 15](#_Toc523398125)

[**3.2 Justificación** 15](#_Toc523398127)

[**3.3 Descripción de las obras** 15](#_Toc523398130)

[**3.4 Estado de preparación** 30](#_Toc523398322)

[**3.5 Costos estimados** 30](#_Toc523398324)

[**3.6 Conclusiones** 30](#_Toc523398345)

[**4.** **Resumen de los estimativos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por el proyecto** 32](#_Toc523398354)

**INFORME DE VIABILIDAD TÉCNICA DE LOS PROYECTOS DE**

**LA MUESTRA**

Este anexo tiene como propósito presentar un resumen de la evaluación técnica de los tres proyectos[[1]](#footnote-1) que conforman la muestra representativa del programa:

1) Red de alcantarillado sanitario de San Fernando,

2) Estación de bombeo e impulsión a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y

3) Readecuación de la planta de tratamiento de lagunas existente

Se presenta en cada caso: i) el objetivo del proyecto, ii) la justificación técnica que sustenta su inclusión en el programa, iii) una descripción resumida de las obras propuestas, iv) el estado de preparación, v) el costo estimado y vi) conclusiones y recomendaciones.

La siguiente tabla presenta el monto de inversión estimado para los tres proyectos, los cuales conjuntamente equivalen al 34% de costo total de las inversiones a ser financiadas con el programa.

|  |  |
| --- | --- |
| **PROYECTOS PROPUESTOS Y COSTOS DE INVERSIÓN** | |
| **Proyecto** | **Monto de la inversión (US$)** |
| Red de alcantarillado sanitario de San Fernando | 3.125.000 |
| Estación de bombeo e impulsión a la PTAR | 810.000 |
| Readecuación de la planta de tratamiento de lagunas existente | 1.800.000 |
| TOTAL | 5.735.000 |

Los proyectos que no hacen parte de la muestra serán evaluados oportunamente por la Unidad Ejecutora y por el Banco siguiendo las pautas del Reglamento Operativo del Programa, en el que se establecen los criterios de priorización y elegibilidad de proyectos, así como las guías para la formulación de los mismos y los procedimientos para su revisión y aprobación.

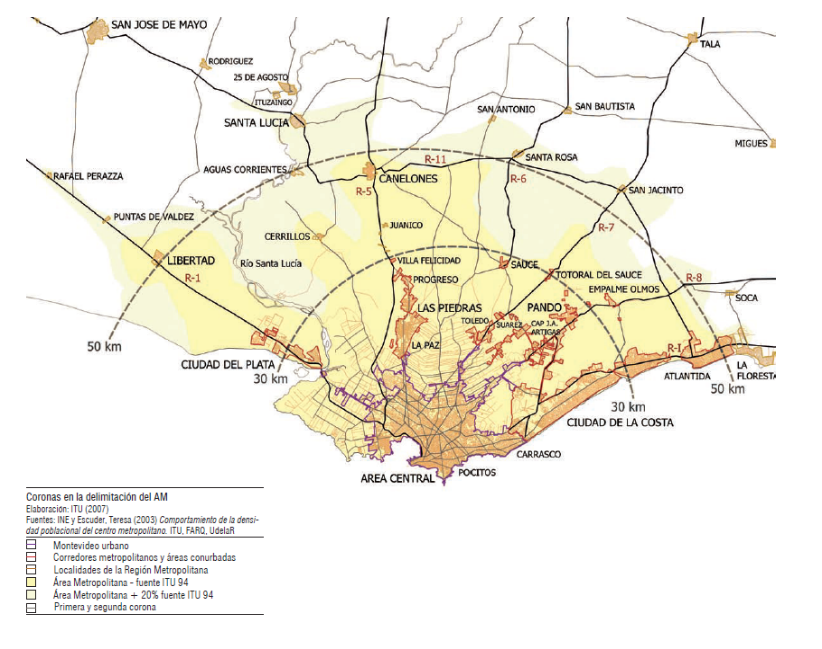
Todos los proyectos se enmarcan dentro del Plan Director Integral de Ciudad del Plata elaborado por el Consorcio Consultor CSI-DHI-SEURECA/VEOLIA financiado por la Cooperación Técnica UR-T1114. El estudio, denominado Plan de Aguas Urbanas, Plan director y anteproyecto integral de saneamiento, drenaje pluvial, vialidad y espacios públicos asociados de Ciudad del Plata (CdP) - Departamento de San José, identificó las obras necesarias y definió las etapas de construcción de acuerdo a criterios de viabilidad técnica y vulnerabilidad social y ambiental. Con relación al saneamiento, se definieron las obras de primera etapa que abarcarán a barrios adyacentes a la planta de tratamiento de efluentes que se reacondicionará, representando aproximadamente el 30% de la población actual de CdP, meta definida al 2025 en el Plan Director. La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) a readecuar está conformada por un sistema de lagunas para el tratamiento de líquidos de barométricas y lixiviado del vertedero sanitario de CdP que se diseñará para el 2025 y operará de manera transitoria hasta que entren en operación las obras a largo plazo que definió el Plan Director Integral para el 2050.

Tabla 1 - Proyección de población y vivienda para Ciudad del Plata

| **Consumo de agua** | **2015** | **2020** | **2030** | **2040** | **2050** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Población en viviendas particulares | 35 890 | 39 650 | 47 032 | 54 088 | 61 219 |
| Total viviendas particulares | 13 236 | 14 856 | 18 187 | 21 619 | 25 194 |

Fuente: Plan de Aguas Urbanas, Plan Director y Anteproyecto integral de Saneamiento, Aguas Pluviales, Vialidad y Espacios Públicos Asociados de Ciudad del Plata – Consorcio CSI-DHI-SEURECA

Figura 1 - Localización de Ciudad del Plata



A continuación, se describen los tres proyectos de la muestra.

1. **Red de alcantarillado sanitario de San Fernando (US$3,125 millones)**

**1.1 Objetivo**

Se propone construir la red de alcantarillado sanitario del barrio San Fernando, ubicado en la zona central de Cuidad del Plata, con el objetivo de conectar potencialmente a 670 viviendas en el año 2025.

**1.2 Justificación**

Ciudad del Plata no cuenta con un saneamiento adecuado. En general las viviendas separan las aguas negras de las grises, siendo las primeras enviadas a depósitos fijos y las segundas vertidas directamente a las cunetas o a los fondos de los predios. Los depósitos fijos son mayormente filtrantes y/o con “robadores”, constatándose que un 97% de las aguas servidas generadas son vertidas al ambiente sin ningún tipo de tratamiento.

La falta de un saneamiento adecuado crea riesgos sanitarios en la ciudad, principalmente por la existencia de aguas residuales en las cunetas de drenaje pluvial, en los propios predios y en las aguas de baño (playas, canteras), generando impactos negativos en la calidad de vida de la población (malos olores, posibilidad de contacto con aguas residuales, insectos, etc.). Existiendo, a su vez, un riesgo sanitario por filtración hacia la napa freática.

**1.3 Descripción de las obras**

El Plan de Aguas Urbanas y el Plan Director de Saneamiento, Aguas Pluviales, Vialidad y Espacios Públicos Asociados de Ciudad del Plata definió a la Zona A como área de intervención prioritaria.

La Zona A abarca a la zona central de CdP y comprende al barrio San Fernando, para el cual se tiene la siguiente proyección de población y viviendas:

Tabla 1.1 - Prospección de población y vivienda para Zona A

| **Consumo de agua** | **2015** | **2020** | **2030** | **2040** | **2050** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Población en viviendas particulares | **1 405** | 1 6025 | 1 912 | 1 898 | **1 838** |
| Total viviendas particulares | **513** | 603 | 731 | 748 | **748** |

Fuente: Plan de Aguas Urbanas, Plan Director y Anteproyecto integral de Saneamiento, Aguas Pluviales, Vialidad y Espacios Públicos Asociados de Ciudad del Plata – Consorcio CSI-DHI-SEURECA

En la siguiente Figura 1.1 se muestra el área de intervención y las obras de saneamiento planteadas para la Zona A correspondiente al Barrio San Fernando (proyecto de la muestra). Actualmente la densidad de población del área es de 38,2 hab/Ha y se estima una densidad de 50,0 hab/ha para el año 2050

Figura 1.1 – Área de Actuación y Obras – Zona A



El sistema de saneamiento será de tipo convencional y contará con una estación de bombeo en el punto bajo de la cuenca (EB Zona A), que impulsará los efluentes colectados hacia el sitio de tratamiento (lagunas de tratamiento re-adecuadas).

Si bien el área a sanear correspondiente a San Fernando es la que se delimita en la figura anterior, la estación de bombeo también contempla la incorporación futura de una cuenca al Noroeste (denominada Zona B), perteneciente al barrio Parque Postel. Asimismo, la red de San Fernando, recibirá en un futuro los efluentes colectados en Villa Rives, a través de un bombeo que descargará en el registro de saneamiento de Cerro Largo y Ruta 1.

En las siguiente Figura 1.2 se aprecia la cuenca extendida que puede ser atendida por la EB Zona A, así como su vinculación con las cuencas contiguas de ejecución futura, en particular la de Villa Rives, bombeando hacia la Zona A y del resto de la Zona Central bombeando directamente hacia el sitio de tratamiento.

Figura 1.2 – Cuenca de la EB Zona A y su vinculación con las cuencas contiguas de ejecución futura



**1.4 Estado de preparación**

El proyecto se encuentra desarrollado a nivel de anteproyecto avanzado con un nivel de desarrollo de ingeniería adecuado para iniciar el proceso de licitación. Sólo se requiere análisis y ajustes menores a las especificaciones técnicas y completar detalles menores para alcanzar el desarrollo de proyecto ejecutivo.

**1.5 Costos estimados**

El costo estimado de la red para San Fernando, según estimaciones efectuadas en agosto de 2018, se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 1.2 Costos de Inversión Red de alcantarillado sanitario de San Fernando**

|  |  |
| --- | --- |
| **COSTOS DE INVERSIÓN** | |
| **Red de alcantarillado sanitario de San Fernando – Zona A** | **Monto de la inversión (US$)** |
| Colectores – PVC DN 200 a 400mm – Total 8.100m | 1.702.100 |
| Registros y cámaras | 240.600 |
| Conexiones – Total: 550 + 50 con tapón (baldíos) – Incluye cámara 1 | 647.500 |
| Gastos Generales (Proyecto ejecutivo / Movilización y desmovilización / Recuperación ambiental y señalización de obra) | 534.800 |
| TOTAL | 3.125.000 |

*Nota: Los costos consideran un 15% de imprevistos y no incluyen el IVA*

**1.6 Conclusiones**

El Plan de Aguas Urbanas y el Plan director integral de saneamiento, drenaje pluvial, vialidad y espacios públicos de Ciudad del Plata elaborado por el Consorcio Consultor CSI-DHI-SEURECA/VEOLIA financiado mediante la Cooperación Técnica UR-T1114, constituye la base sobre la cual se diseñó el proyecto de la red de alcantarillado sanitario de San Fernando. Dicho estudio integral identificó la viabilidad técnica de comenzar por esta obra, coordinadamente con las demás intervenciones definidas por el plan, como los drenajes pluviales, las vialidades y los espacios públicos para dar una solución integral al barrio.

La red de alcantarillado sanitario de San Fernando constituye una muestra totalmente representativa del tipo de obra que requiere CdP y su viabilidad técnica se completa con su cercanía a la planta de tratamiento de lagunas existente que se readecuará para dar tratamiento a los efluentes domésticos que se colectarán. En los siguientes puntos se describen las obras adicionales seleccionadas como muestra y necesarias para brindar el saneamiento completo a San Fernando: la estación de bombeo, la cañería de impulsión y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que se readecuará.

1. **Estación de bombeo e impulsión a la PTAR (US$ 0,820 millones).**

**2.1 Objetivo**

El objetivo de esta obra es transportar las aguas residuales recolectadas por la red de alcantarillado de San Fernando hacia la PTAR para su tratamiento y disposición final. Para ello se ha previsto la construcción de una Estación de Bombeo en una zona baja del área central de CdP y una tubería de impulsión de PEAD DN 160 mm y 1235 m de longitud hasta la PTAR.

**2.2 Justificación**

La topografía de CdP se destaca por lo plana y por su baja elevación repecto al nivel del mar. Debido a la baja pendiente natural del terreno y su cercanía a las costas del Rio de la Plata y el río Santa Lucía, el transporte de las aguas residuales que recolectarán las redes de alcantariilado, requieren ser concentradas en un punto bajo de la cuenca de drenaje natural para desde allí ser elevadas mediante bombeo hasta la PTAR.

Al igual que la red de alcantarillados, la estación de bombeo e impulsión a la PTAR se enmarca dentro del plan director integral para CdP, por lo cual ha sido dimensionada para elevar no sólo los efluentes de San Fernando, sino que recibirá las aguas residuales de la denominada Zona B, Villa Rives y demás barrios de la denominada zona central de CdP, según se indica en la Figura 1.2.

Debido a que la PTAR de lagunas existente se ubica en un predio elevado contiguo al vertedero sanitario, las aguas residuales colectadas por la red no pueden llegar a la PTAR por gravedad, por lo cual se requiere de una estación de bombeo y una cañería de impulsión.

**2.3 Descripción de las obras**

***Caudal de Diseño***

Si bien a los efectos del cálculo de la red se consideró el caudal puntual de aporte de la Estación de Bombeo de Villa Rives en la cámara en la cual descargará (ver figura 1.2), para el diseño de la EB San Fernando-Zona A se consideró la población de Villa Rives dentro de la población de aporte general.

**Tabla 2.1 - Caudales afluentes**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Estación de bombeo** | Año 2020 | Año 2025 | Año 2050 |
| **Población conectada (hab)** | 983,5 | 2656 | 3472 |
| **Caudal de infiltración llegada a EB (L/s)** | 1,6 | 2,9 | 6,9 |
| **Dotación (L/hab/dia)** | 150 | 150 | 150 |
| **Caudal AR promedio diario (m3/d)** | 133 | 359 | 469 |
| **Caudal AR promedio diario (L/s)** | 1,5 | 4,1 | 5,4 |
| **Coeficiente punta horaria (kmax)** | 3,8 | 3,5 | 3,4 |
| **Caudal AR max horario (m3/h)** | 21,0 | 52,1 | 66,2 |
| **Caudal AR max horario (L/s)** | 5,8 | 14,5 | 18,4 |
| **Caudal medio dom + infiltración (L/s)** | 3,1 | 7,1 | 12,3 |
| **Caudal max h dom + infiltración (L/s)** | 7,4 | 17,4 | 25,3 |
| **Caudal diseño EB (L/s) - Factor 1,1** |  | 19,1 | 27,8 |

El pozo de bombeo se diseñó para impulsar un caudal de 27,8 L/s de líquido cloacal.

En una primera etapa se instalarán equipos con una capacidad de 19,1 L/s (año 2025).

***Conducción de descarga y tubería de impulsión***

El manifold de descarga de los equipos de bombeo es de fundición dúctil de DN 100 mm, y conecta con la impulsión de PEAD DN 160 mm y 1235 m de longitud. La traza de la línea de impulsión comienza en el lote donde se ha proyectado el pozo de bombeo, recorre la calle Colonia hasta Granada, luego Granada hasta la entrada al predio Municipal donde se sitúan las lagunas y descarga en cámara previa al sistema de rejas y desarenador proyectado.

El material seleccionado para la línea de impulsión es:

* Material: PEAD PE100
* Presión: PN 10 (SDR 17)

***Pre-selección de los Equipos de Bombeo***

Se consideró la instalación de 1+1 bombas sumergibles aptas para líquido cloacal de velocidad fija, con la siguiente característica de funcionamiento nominal:

* Qdiseño 1=19,10 L/s
* AMT 1= 32,71 mca

Una (1) bomba estará activa y una (1) cumplirá la función de reserva.

Para fin de proyecto el punto de funcionamiento es:

* *Qdiseño 2=27,80 L/s*
* *AMT 2= 51,37 mca*

***Pozo Húmedo***

El dimensionado de la cámara de aspiración o pozo húmedo se efectúa de manera de no superar los 10 arranques por hora de los equipos de bombeo, optimizando las dimensiones de la cámara principalmente en lo referente a su profundidad, a fin de facilitar la obra, y respetando las dimensiones mínimas de separación entre equipos.

Las dimensiones adoptadas para la cámara de aspiración son las siguintes:

* Volumen de regulación mínimo: 2,50 m3
* Dimensiones de la cámara: 3,90 m x 1,72 m
* Altura de regulación adoptada: 0,40 m
* Volumen de regulación adoptado: 2,68 m3

***Tiempo de detención***

El cálculo del tiempo de detención en el pozo se realiza según la fórmula:



Donde el Qmedio es el caudal medio a inicio del período (2020), Qmedio= Qdom, med + Q inf = 3,9 L/s, y Vefectivo es el volumen efectivo definido como el volumen comprendido entre el fondo de la cámara y el nivel medio de operación igual a 5,5 m3.

Se recomienda que el tiempo de detención sea menor a 30 min, de modo de reducir los problemas de generación de olores en el pozo.

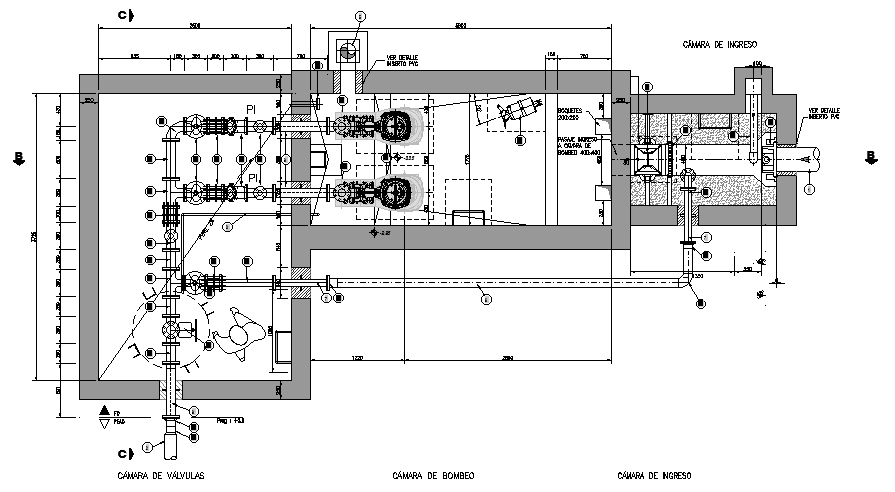
El tiempo de detención para este pozo resulta:

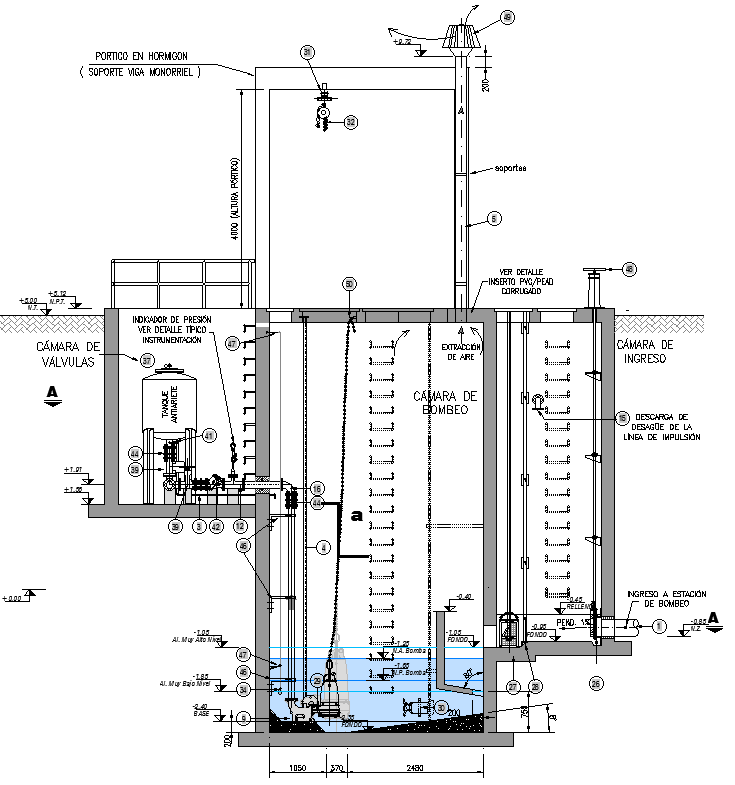


El valor obtenido para tiempo de detención para el año 2020 es inferior al valor recomendado de 30 minutos.

Las siguientes figuras muestran el diseño de la Estación de Bombeo.

**Figura 2 1 – Planta y Corte de Pozo de Bombeo**





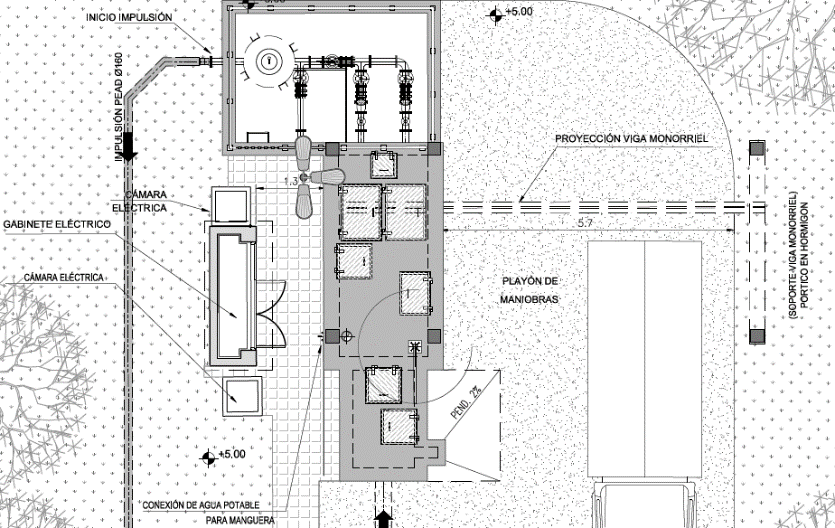
***Implantación de la Estación de Bombeo***

La estación de bombeo proyectada se localizará en el padrón N° 521 sobre la Calle Cerro Largo, próximo al cruce con la calle Colonia. El predio contará con un área de 625 m² y se accederá al mismo mediante dos accesos, uno para ingreso vehicular directo a la playa de maniobras y uno peatonal que servirá de acceso a la estación y gabinete eléctrico.

El predio se protegerá y delimitará mediante un muro exterior de bloques de hormigón de h=2m, con protección superior de alambrado tipo concertina.

El acceso vehicular se realizará a través de un portón de acceso de 4m de ancho, del tipo batiente manual de 2 de hojas, cuyas características constructivas deberán ser acordes a lo estipulado en el plano tipo de OSE 276699/A. El portón de acceso peatonal será un portón batiente de una hoja, de 1m de ancho. Ambos portones se conformaran mediante una estructura de hierro y tejido de alambre H.G.

**Figura 2.2 - Extracto de la Planta proyectada del Pozo de bombeo**



**2.4 Estado de preparación**

El proyecto de la estación de bombeo se encuentra desarrollado a nivel de anteproyecto avanzado con un nivel de desarrollo de ingeniería adecuado. No obstante, para iniciar el proceso de licitación, requerirá revisión y ajustes a las especificaciones técnicas y completar el análisis estructural para alcanzar el desarrollo de proyecto ejecutivo.

El proyecto de la impulsión hasta la PTAR posee detalle

**2.5 Costos estimados**

El costo estimado de la Estación de Bombeo Zona A y su impulsión a la PTAR, según estimaciones efectuadas en agosto de 2018, se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2 Costos de Inversión Estación de Bombeo Zona A e impulsión a la PTAR**

|  |  |
| --- | --- |
| **COSTOS DE INVERSIÓN** | |
| **Estación de Bombeo – Zona A e impulsión a la PTAR** | **Monto de la inversión (US$)** |
| Expropiación terreno | 27.300 |
| Movimiento de suelos y excavaciones | 266.000 |
| Obra civil | 147.500 |
| Cañerías válvulas y accesorios | 70.200 |
| Equipamiento electromecánico e instalación eléctrica | 87.000 |
| Acondicionamiento del predio | 38.000 |
| Tubería de impulsión – PEAD DN 160 mm | 174.000 |
| TOTAL | 810.000 |

*Nota: Los costos consideran un 15% de imprevistos y no incluyen el IVA*

**2.6 Conclusiones**

El Plan de Aguas Urbanas y el Plan director integral de saneamiento, drenaje pluvial, vialidad y espacios públicos de Ciudad del Plata elaborado por el Consorcio Consultor CSI-DHI-SEURECA/VEOLIA financiado mediante la Cooperación Técnica UR-T1114, constituye la base sobre la cual se diseñó el proyecto de saneamiento para la Zona A de CdP. Dicho estudio integral identificó la viabilidad técnica de comenzar por esta obra, coordinadamente con las demás intervenciones definidas por el plan, como los drenajes pluviales, las vialidades y los espacios públicos para dar una solución integral al barrio.

La Estación de Bombeo e impulsión a la PTAR fue diseñada para transportar las aguas residuales recolectadas por la red de alcantarillado sanitario de San Fernando. Si bien en una primera etapa funcionará para dar servicio a dicha red, sus obras civiles han sido diseñadas para recibir los caudales de los restantes barrios del área central de CdP más Villa Rives, correspondientes al 2050 (27,8 L/s). El equipamiento electromecánico que se instalará en la primera etapa tendrá la capacidad de elevar el caudal correspondiente al 2025 (19,1 L/s).

1. **Readecuación de la planta de tratamiento de lagunas existente (US$ 1,8 millones).**

**3.1 Objetivo**

El objetivo de esta obra es brindar servicios de saneamiento a la población del barrio San Fernando complementando a las otras dos obras de la muestra seleccionada.

**3.2 Justificación**

Durante la elaboración del Plan Director de Saneamiento de CdP, se identificó la posibilidad de adecuar la planta de tratamiento de líquidos de barométricas y lixiviados existente en el predio del vertedero sanitario que opera la Intendencia de San José (ISJ) para dar una rápida solución de saneamiento a la población contigua perteneciente al área central de CdP y Villa Rives. Esta solución es de rápida implementación, ya que no requiere la construcción de las grandes obras de conducción para transportar las aguas residuales a la nueva PTAR que definirá el Plan director de Saneamiento. La planta de existente, conformada por 4 lagunas, puede ser readecuada para tratar los efluentes domésticos de la población que se conecte a las nuevas redes, además de brindar tratamiento a los efluentes provenientes de los pozos sépticos que descargan los camiones barométricos.

Debido a que el vertedero sanitario operado por la ISJ será cerrado, la planta de tratamiento y el predio que ocupa serán transferidos a Obras Sanitarias del Estado (OSE) para su operación. Dado que los líquidos lixiviados del vertedero seguirán generándose luego de la clausura del vertedero, la planta fue diseñada para recibirlos y tratarlos junto con los efluentes domésticos provenientes de las nuevas redes y de los camiones barométricos que atenderán a los barrios de CdP que no posean servicio de saneamiento por red.

**3.3 Descripción de las obras**

El Plan director de Saneamiento para CdP evaluó diferentes alternativas para dar tratamiento a la ciudad. Se estudiaron diversas alternativas que incluyeron el análisis de tres puntos de descargas:

* Río Santa Lucía,
* Río de la Plata frente a la costa de CdP y
* Río de la Plata a través de la Planta de pre-tratamiento y emisario en Punta Yeguas.

La primera alternativa plantea la construcción de una nueva Planta de tratamiento terciario (por su descarga al humedal protegido del río Santa Lucía), la segunda la construcción de una nueva planta y emisario en CdP, y la tercera requiere de una extensa impulsión para descargar en la PTAR de Punta Yeguas, operada por la Intendencia de Montevideo. Si bien el Plan Director de Saneamiento para CdP para el 2050 tiene como meta universalizar el acceso al saneamiento, debido a los montos necesarios, se han planificado intervenciones por etapas, concluyendo que para cualquiera de las tres alternativas de descarga arriba mencionadas, la opción técnico-económica más conveniente para dar tratamiento en una primera etapa, es la adecuación de la planta de tratamiento que la Intendencia de San José opera en CdP.

El sistema de lagunas existentes puede readecuarse para tratar los efluentes de aproximadamente 9.500 habitantes equivalentes (incluyendo los aportes de los camiones barométricos) para brindar servicio de saneamiento a la población del área central de CdP mediante una red de alcantarillado.

Las obras de alcantarillado de esta primera etapa abarcarán barrios adyacentes a la planta de tratamiento recolectando las aguas residuales de aproximadamente el 30% de la población actual de CdP, meta de saneamiento definida para el 2025 en el Plan Director.

La planta de lagunas a readecuar se diseñó para el 2025 y operará de manera transitoria hasta que entren en operación las obras a largo plazo que defina el Plan Director para el 2050. Durante dicho período, OSE solicitará a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) la excepción en cuanto al cumplimiento de los parámetros de vertido de nutrientes, por lo cual el tratamiento no incluye remoción de nutrientes en esta etapa.

***Caudales y Cargas***

El líquido afluente a la planta de tratamiento tendrá las siguientes componentes:

* Efluentes provenientes del sistema de redes de saneamiento a ejecutarse en Zona Central y Villa Rives,
* Efluentes provenientes del barrio Santa Mónica, donde se propone la implementación de un servicio periódico de camiones barométricos gestionado por un operador
* Efluentes provenientes del resto de la población de CdP, con un régimen de recolección por camiones barométricos similar al actual
* Lixiviados del vertedero de residuos sólidos de Ciudad del Plata.

***Caudal Redes de Recolección***

Para el año 2025 la población proyectada (Pr) es de 41.544 habitantes, con un 23% de cobertura (Cb) –lo cual corresponde a que el área a sanear es Zona Central y Villa Rives- y 70% de conectividad (Cn) dentro del área de cobertura. La dotación por habitante (D) se considera de 150 L/hab.d con un coeficiente de retorno (CR) de 0,9.

La población servida es Ps = Pr x Cb x Cn = 41.544 x 0,23 x 0,70 = 6.701 habitantes

Qmedioredes= D x CR x Ps = 150 L/hab.d x 0,9 x 6.701 = 905 m3/d

El caudal de infiltración (Qinf) se asume 82% del caudal medio de redes, 742 m3/d de acuerdo a lo presentado en Informe de Plan Director.

El caudal medio total de redes es

Qmed= Qmedioredes + Qinf = 1.647 m3/d

La carga orgánica unitaria se asume 54 gDBO/hab.d. La carga orgánica por redes es de 362 kgDBO/d y concentración 220 mgDBO/L.

La carga de aporte de sólidos suspendidos se considera igual a la carga orgánica, por lo que se tiene 362 kgSST/d y concentración 220 mgSST/L.

El aporte de nutrientes se estima de acuerdo a experiencia del consultor y respaldado por bibliografía. Se toma un aporte por habitante de 9 gNKT/hab.d (0,167 x Carga Orgánica) y 1,35 gP/hab.d (0,025 x Carga Orgánica). La carga de nutrientes a fin de proyecto es de 60,4 kgNKT/d y 9 kgP/d, con concentraciones de 37 mgNKT/L y 5,5 mgP/L.

***Caudal Santa Mónica***

Para el año 2025 se tiene una población de 1878 habitantes para Santa Mónica. En esta zona que fue identificada como prioritaria pero no será dotada de redes en primera etapa, se propone eliminar los robadores y recolectar lo vertido a los pozos mediante un sistema de barométricas gestionado por un operador. Se asume que los pozos actuarán como depósitos fijos impermeables debido a que el suelo es mayormente impermeable.

Para la estimación del caudal medio a recibir en la planta de tratamiento (lagunas modificadas) se asume solo el aporte de aguas negras, de acuerdo a lo indicado por OSE, ya que mayormente se separan las aguas en los predios.

Para este caso se considera 50% del caudal de aporte de aguas negras y grises en su conjunto para un sistema dinámico (Metcalf & Eddy, 2003; Ekama, 2008). Por lo tanto:

* QSanta Monica= Dotación (L/hab.d) x Coef. Retorno x Población 2025 x 0,5
* QSanta Monica = 150 L/hab.d x 0,9 x 1878 x 0,5 = 127 m3/d

Para estimar la carga orgánica se considera el aporte solo de uso de inodoro, en 29,7 gDBO/hab.d (Mara, 2003).

La carga orgánica por Santa Mónica es de 56 kgDBO/d y concentración 440 mgDBO/L. Cabe comentar que la concentración presenta un valor típico de efluente doméstico de sistema dinámico, dado que por hipótesis se trata como tal. Tanto el porcentaje de aporte de carga orgánica como de caudal de aguas negras son similares con respecto al total de un efluente de red.

La concentración de sólidos suspendidos se considera igual a la de DBO por lo que se tiene 440 mgSST/L y 56 kgSST/d afluente.

En cuanto a nutrientes, la carga de nitrógeno en aguas negras se toma 85% de NTK del aporte diario por habitante, mientras que para fósforo se toma 80%. De esta manera se tiene un aporte de 7,7 gNTK/hab.d y 1,1 gP/hab.d. Los valores de concentración y carga asumidos son 114 mgNTK-N/L y 16 mgP/L, y 14 kgNTK-N/d y 2 kgP/d.

***Caudal Barométricas General***

Por caudal de barométricas general se entiende al aporte de la población que no contará con un servicio de saneamiento al horizonte de funcionamiento de las lagunas en esta primera etapa. Se excluyen por tanto la zona que tendrá saneamiento colectivo por redes y la zona de Santa Mónica que tendrá un servicio de barométricas gestionado por un operador. La hipótesis realizada es que, en tanto no se brinde otro servicio y dependa del usuario, se mantendrán las prácticas actuales de baja frecuencia de vaciado de pozos. Esto es equivalente a considerar que se mantiene para esta población un caudal per-cápita de aporte las lagunas bajo, calculado a partir de los volúmenes actuales recibidos y la población total.

Como el horizonte de funcionamiento de las lagunas en esta primera etapa es conocido (9500 habitantes equivalentes, año 2025), y asimismo se conoce que las zonas a sanear son Santa Mónica (paliativamente con barométricas) y Zona Central + Villa Rives, la población restante es la población total (calculada para ciudad del plata para ese horizonte) menos las dos poblaciones que contarán con otro tipo de servicio. Se entiende por tanto que la estimación contempla que habrá zonas atendidas por otro tipo de servicio.

La población 2025 para servir por barométricas es

* PBar2025 = Pob. Total (41.544 habitantes) – Pob. Servida por red (6.701 habitantes) – Pob. Santa Mónica (1.878 habitantes)
* PBar2025 = 32.964 habitantes

Para el año 2015, de datos de viajes de camiones barométricos brindados por ISJ y estimaciones de volúmenes de cisterna se tiene un volumen promedio actual de recibo en lagunas de 46.800 m3/año (Qbar2015). La población para dicho año se estima en 33.893 habitantes (P2015) y el caudal diario es de 128 m3/d.

El caudal recolectado por barométrica para el año 2025 es:

* Qbar2025= Qbar2015/ PBar2015 x PBar2025 = 125 m3/d

En el informe del Plan Director se analizó la dotación media por habitante de barométrica. De las encuestas realizadas en el marco de Plan Director, surge que un 80% de las viviendas del Municipio separan las aguas grises y enviando solo las aguas negras correspondientes a inodoro. Según bibliografía estas representan aproximadamente un 20% del agua residual generada (Metcalf & Eddy, 2003; Ekama, 2008). Puede estimarse entonces el volumen de aguas residuales totales generadas en el Municipio y a partir de allí, el volumen que es enviado a los depósitos fijos, en sus dos componentes V1 y V2.

* Población urbana 2015: **33.893 habitantes**
* Dotación de consumo agua potable: **150 L/hab/día**
* Coeficiente de retorno: **0.9**
* Volumen de aguas residuales generadas 2015 (150 x 0,9 x 33.893): **4.576 m3/día**
* Quienes separan aguas solo envían aguas negras, V1 = 80% x 20% x 4.576 = **732 m3/día**
* Quienes no separan aguas envían todo, V2 = 0,2 x 1,0 x 4.576 = **915 m3/día**
* Volumen diario de aguas descargadas a depósitos fijos 2015, V1+V2 = **1.647 m3/día**

A partir de este volumen de 1.647 m3/día y la población total de 33.893 habitantes puede estimarse una dotación de aguas residuales descargadas a depósitos fijos, resultando en 49 L/hab/día.

Comparando el volumen diario teórico de caudal de barométricas que va a pozo negro 2015 (1.647 m3/día), con el caudal real que se recibe (128 m3/día), solamente un 7.7 % se está recolectando y enviando a sistema de lagunas.

Por lo tanto, se asume que solamente un 7.7% de la población es la que hace uso del servicio. Con dicha dotación de 49 L/hab.d y Qbar2025 125 m3/d, se estima una población para uso de servicio de barométricas en año 2025 de 2.566 habitantes.

El aporte orgánico por habitante se estima también considerando que el 80% de la población atendida por barométrica separa aguas grises y negras, entonces

Aporte DBO/hab = 0,2 x 54 gDBO/hab.d + 0,8 x 29,7 gDBO/hab.d= 35 gDBO/hab.d

La carga orgánica de aporte es de 89 kgDBO/d y concentración 711 mgDBO/L. Este valor es algo inferior a los valores medidos en líquidos barométricos comunes, ya que el aporte per cápita es menor al asumir la separación de aguas grises y negras. En caso de considerar un aporte general de 54 gDBO/hab.d la concentración del líquido es de 1.111 mgDBO/L, valor más representativo de un líquido barométrico típico.

La concentración de SST se asume a partir de recomendaciones bibliográficas (Ekama, 2008; PROSAB 2009) y datos brindados por contraparte (PEC-10). Se observa que el valor de ST para líquido barométrico es entre 5000 a 12000 mg/L, con una relación SST/ST=0,5. El valor considerado para este proyecto es de 4.000 mgSST/L y una carga de 499 kgSST/d.

En cuanto a nutrientes, se consideran las mismas hipótesis que para el afluente de Santa Mónica.

Aporte NKT/hab eq.= 0,2 x 54 gDBO/hab.d x 0,167gNTK/gDBO + 0,8 x 54 gDBO/hab.d x 0,167gNTK/gDBO x 0,85 = 7,9 gNTK/hab.d

Aporte P/hab eq.= 0,2 x 54 gDBO/hab.d x 0,025 gP/gDBO + 0,8 x 54 gDBO/hab.d x 0,025 gP/gDBO x 0,8 = 1,1 gP/hab.d

Los valores de concentración y carga asumidos son 163 mgNTK-N/L y 23 mgP/L, y 20 kgNTK-N/d y 3 kgP/d.

***Caudal de lixiviado***

La duración de los bombeos según funcionarios de ISJ es de 1 a 1,5 horas, cada 2 a 3 días. El volumen a bombear es de 30 m3 según dimensiones de pozo, por lo que los caudales medios serían entre 5 y 15 m3/d.

Por otro lado, las mediciones de caudal durante las campañas de muestreo arrojaron valores de 0,6 L/min y 0,71 L/min (0,8 m3/d y 1,0 m3/d) de vertido desde lixiviado.

La concentración de DBO de los análisis presenta valores de 193 mgO/L y 173 mgO/L.

En cuanto a nutrientes, los análisis presentan valores en el entorno de Amonio 1400 mgN/L, NTK 1800 mgN/L, y P 30 mg/L. Ver Anexo.

De manera de estar del lado de la seguridad, y no despreciar la carga orgánica y de nutrientes que puede presentar el lixiviado, se asume el caudal medio en 10 m3/d.

***Caudal Total***

Por lo anterior se tiene:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parámetros** | | **Afluente** | | | | |
| **Redes** | **Barométricas** | **Lixiviados** | **Santa Mónica** | **Compuesto** |
| Caudal | m3/d | 1647 | 125 | 10 | 127 | 1908 |
| DBO | mg/L | 220 | 711 | 168 | 440 | 266 |
| kg/d | 362 | 89 | 1,7 | 56 | 508 |
| SST | mg/L | 220 | 4000 | 31 | 440 | 480 |
| kg/d | 362 | 499 | 0,3 | 56 | 917 |
| NTK | mg/L | 37 | 163 | 1299 | 114 | 57 |
| kg/d | 60 | 20 | 13 | 14,4 | 108 |
| NH3 | mg/L | 29 | 80 | 1177 | 91 | 43 |
| kg/d | 48 | 9,9 | 12 | 11,5 | 82 |
| NO X | mg/L | 0,0 | 4,7 | 1,5 | 0,0 | 0,3 |
| kg/d | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| P | mg/L | 5,5 | 23 | 15 | 16,0 | 7,4 |
| kg/d | 9,0 | 2,9 | 0,2 | 2,0 | 14 |
| CF | ufc/100ml | 1E+07 | 1E+07 | 1E+03 | 1E+07 | 1E+07 |

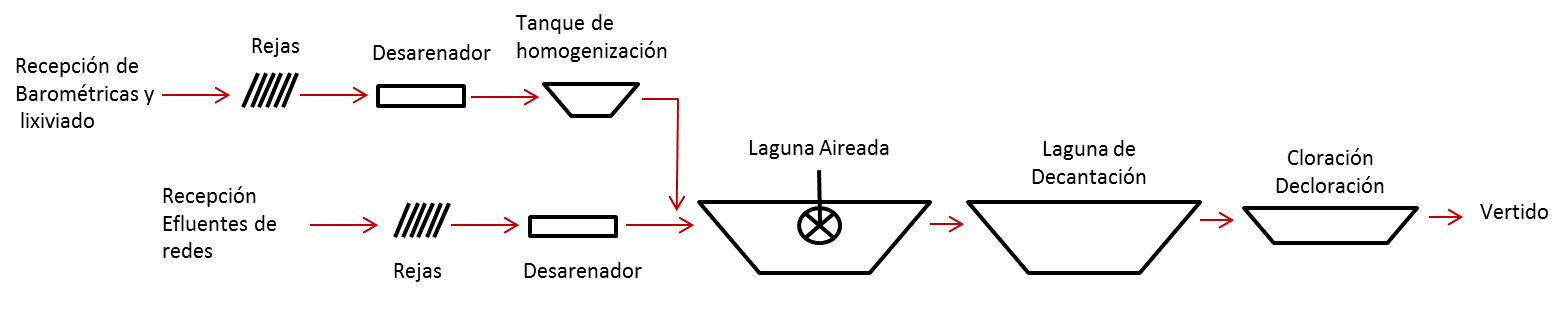
Considerando la carga afluente total para fin de proyecto de 508 kgDBO/d, y un aporte medio de 54 gDBO/hab.d, tenemos una población equivalente total de 9.407 habitantes.

***Proceso de tratamiento***

El diseño del sistema se realiza para alcanzar una calidad de vertido de DBO < 60 mgO2/L, SST < 150 mg/L, CF< 5000 NMP/100ml. No se considera para el diseño la remoción de nutrientes.

Para cumplir con lo anterior se propone el siguiente esquema de proceso:

**Figura 3.1 - Esquema de tratamiento propuesto**



1. Pretratamiento Rejas (20 mm) y Desarenador.
2. Laguna Aireada
3. Laguna de Decantación
4. Desinfección por Cloración con post decloración

Para la recepción de barométricas se contará con pretratamiento con rejas y desarenador, y un tanque de homogenización.

Por otro lado, los lodos generados en laguna de decantación, serán extraídos por sistema de bombeo flotante y bombeado hacia zona de deshidratación.

***Caudales de Diseño***

El sistema de tratamiento se diseñó para un caudal medio de 1.908 m3/d.

El Caudal máximo instantáneo de redes se considera 50 L/s siendo éste el caudal máximo horario estimado para el bombeo en simultáneo de las estaciones San Fernando-Zona A y J3 (Ver figura 1.2).

El Caudal máximo instantáneo de descarga de barométricas se considera de 50 L/s.

El caudal de bombeo desde tanque de homogenización a laguna aireada es de 7 L/s.

***Pretratamiento***

Cuenta con un canal con rejas de limpieza manual y desarenador para la recepción de impulsión desde las redes colectivas y otro para recepción de barométricas de iguales dimensiones.

***Reja***

Previo a cada desarenador se instalará una reja de limpieza manual de las características indicadas en el plano respectivo. Estará formada por barras de acero inoxidable AISI304 de 6mmX40mm de sección, separadas cada 20 mm.

***Desarenador***

El desarenador está destinado a la eliminación de las partículas de arena y materiales similares. Consta de dos cámaras de funcionamiento alternativo. Su sección es trapezoidal y la velocidad del agua en dichas cámaras está regulada por sendos vertederos verticales.

Ambos desarenadores serán de sección trapezoidal con un largo útil de 7,45 m, ancho inferior de 0,30 m y superior de 0,60 m.

Contará con un by-pass de emergencia PVCØ315 que permitirá derivar el líquido pretratado hacia el emisario.

***Tanque de homogenización de líquidos barométricos***

Junto a la instalación para la recepción y descarga de las barométricas, aguas abajo del Pretratamiento, se cosntrirá un depósito de acumulación que permite retener y planificar la descarga del líquido barométrico hacia el sistema de tratamiento.

El puesto de descarga se conecta al Pretratamiento, descargando luego en cámara previa por medio de tubería de PVC 200 mm a depósito de acumulación de hormigón armado.

Además de los líquidos barométricos recibe los efluentes de lixiviado de relleno sanitario y desagües de zona de deshidratación de lodos.

El depósito será de 90 m3 de volumen útil, con un mixer de 0,5 Kw de potencia estimada cuyo objetivo es mantener los sólidos en suspensión para un líquido de concentración de 5000 mg/L.

En el depósito se instalará una electrobomba sumergible, la cual impulsará hacia cámara de ingreso a sistema de tratamiento. El equipo será comandado mediante sensores de nivel de arranque y parada a ubicar en el depósito. El caudal de bombeo estimado es de 7 L/s con una carga de 4,0 m.

***Laguna de Aireación-Decantación-Desinfección***

La laguna 4 existente será acondicionada para operar como laguna de aireación-decantación-desinfección. La propuesta se basa en la colocación de dos tabiques transversales de largo igual a ancho de la laguna y alto 3,5 m (ver figura 3.1)

**Figura 3 1 Sistema de lagunas existentes a intervenir**



En la zona de aireación, que recibe el líquido pretratado de alcantarillado y barométricas, y el lixiviado, se produce la depuración del agua residual. En la zona de Sedimentación se retienen los sólidos provenientes de la anterior. Cada 4 años se realiza la extracción de los lodos sedimentados y se envían a sacos filtrantes.

*Zona Aireada*

La laguna aireada recibe el líquido de lagunas de barométricas y lixiviado, y el líquido pretratado de líneas de impulsión.

Para el diseño se estableció un tiempo de retención máximo de 4 días.

La celda de aireación es de área superficial de 65 m x 45 m, con 3 m de altura útil de agua, taludes 2H:1V. De esta manera se tiene un volumen útil de 7233 m3. Para caudal medio total de 1908 m3/d se tiene un tiempo de retención de 3,8 días.

Las condiciones de operación serán:

* DBO soluble efluente (mg/l) 9,9
* SST (mg/l) 230
* SSV em laguna (mg/l) 172
* Nec. O2 medio (kg O2/dia) 508
* Nec. O2 pico (kg O2/h) 42 (factor = 2,0)

**Figura 3.2 - Esquema del tratamiento propuesto**



La aireación se realizará a partir de aireadores flotantes de baja rotación, necesitando que cada uno de ellos entregue una producción de oxígeno de 7 Kg O2/h en condiciones estándar. El régimen hidráulico será de mezcla completa.

La laguna aireada posee seis aireadores, de potencia unitaria de 7,5 kW, con un diámetro de influencia mínimo de 20 m. La potencia volumétrica es de 6,2 w/ m3.los cuales deben tener sentidos de giro opuestos entre sí. Serán instalados sobre flotadores y deberán mantenerse en su lugar de funcionamiento a través de cables del tipo cuerda náutica de diámetro 5 mm como mínimo y adecuadas a las solicitaciones y al ambiente de agua residual. Cada aireador deberá tener cuatro de estos cables, los cuales se ajustarán en forma segura a pilares de hormigón armado.

*Zona de decantación*

La laguna de decantación (o sedimentación) queda determinada por los dos tabiques intermedios.

Las dimensiones superficiales son de 45 m x 35 m, con altura útil 1,40 m y talud 2H:1V. De esta manera se tiene un volumen de 1.992 m3 y 1 día de tiempo retención.

La eficiencia de remoción de SST en la laguna se estima entre 75-85%. A su vez, se considera que hay un aumento de DBO soluble en 50% con respecto a la salida de la laguna aireada.

Sobre la salida de la laguna de decantación se propone la instalación de aireadores superficiales de tipo cepillo. Dichos equipos se seleccionan para aportar una potencia unitaria total no superior a 0,5 w/m3. Con este equipamiento se busca evitar el crecimiento de algas, sobre todo cuando los tiempos de retención de operación sean superiores a los de diseño, sin afectar la eficiencia de retención de sólidos ya que el proceso de decantación se da mayoritariamente en el ingreso y zona media de la unidad. De acuerdo al volumen total de la laguna de decantación (3.479 m3), y la potencia unitaria mencionada, se propone la colocación de 2 aireadores superficiales de 1 kW de potencia cada equipo, ubicados sobre los últimos 10 m de la zona de salida de la unidad, equidistantes de los tabiques laterales de manera de abarcar el ancho útil del flujo.

Por lo tanto, los datos del efluente de salida son:

* SST salida (mg/L) 50
* SSV salida (mg/L) 25
* remoción SST 78%
* DBO soluble (mg/L) 15
* DBO total salida (mg/L) 25
* N-NKT < 45 mgN/L (considerando lixiviado)

La laguna de decantación también considera un volumen para la acumulación de lodos. Esta se diseña para acumular lodo por un período de 4 años para la carga de sólidos afluente (917 kgSS/d).

Se asume una degradación de SSV de un 60% en primer año y 40% en los años siguientes. El contenido de sólidos de lodo acumulado se asume de 12%, y el volumen acumulado en 4 años es de 1726 m3.

*Revestimiento*

Para lograr la estanqueidad, la laguna es revestida por una membrana impermeable, admitiéndose para tal cometido membranas de PVC o polietileno. La membrana debe ser apta para líquidos residuales domésticos.

Los taludes llevan geoceldas y losetas de protección contra erosión y oleaje. Estas losetas están soportadas en la dirección del talud por una viga tipo L, que impide su deslizamiento.

Cada punto que atraviesa la membrana para el pasaje de tuberías y pilares deberá tener su correspondiente sistema de sellado adecuado a la membrana.

*Sistema de Desinfección*

La etapa de desinfección se propone con cloración por hipoclorito de sodio y posterior decloración. Para una correcta desinfección se necesita un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos del efluente decantado con la solución de hipoclorito. Para esto se dispone del compartimento final de la laguna 4, con un volumen útil de 252 m3. Para caudal máximo el tiempo de contacto es de 74 minutos.

La inyección de sulfito para decloración se realizará en la cámara de salida de tanque de contacto, sobre vertedero de cresta fina.

***Sistema de tratamiento de Lodos***

A lo largo de los años, la masa de lodo acumulada en la zona de Sedimentación va sufriendo un proceso de descomposición anaerobia, reduciéndose drásticamente su volumen y produciendo un residuo con alto grado de mineralización, el cual se debe extraer.

La extracción se realiza cada 3 o 4 años, mediante un bombeo de este lodo acumulado, el cual posteriormente se concentra en sacos filtrantes para la deshidratación del lodo digerido. Previo al ingreso de los sacos, se realiza una mezcla con una solución de polímeros catiónicos.

La cantidad de lodo a tratar por día es 262 kgSS/d equivalente a 13 m3/d a 2% de contenido de sólidos. El volumen anual de lodo deshidratado esperado a 25% de contenido de sólidos es de 356 m3.

*Estructura de bombeo de lodos*

Para la extracción de lodos del sistema se contará con una bomba centrífuga para lodos, que succiona el lodo acumulado en la zona de Sedimentación. El caudal de la bomba será de 2 L/s y carga 10 m.

Para ello la bomba se instala en una balsa que posee una extensión inclinable para llegar al fondo de la laguna. Esta extensión poseerá contrapesos para la fácil maniobra y para mantener el centro de gravedad en el centro en la balsa.

*Tubería de impulsión de lodos*

La tubería de impulsión flexible se conecta a la tubería PEAD 75 mm mediante un acople rápido. Esta tubería es la parte rígida de la tubería de bombeo de lodo descartable del sistema.

La tubería se extiende desde punto de conexión con acople hasta la cámara de aplicación de polímero.

*Dosificación de polímeros*

La dosificación de polímeros se realiza con el fin de acondicionar el lodo para el correcto funcionamiento de los posteriores sacos filtrantes. Para ello se emplean polímeros catiónicos en solución del 0.2%. Se prepara esta solución en tanques con sus correspondientes agitadores y se bombea hacia la tubería FD 80. En esta tubería se realiza la mezcla para posteriormente descargar en los sacos filtrantes.

La sala de dosificación de polímeros se compone de un local techado, separado por un tabique intermedio donde en una zona se encuentra los tanques de preparación de solución, dentro de batea de seguridad, con plataforma de acceso superior a los mismos.

*Sistema de Preparación de Solución de Polímeros*

Para la preparación de las soluciones se tienen 2 tanques de polietileno o PRFV de capacidad útil 500 L cada uno ubicados sobre tarimas de hormigón.

Para la agitación se cuenta con un agitador para cada tanque, de potencia volumétrica igual a 0.25 HP/m3 soportados firmemente de un perfil empotrado en las paredes del recinto.

*Deshidratación de lodos*

Se prevé la construcción de una explanada de hormigón con geodren destinada a la colocación de geocontenedores sintéticos (o sacos filtrantes), que operarán como un sistema de deshidratación.

Los sacos filtrantes se instalarán sobre una explanada de hormigón con geodren, sobre un paquete de geotextil-geomembrana-geotextil, conformada con cuatro planos inclinados con pendientes del 3 % en la dirección transversal. Se contará con regueras perimetrales para recibir los líquidos escurridos y conducirlos al sistema de desagües a través de una tubería de PVC 160 mm que conduce el líquido hacia el depósito de líquidos barométricos.

La llegada de lodos al sector se realizará a través de línea de bombeo desde laguna de sedimentación en PEAD 75 mm y pasaje a FD 80 mm. Aguas abajo del cambio de material se contará con el punto de aplicación del polielectrolito y un floculador del tipo hidráulico compuesto por un total de 16 curvas de 90° de FD 80 mm. El polielectrolito se prepara caseta de preparación ya descrita.

Se contará con 4 sacos filtrantes para deshidratación de lodos, de 12 m de perímetro y 10 m de largo. Los mismos tendrán formato tubular, confeccionadas con un geotextil de alta tenacidad, ultra estabilización anti UV y una trama especial que favorezca la filtración y no la colmatación.

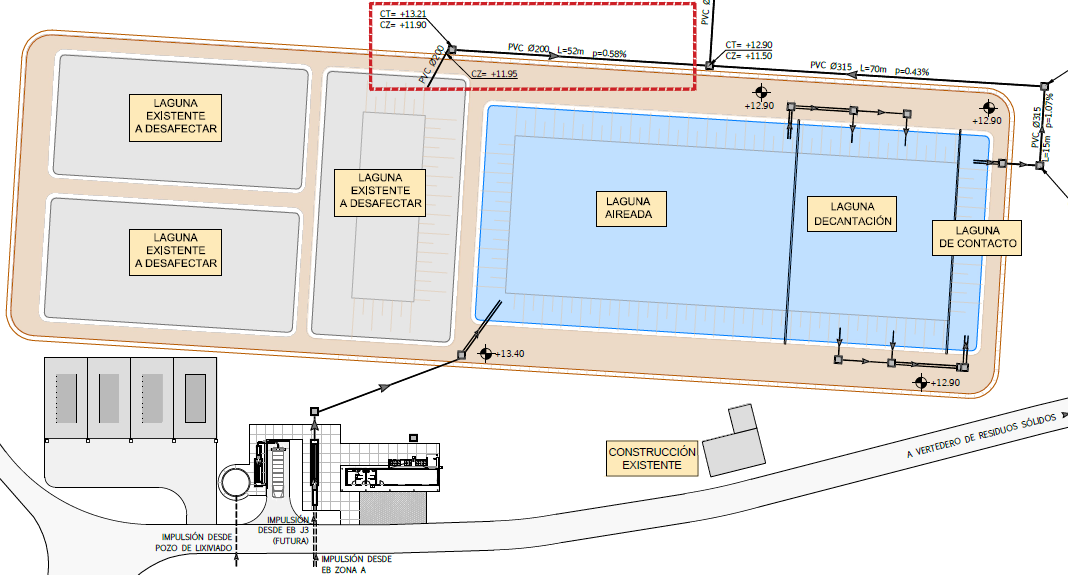
La red de desagüe de la explanada donde se ubicarán los sacos filtrantes cuenta con regueras perimetrales y cámaras que conducen las aguas hacia el registro previo al depósito de líquidos barométricos.

***Etapa de Obras***

Durante la etapa de obras el sistema actual de lagunas continuará recibiendo los efluentes de camiones barométricos y lixiviados y operará solamente con las lagunas 1, 2 y 3 (Ver Figura 3.1).

A continuación, se enumeran las obras y modificaciones a realizar durante dicha etapa, de acuerdo al arreglo que se muestra en la siguiente Figura 3.3.

**Figura 3.3 – Arreglo general de la PTAR**



*Construcción de cámaras*

En primer lugar se construirán la cámara de salida y la cámara de tubería bypass

En la cámara de salida se dejará prevista la conexión en 400mm para la nueva salida desde el sistema de tratamiento proyectado en, con compuerta mural de 60 cm x 60 cm, así como la de la tubería de emergencia desde zona aireada.

En la cámara bypass se dejará prevista con tapón la conexión de la tubería de PVC 315 mm desde la cámara de ingreso a Laguna Aireada.

*Construcción de Tuberías*

Se construirá el tramo de PVC 315 mm y 46 m que comunica la cámara bypass con la cámara de salida, y el tramo de PVC 400 mm y 36 m de longitud que comunica está ultima con la cámara existente sobre el lado norte de la calle.

Mientras no esté habilitada la salida desde la laguna 3, el ingreso a la cámara existente en 315 mm se mantendrá taponado.

*Construcción de salida de Laguna 3*

Mientras se realiza el acondicionamiento de la Laguna 4, se propone la construcción de una tubería PVC 200 mm desde la Laguna 3 hacia la cámara bypass como se indica en figura anterior en recuadro punteado en rojo. De esta manera se continua tratando por las Lagunas 1, 2 y 3 y vertiendo los efluentes de barométricas y lixiviados que se reciban durante la etapa de obras.

*Estimación de eficiencia del sistema de tratamiento durante etapa de obras*

Durante las obras en la laguna 4, las demás unidades deberán recibir la totalidad de líquidos barométricos y lixiviados. Para este período se asume un caudal ingreso medio de 117 m3/d y 78 kgDBO/d. Asumiendo la eficiencia de 50 a 70% de remoción de DBO, se tendrá una concentración de salida en la laguna 3 entre 200 mgO2/L y 350 mgO2/L.

Para este período de operación provisoria se tiene una concentración afluente estimada de DBO de 665 mg/L, considerando los efluentes de barométricas actuales y lixiviados.

Las eficiencias del sistema se asumen de 30% en invierno y 50% en verano, tanto para la laguna 1 como para la laguna 2. Para la laguna 3 se consideran eficiencias de 20% y 30%. A continuación se indican las concentraciones de salidas esperadas.

|  |  |
| --- | --- |
| DBO ingreso (mg/L) | 665 |
| Caudal medio (m3/d) | 117 |
| Eficiencia Laguna 1/2 Verano | 50% |
| DBO salida laguna 1/2 (mg/L) | 332 |
| Eficiencia Laguna 3 Verano | 30% |
| DBO salida laguna 3 (mg/L) | 233 |
| Eficiencia Total | 65% |
|  |  |
| Eficiencia Laguna 1/2 invierno | 30% |
| DBO salida laguna 1/2 (mg/L) | 465 |
| Eficiencia Laguna 3 Verano | 20% |
| DBO salida laguna 3 (mg/L) | 372 |
| Eficiencia Total | 44% |

Por lo tanto, la eficiencia total esperada es entre 40% y 65%, con concentraciones de salida entre 230 mg/L y 400 mg/L.

**3.4 Estado de preparación**

El proyecto de la estación de bombeo se encuentra desarrollado a nivel de anteproyecto avanzado con un nivel de desarrollo de ingeniería adecuado. No obstante, para iniciar el proceso de licitación, requerirá revisión, definición de mayor detalle de las unidades de proceso y ajustes a las especificaciones técnicas para alcanzar el desarrollo de proyecto ejecutivo. La Unidad Ejecutora ha previsto la contratación de una firma consultora para completar el Anteproyecto Avanzado producto de la Cooperación Técnica UR-T1114, para estar en condiciones de iniciar el llamado antes de fin de 2018.

**3.5 Costos estimados**

El costo estimado de la de la PTAR de CdP – Etapa 1, según estimaciones efectuadas en agosto de 2018, se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2 Costos de Inversión PTAR Cdp – Etapa 1**

|  |  |
| --- | --- |
| **COSTOS DE INVERSIÓN** | |
| **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de CdP – Etapa 1** | **Monto de la inversión (US$)** |
| Costos generales (Proyecto Ejecutivo, Movilización y desmovilización, parquización, recuperación ambiental, señalamiento de obra, etc.) | 311.000 |
| Lagunas 1, 2 y 3 – Vaciado, relleno y cierre | 221.000 |
| Pretratamiento y recepción de camiones barométricos | 186.000 |
| Laguna aireada, Decantación y Contacto | 816.000 |
| Cloración y decloración | 31.000 |
| Deshidratación de lodos | 235.000 |
| TOTAL | 1.800.000 |

*Nota: Los costos consideran un 15% de imprevistos y no incluyen el IVA*

**3.6 Conclusiones**

El Plan de Aguas Urbanas y el Plan director integral de saneamiento, drenaje pluvial, vialidad y espacios públicos de Ciudad del Plata elaborado por el Consorcio Consultor CSI-DHI-SEURECA/VEOLIA financiado mediante la Cooperación Técnica UR-T1114, constituye la base sobre la cual se diseñó el proyecto de saneamiento para la Zona A de CdP. Dicho estudio integral identificó la viabilidad técnica de readecuar la Planta de Tratamiento de líquidos barométricos y los Lixiviados del Vertedero Sanitario de CdP, para recibir y tratar los efluentes domésticos recolectados por las nuevas redes de alcantarillado que darán servicio de saneamiento a los barrios de la zona central de CdP y otros como Villa Rives, SOFIMA o Delta del Tigre. .

La PTAR fue diseñada para tratar las aguas residuales recolectadas por las futuras redes de alcantarillado, los caudales aportados por los camiones barométricos que dan servicio en el barrio Santa Mónica y otros de CdP que contarán con servicio por red en una segunda etapa, más los caudales producto del lixiviado de los residuos sólidos de vertedero sanitario que se clausurará.

La planta está diseñada para tratar a una población equivalente a 9.500 habitantes. Su caudal medio de diseño es de 1.908 m3/día y la calidad del efluente tratado será de:

* DBO < 60 mgO2/L,
* SST < 150 mg/L,
* CF< 5000 NMP/100ml.

La readecuación de la planta fue diseñada para operar transitoriamente hasta el 2025 para poder dar tratamiento a la primera etapa de saneamiento de CdP y hasta que entren en operación las obras de saneamiento a largo plazo que defina el Plan Director para el 2050. Mientras esta planta esté operativa, OSE deberá solicitar a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) la excepción en cuanto al cumplimiento de los parámetros de vertido de nutrientes, dado que el tratamiento no incluye remoción de nutrientes en esta etapa.

**4**

1. **Resumen de los estimativos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por el proyecto**

La siguiente tabla presenta un resumen de los cálculos que se hicieron para estimar la reducción anual de Gases de Efecto Invernadero gracias al proyecto de inversión durante su vida útil.

**Tabla 3 Estimación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por año atribuídas al proyecto durante los primeros años de la operación.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Variable | Unidad de medita | Valor |
| Población servida (red de alcantarillado de San Fernando) (número de habitantes al 2025) | # | 9,500 |
| Población servida por pozos sépticos; (número de habitantes linea base, 2015) | # | 9,025 |
| Población servida por pozos sépticos; (número de habitantes al 2025) | # | 3,800 |
| Población servida por nuevo sistema aeróbico centralizado | # | 5,700 |
| Emisiones sin proyecto (ESP) (linea de base) | tCO2e/año | 1,675 |
| Emisiones con proyecto (EP) | tCO2e/ año | 934 |
| Emisiones de los tratamientos (EAR) | tCO2e/ año | 763 |
| Emisiones de GEI por el consumo de energía del nuevo proceso de tratamiento (aireadores y bombas) (EBFE) | tCO2e/ año | 171 |
| Total reducción de emisiones (RE) | tCO2e/ año | ***741*** |

Formulas y factores utilizadas:

* RE = ESP – EP = ESP – (EAR + EBFE) T CO2 e/año (reducidas)
* Factor de producción de DBO5: 0.056 kg DBO5/persona/día (Ref.: IPCC, 2006)
* Factor de conversión de metano para línea base (estado actual sin proyecto). Combinación de dos procesos de tratamiento: (1) Sistema anaeróbico centralizado, laguna profunda (>2m) à **0.8** (sin dimensiones) y (2) sistema séptico à **0.5** (sin dimensiones); (Ref.: IPCC, 2006)
* Factor de conversión de metano para situación con proyecto. Combinación de dos procesos de tratamiento: (1) Sistema aeróbico centralizado (bien manejado) à **0** (sin dimensiones) y (2) sistema séptico à **0.5** (sin dimensiones); (Ref.: IPCC, 2006)
* Producción de metano por DBO5: 0.6 kg CH4/ kg DBO (Ref.: IPCC, 2006)
* Factor de emisión de la red de generación nacional: 0.253 T CO2/ MWh (Uruguay)
* Consumo de electricidad por el nuevo tratamiento con proyecto (aireadores y bombas): 675 MWh/año (317 MWh/años aireadores y 359 MWh/año bombas). Bombas para manejar un promedio 22 litros/segundo. Se ha asumido conservadoramente que las bombas trabajan al 100% del tiempo utilizando el valor de capacidad instalada de 41kW al 2025. Se prevé bombear unos 19 litros/segundo en una primera fase (San Fernando solamente hasta el 2025) y después llegar a un máximo de 27.8 litros/segundo al 2050 incluyendo caudales de otros barrios.

1. Los diseños técnicos preliminares de las obras de los proyectos de la muestra se detallan en:  
   [Informe de Anteproyectos Avanzados del Plan de Aguas Urbanas. Plan Director y Anteproyecto integral de Saneamiento, Aguas Pluviales, Vialidad y Espacios Públicos Asociados de Ciudad del Plata](https://idbg.sharepoint.com/teams/EZ-UR-LON/UR-L1149/15%20LifeCycle%20Milestones/anteproyectos%20ciudad%20del%20plata%20SF%20Y%20PT.7z) elaborados por el Consorcio CSI DHI Seureca-Veolia. (Agosto 2018). Documentos de Anteproyecto avanzado ([enlace 1](https://idbg.sharepoint.com/teams/EZ-UR-LON/UR-L1149/15%20LifeCycle%20Milestones/1603-ANT-GEN-INF001.pdf) y [enlace 2](https://idbg.sharepoint.com/teams/EZ-UR-LON/UR-L1149/_catalogs/masterpage/ECMForms/OperationsCT/View.aspx?List=1ddeac25%2D01d3%2D4ba8%2D8e8f%2D1cb47cfd8c2c&ID=41&Web=5e044048%2D63c5%2D4aa8%2D8bcb%2D37a0f76bb0d2)). [↑](#footnote-ref-1)