

Informe N° 3 (versión 2)

CAF - OSE

"Estudio y Recomendación de la Alternativa
más conveniente para asegurar el
Abastecimiento de Agua Potable para el
Sistema Metropolitano"

Consorcio SEINCO - H&S

Montevideo

Agosto 2017

ESTUDIO DE RECOMENDACIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS CONVENIENTE PARA ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SISTEMA METROPOLITANO

PROYECTO CAF-OSE

INFORME N°3

(Versión N°2)

HAZEN – SEINCO

**Montevideo
Uruguay**

Ref.: S875

Fecha:	Archivo:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
<i>Junio 2017</i>	<i>AASM CAF - Informe N3_ Versión 2</i>	<i>JOB/NC</i>	<i>FG</i>	<i>FG</i>

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	7
2.	DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DESARROLLADAS A NIVEL DE CUENCA	9
2.1.	Introducción	9
2.2.	Acciones a nivel de Embalses para aseguramiento de la oferta de agua bruta y complementarios para disponibilidad de flujos de base mínimos para prevención de estado trófico	9
2.2.1.	<i>Embalse en Arroyo Casupá</i>	<i>11</i>
2.2.2.	<i>Presa en Arroyo Campanero</i>	<i>14</i>
2.3.	Conducción embalse Canelón Grande - Aguas Corrientes	16
2.4.	Conducción Embalse Paso Severino - Aguas Corrientes	19
2.5.	Plan de Monitoreo en Línea	25
2.5.1.	<i>Finalidades del plan de monitoreo</i>	<i>25</i>
2.5.2.	<i>Descripción y componentes del Plan de Monitoreo</i>	<i>25</i>
3.	DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DESARROLLADAS A NIVEL DE PLANTA POTABILIZADORA PARA MEJORA Y AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD	29
3.1.	Acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora de Corto Plazo	29
3.1.1.	<i>Ejecución de Obra de Toma N°4</i>	<i>29</i>
3.1.2.	<i>Mejoras y ampliación del sistema de dosificación de Carbón Activado en Polvo (PAC)</i>	<i>31</i>
3.1.3.	<i>Rehabilitación y mejora de las unidades convencionales de sedimentación de Planta Sur</i>	<i>34</i>
3.1.4.	<i>Rehabilitación, Mejora y Ampliación de las Unidades de Filtración de Planta Norte</i>	<i>36</i>
3.1.5.	<i>Estudios en Planta Piloto</i>	<i>39</i>
3.2.	Acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora de Mediano Plazo	43
3.2.1.	<i>Alternativa 1: Pre-oxidación química con cloro/dióxido de cloro + Adsorción GAC</i>	<i>43</i>
3.2.2.	<i>Alternativa 2A: Inter-oxidación con Ozono + Biofiltración</i>	<i>48</i>
3.2.3.	<i>Alternativa 2B: Pre-oxidación con Ozono + Biofiltración</i>	<i>55</i>
3.3.	Análisis de potencias y consumo de energía para cada tipo de intervención propuesta	56
3.4.	Consideraciones Generales sobre el uso de Tecnologías de Membranas como proceso Alternativo	57

3.5. Consideraciones con respecto a niveles de crecida del río Santa Lucía y niveles de seguridad de instalaciones	58
4. MATRIZ DE CONFIGURACIÓN DE ALTERNATIVAS	59
5. ESTIMACIÓN DE MONTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE ALTERNATIVAS	65
5.1. Estimación de Costos de Operación (OPEX)	65
5.2. Estimación de Costos de Inversión (CAPEX)	68
6. PRESENTACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	73
6.1. Definición de criterios de aptitud y calificación para comparación de alternativas.....	73
6.2. Aplicación de criterios de aptitud y calificación para comparación de alternativas.....	76
6.3. Selección de combinaciones de alternativas.....	79
7. DEFINICIÓN DE ETAPABILIDAD Y RECOMENDACIÓN DE FORMATO DE EJECUCIÓN	83
8. CONCLUSIONES.....	85
9. ANEXO.....	86
9.1. Costos Operativos	86
9.1.1. <i>Conducción Paso Severino - Aguas Corrientes.....</i>	86
9.1.2. <i>PTAP de Aguas Corrientes Rehabilitada (Costo Diferencial)</i>	86
9.1.3. <i>Alternativa 1: Pre-oxidación + GAC (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)</i>	87
9.1.4. <i>Alternativa 2A: Inter-oxidación con ozono + BAF (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes).....</i>	88
9.1.5. <i>Alternativa 2B: Pre-oxidación con ozono + BAF (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes).....</i>	89
9.1.6. <i>Alternativa 1: Pre-oxidación + GAC (con conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)</i>	90
9.1.7. <i>Alternativa 2: Inter-oxidación con ozono + BAF (con conducción Paso Severino - Aguas Corrientes).....</i>	91
9.2. Monto Estimado de Inversión.....	92
9.2.1. <i>Actuaciones en Cuenca</i>	92
9.2.2. <i>Actuaciones en Planta Potabilizadora</i>	97
9.3. Memoria de Cálculo	123
9.3.1. <i>Alternativa 1 (Ampliación): Pré-oxidación con Cl/ClO₂ + Filtración GAC</i>	123
9.3.2. <i>Alternativa 1 (Proceso): Pré-oxidación con Cl/ClO₂ + Filtración GAC</i>	136

9.3.3.	<i>Alternativa 2 (Ampliación): Inter-oxidación con ozono + Biofiltración GAC 140</i>	
9.3.4.	<i>Alternativa 2 (Proceso): Inter-oxidación con ozono + Biofiltración GAC 150</i>	
9.3.5.	<i>Alternativa 2 (Proceso): Verificación de las tasas de filtración</i>	156
9.4.	Cotizaciones Recibidas	158
9.4.1.	<i>Equipamiento de Ozono (Xylem)</i>	158
9.4.2.	<i>Equipamiento de Ozono (Suez)</i>	175
9.4.3.	<i>Otros equipos varios</i>	178
9.5.	Planos	199

Lista de Tablas, Figuras y Gráficos

Tabla 2-1: Planilla de cálculo de bombeo de conducción Paso Severino - Aguas Corrientes.	21
Tabla 2-2: Planilla de cálculo de capacidad conducción por gravedad Paso Severino - Aguas Corrientes.....	24
Tabla 3-1: Tiempo de contacto estimado en conducciones de toma y unidades de floculación.	31
Tabla 3-2: Características de los 3 tipos de PAC utilizados en el estudio.....	33
Tabla 3-3: Ejemplo de Programa de monitoreo en Planta Piloto.	41
Tabla 3-4: Planilla de cálculo de EBCT para las distintas baterías de filtración.	54
Tabla 3-5: Planilla de cálculo de potencias y energía consumida por alternativas.....	56
Tabla 3-6: Remoción de Cianotoxinas y Cianobacterias mediante procesos de tratamiento convencional, membranas y carbón activado	57
Tabla 4-1: Matriz de combinación de alternativas.....	62
Tabla 5-1: Porcentaje anual de ocurrencia de episodios de sabor y olor	66
Tabla 5-2: Proyección de costos operativos variables por alternativa a nivel de cuenca.	67
Tabla 5-3: Proyección de costos operativos variables por alternativa a nivel de Planta Potabilizadora.....	67
Tabla 5-4: Monto de inversión asociado a cada alternativa a nivel de Cuenca.....	69
Tabla 5-5: Monto de inversión asociado a cada alternativa a nivel de planta potabilizadora.....	69
Tabla 5-6: Costos de inversión CAPEX y operación OPEX, de las distintas combinaciones, asociados a Acciones en la Cuenca	70
Tabla 5-7: Costos de inversión CAPEX y operación OPEX de las distintas combinaciones, asociados a acciones en la Planta a Corto Plazo	70
Tabla 5-8: Monto de inversión y operación de las distintas combinaciones, asociados a acciones en la Planta a Mediano Plazo.....	71
Tabla 5-9: Monto total de inversión y operación de las distintas combinaciones.....	72
Tabla 6-1: Valoración de criterios funcionales	73
Tabla 6-2: Valoración de criterios ambientales.....	75
Tabla 6-3: Aplicación de evaluación funcional para selección de combinaciones de alternativas.....	76
Tabla 6-4: Aplicación de evaluación económica para selección de combinaciones de alternativas.....	77
Tabla 6-5: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas. Situación: Obra	77
Tabla 6-6: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas. Situación: Operación	78
Tabla 6-7: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas. Valoración en base 100	78
Tabla 6-8: Aplicación de evaluación complexiva para selección de combinaciones de alternativas.....	79
Tabla 7-1: Cronograma de etapabilidad de inversiones.....	83

Figura 2-1: Ubicación de embalse en Arroyos Casupá y Campanero.....	10
Figura 2-2: Foto aérea tomada de Google earth mostrando la localización aproximada de la presa en Aº Casupá.	11
Figura 2-3: Localización de la presa prevista en Casupá en el informe de la “Cuenca del Río de Santa Lucía”, Setiembre 1970	12
Figura 2-4: Planta general de implantación de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).	12
Figura 2-5: Curvas de áreas y volúmenes de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).	13
Figura 2-6: Esquema de Ubicación de presa El Campanero.	14
Figura 2-7: Esquema represa.	15
Figura 2-8: Esquema Cierre - Planta.	15
Figura 2-9: Esquema cierre aproximado.	15
Figura 2-10: Esquema de sistema de aducción desde Arroyo Canelón Grande.	17
Figura 2-11: Esquema sistema de Bypass de Arroyo Canelón Grande.	17
Figura 2-12: Conducción embalse Paso Severino - Aguas Corrientes	19
Figura 2-13: Figura ilustrativa de los equipos de bombeo preseleccionados.	22
Figura 2-14: Ubicación de estaciones de monitoreo continuo	27
Figura 3-1: Proyecto de toma Nº4 - Planta General.....	30
Figura 3-2: Proyecto de toma Nº4 - Canal de Toma y Estación de Bombeo.....	30
Figura 3-3: Incremento de sección de pasaje entre etapas de floculación existente (Cortes).	36
Figura 3-4: Esquema de rehabilitación de filtros de arena (Corte Transversal).	37
Figura 3-5: Esquema de rehabilitación de filtros de arena (Cortes Longitudinales).	37
Figura 3-6: Ejemplo de Programa de Estudio en Planta Piloto.	39
Figura 3-7: Diagrama de bloques de Alternativa 1.	45
Figura 3-8: Batería de filtros GAC, corte.	46
Figura 3-9: Diagrama de bloques de Alternativa 2.	49
Figura 3-10: Tanque de contacto de ozono - Planta Existente, corte.	51
Figura 3-11: Tanque de contacto de ozono - Planta Nueva, corte.	52
Figura 3-12: Esquema de sistema de generación PDOevo de Wedeco (Capacidad: 3500 ppd).	53
Gráfico 2-1: Puntos de funcionamiento de los equipos de bombeo	23
Gráfico 2-2: Perfil aproximado de terreno para la conducción (Niveles extraídos de Google Earth).....	23
Gráfico 3-1: Ensayos y determinación de curva de remoción de cianotoxinas en distintos tipos de PAC (fuente natural, bituminoso y madera) a pH = 8,2 y tiempos de contacto de 2 y 24 h.	32
Gráfico 5-1: Comparación de paneles de sabor y olor con caudal en estación Fray Marcos	66
Gráfico 5-2: Comparación de dosificación de PAC con caudal en estación Fray Marcos	66
Gráfico 6-1: Parámetros de interés asociados a Paso Severino y embalse de Aguas Corrientes	80
Gráfico 7-1: Flujo de inversiones anuales.....	84

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el TERCER INFORME desarrollado por el CONSORCIO SEINCO & HAZEN, atendiendo al alcance de los estudios previstos en el marco del Contrato de “Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el abastecimiento de agua potable para el Sistema Metropolitano de Montevideo” en su Fase 3.

El Objetivo General del Estudio, consiste en identificar, desarrollar y seleccionar la alternativa más adecuada que permita asegurar el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Montevideo y su área metropolitana, en cantidad y calidad suficientes con horizonte de Proyecto 2045.

El alcance específico previsto en el Plan de Trabajo para esta Fase 3, consiste en la identificación y descripción de las distintas acciones propuestas (tanto a nivel de Cuenca como de Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes) para las distintas alternativas preseleccionadas; la definición de los criterios de aptitud y calificación a aplicar para el análisis de dichas alternativas; y la selección de la alternativa más apropiada aplicando finalmente estos criterios, a los efectos de cumplir con el Objeto General del Estudio.

Los contenidos del presente Estudio, fueron oportunamente expuestos en términos generales al Equipo Técnico y se ha procurado atender los comentarios recibidos.

El presente documento se ha estructurado de la siguiente manera:

- En el Capítulo 2, se presenta una reseña descriptiva de las intervenciones más apropiadas propuestas a nivel de Cuenca, con el objetivo de lograr un mejor manejo de la misma en términos de prevención de eventos e incidentes que afecten la calidad del agua del río Santa Lucía para fines de abastecimiento de agua potable. Para ésto, fueron identificadas en forma complementaria al Plan de Acción para Mejora de la Calidad del Agua en el río Santa Lucía (orientadas a reducir aporte de nutrientes), otras acciones a nivel de: control de flujos mínimos en el curso, instalación de conducciones y/o acceso a fuentes emergenciales de agua bruta, así como también el uso de herramientas de monitoreo continuo a distancia de los parámetros relevantes de la cuenca.
- En el Capítulo 3, se presenta un resumen descriptivo de las soluciones más apropiadas identificadas y preseleccionadas a nivel de Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes, a los efectos de lograr el incremento necesario de capacidad de producción, la rehabilitación de instalaciones y la incorporación de nuevos procesos de tratamiento orientados al control y remoción complementaria de las sustancias especiales objetables.
- En el Capítulo 4, se presenta la Matriz de Alternativas bajo análisis, donde se exponen, analizan y comparan las distintas posibles combinaciones de acciones a nivel de Cuenca y Planta Potabilizadora para alcanzar los objetivos generales del trabajo.

- En el Capítulo 5, se realiza un estudio de costos de inversión y operación (CAPEX y OPEX) para las distintas combinaciones posibles para las actuaciones propuestas antes definidas.
- En el capítulo 6, se presenta el análisis de la Selección de Alternativa más apropiada a partir de la aplicación de los criterios de aptitud y calificación de manera de cumplir con el cometido del presente Estudio.

Cabe consignar que este Informe N°3, si bien recoge aspectos sustanciales de instancias anteriores del mismo Estudio (Informes N°s 1 y 2), debe considerarse como complementario a los mismos, a los efectos de la comprensión y justificación global del Estudio. En efecto, los tres informes presentados, de fechas diciembre 2016, abril 2017 y el presente junio 2017, constituyen una trilogía integrada donde se destacan las temáticas particulares tratadas en cada uno, a saber:

- Informe N°1: Relevamiento y procesamiento de información básica relevante a nivel de Cuenca del Río Santa Lucía y descripción a nivel de Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes.
- Informe N° 2: Análisis, diagnóstico y propuestas de alternativas de acciones de mejora, rehabilitación y nuevas instalaciones a nivel de Manejo de Cuenca y Ampliación y Rehabilitación de Planta de Aguas Corrientes.
- Informe N°3 (actual): Análisis complementario y revisión de alternativas desarrolladas en Informe N°2, y selección de solución más apropiada para los propósitos del Estudio, a partir de consideraciones funcionales, económicas y ambientales.

2. DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DESARROLLADAS A NIVEL DE CUENCA

2.1. Introducción

Con el fin de lograr un correcto manejo de la cuenca del Santa Lucía que permita asegurar la calidad del agua del agua potable para el abastecimiento del área metropolitana de Montevideo, se identificaron y desarrollaron acciones con los siguientes objetivos:

- Control de flujos base en río Santa Lucía a los efectos del mantenimiento de un caudal mínimo que minimice la ocurrencia de condiciones favorables al crecimiento de algas. En tal sentido se plantea llevar a cabo una regulación de flujos mediante embalses en arroyos Casupá y Campanero.
- Posibilidad de disponer fuentes de agua bruta para uso de emergencia, ante incidentes extraordinarios de mala calidad de agua en las fuentes ordinarias bajo uso. Se plantean en tal sentido la alternativa de construir una aductora de agua bruta desde el Embalse Pº Severino hasta la Planta de Aguas Corrientes, y/o la construcción de un canal de aducción directa desde el arroyo Canelón Grande hasta la Planta de Aguas Corrientes.
- Monitoreo en tiempo real de parámetros relevantes de calidad del agua bruta en estaciones de medición continuas, estratégicamente localizadas en la cuenca del río Santa Lucía. Estas acciones incluyen aspectos de monitoreo preventivo y de emisión de alertas tempranas, que permitan tanto advertir incidentes de calidad en tiempo real y con suficiente antelación a su ingreso a Planta de Aguas Corrientes, así como proceder a la gestión de flujos mediante manejo selectivo de aportes desde diferentes embalses de regulación.

2.2. Acciones a nivel de Embalses para aseguramiento de la oferta de agua bruta y complementarios para disponibilidad de flujos de base mínimos para prevención de estado trófico

El objetivo de estas acciones es satisfacer las siguientes condiciones:

- Asegurar la oferta de agua bruta que permita satisfacer la demanda proyectada para el Sistema Metropolitano de Montevideo en el horizonte del proyecto (año 2045).
- Asegurar condiciones de flujo mínimo en todo el curso principal del río Santa Lucía, con el fin de prevenir episodios de florecimientos extraordinarios de fitoplancton en condiciones de estiajes naturales pronunciados.

Las soluciones identificadas, desarrolladas y objeto de análisis son las siguientes:

- Construcción del embalse en Aº Casupá (Figura 2-1) (ya en gestión de diseño y construcción), que asegure junto con la disponibilidad actual del embalse de Pº Severino, capacidad de reserva suficiente para atender la demanda de agua potable proyectada del Sistema Metropolitano de Montevideo.
- Se plantea además, la construcción de un embalse adicional para la regulación de flujos mínimos en la cuenca alta del río Santa Lucía, y de esta manera disponer de un flujo de base a lo largo de todo el curso principal del río, preventivo de fenómenos de florecimiento de algas ("blooming") en tramos superiores del curso (aguas arriba de confluencia del río Santa Lucía con el Aº Casupá), mediante ejecución de una presa en Aº Campanero, inmediatamente aguas arriba de cruce con ruta Nº 8 (Figura 2-1). La justificación preliminar de dicha intervención fue fundamentada en Informe 2 a nivel de pre-factibilidad.

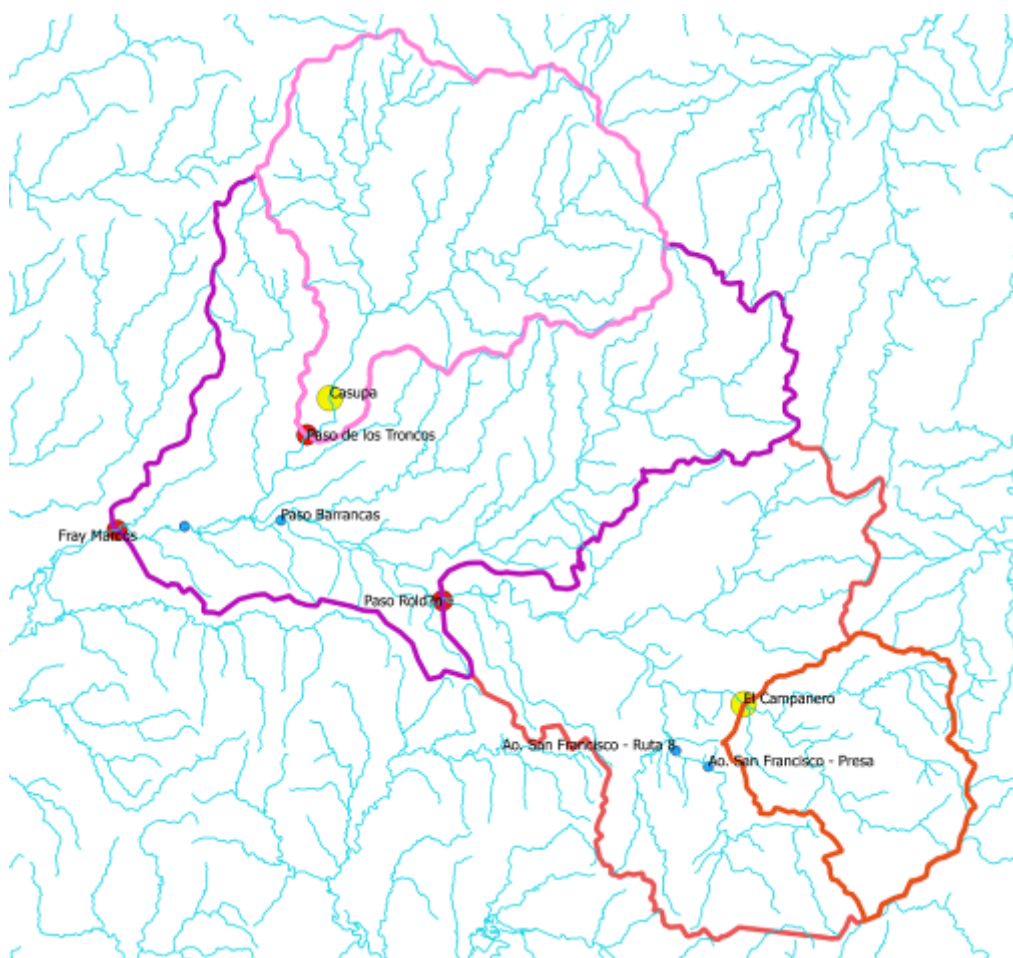


Figura 2-1: Ubicación de embalse en Arroyos Casupá y Campanero

En la Fig 2-1, se indican la ubicación de los embalses en consideración y los límites de las respectivas subcuencas.

2.2.1. Embalse en Arroyo Casupá

Actualmente, los embalses de Paso Severino y Canelón Grande constituyen las reservas utilizadas para satisfacer la demanda de agua bruta en Planta de Aguas Corrientes. Se encuentra en etapa de proyecto la construcción de la presa de Casupá y su correspondiente embalse.

El volumen de regulación o útil del embalse de Aº Casupá, fue estimado en 100 Hm³, con una altura máxima del dique de 30m, un área de embalse de 3600 há y una cuenca de aporte de 685 km². Este valor de reserva, permite satisfacer con garantías la oferta de agua bruta requerida por el Sistema, en el horizonte de proyecto, además de permitir contribuir con flujos de base mínimos de 3 m³/s en Fray Marcos en el tramo medio del curso (río Santa Lucía).

A continuación se muestran gráficos con la implantación de la presa, la superficie del embalse y las principales características de las mismas.



Figura 2-2: Foto aérea tomada de Google earth mostrando la localización aproximada de la presa en Aº Casupá.



Figura 2-3: Localización de la presa prevista en Casupá en el informe de la “Cuenca del Río de Santa Lucía”, Setiembre 1970

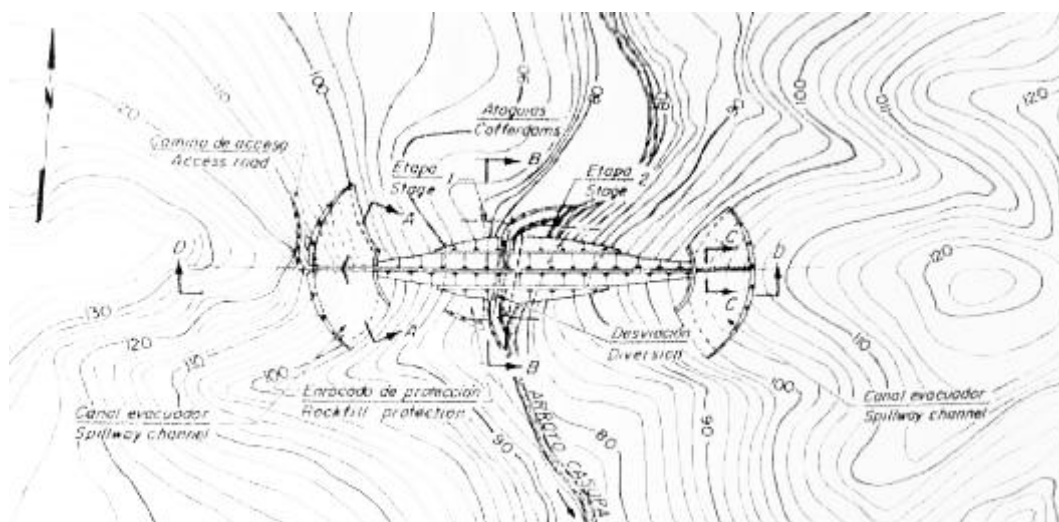


Figura 2-4: Planta general de implantación de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).

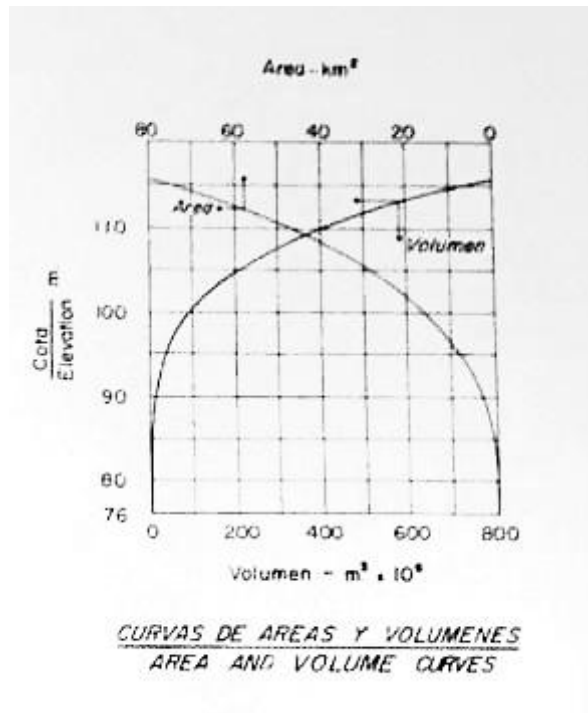


Figura 2-5: Curvas de áreas y volúmenes de la presa Casupá (extraído del informe “Cuenca del Río Santa Lucía” de Setiembre de 1970).

Aspectos ambientales

El proyecto fue comunicado a DINAMA y clasificado como categoría “C”, encontrándose actualmente en ejecución el Estudio de Impacto Ambiental de la presa, con fecha de entrega prevista el mes de setiembre del presente año.

2.2.2. Presa en Arroyo Campanero

Con el fin de asegurar flujos mínimos de caudal de base en el cauce principal del Río Santa Lucía, a efectos de la prevención de desarrollos algales repentinos (“bloomings”), se plantea la ejecución de una presa y embalse en el Aº Campanero.

Para determinar su volumen, se estableció un caudal mínimo para prevenir un estado trófico según:

- Tiempo de residencia hidráulico máximo (Modelo de Vollenweider)
- Acción sobre la turbiedad del agua

En ambos casos, el caudal mínimo estimado por ambos métodos es de $1 \text{ m}^3/\text{s}$. En estas condiciones, el volumen de reserva necesario es de 15 Hm^3 .

La presa y embalse preidentificada sobre el arroyo El Campanero, con punto de cierre aproximado (666810,6198119) UTM 21-S, tiene una cuenca de aporte de aproximadamente 285 km^2 . La misma se ubica en el departamento de Lavalleja, próximo a la localidad de Minas, según se muestra en esquema a continuación:



Figura 2-6: Esquema de Ubicación de presa El Campanero.

La presa pre-identificada se estima tendrá una altura de 10 m, correspondiente a un área máxima de inundación de aproximadamente $2,4 \text{ km}^2$. El volumen útil estimado de embalse es de 15 hm^3 , con lo que la altura media del lago resulta de aproximadamente 7 m, con una superficie inundada de 160 hás.

El acceso a la represa se realizaría a través de la calle Camino al Paso de las Piedras, desde la ciudad de Minas.

A continuación se presenta un esquema del lago y ubicación de la presa.

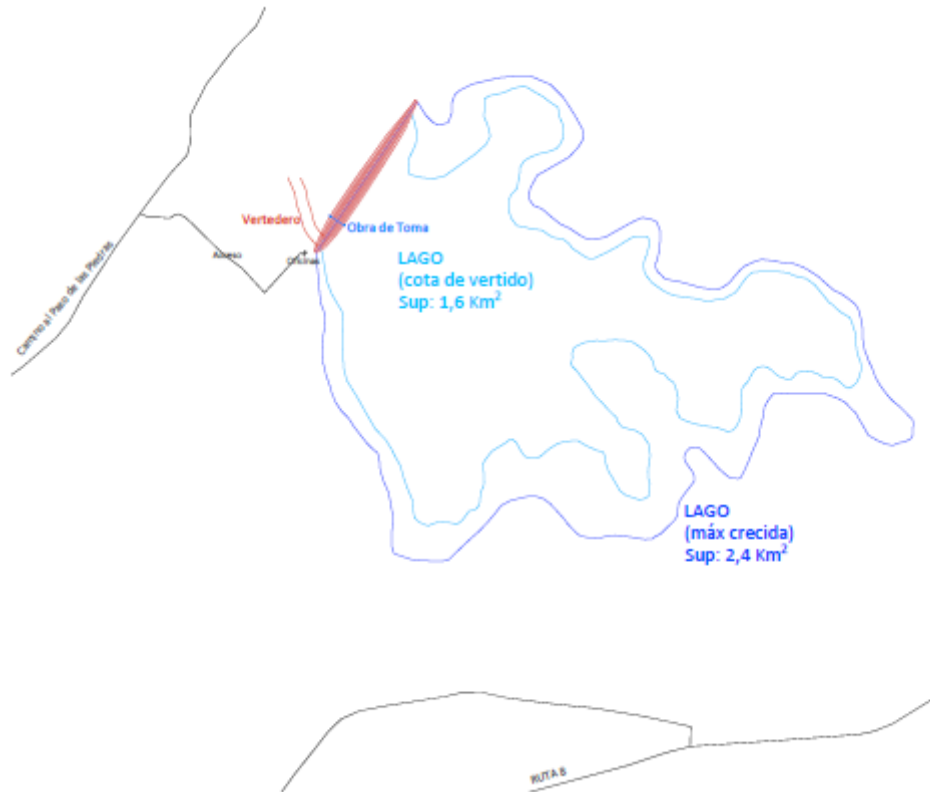


Figura 2-7: Esquema represa.

El dique de la presa tiene una longitud aproximada de 715 m. Se proyectó el cierre de la presa con un ancho de coronamiento de 8 m, y taludes Aguas Arriba 3H:1V y aguas abajo 2,5H:1V. El movimiento de suelo estimado es de 160.000 m³. En imágenes a continuación se muestra un esquema del dique:

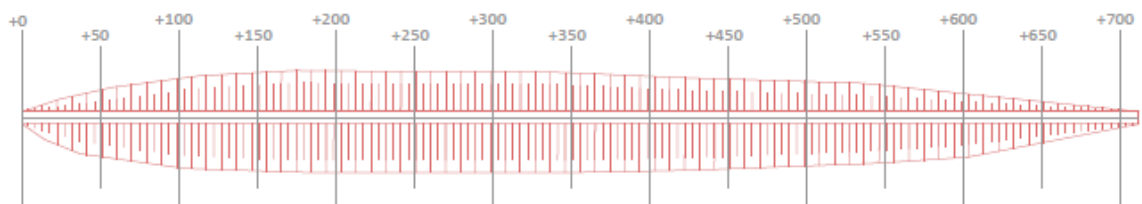


Figura 2-8: Esquema Cierre - Planta.

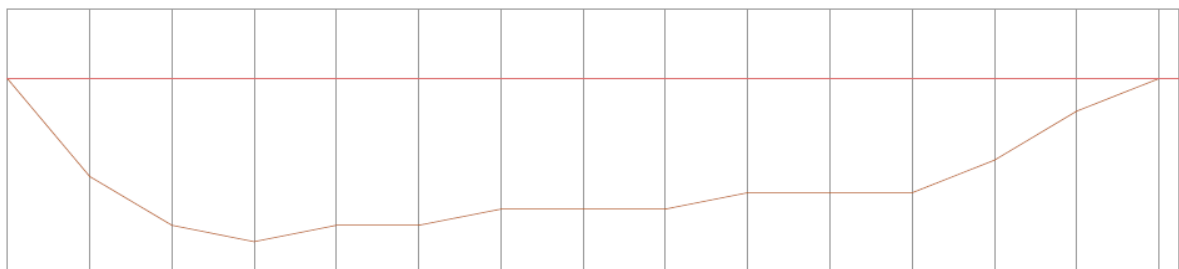


Figura 2-9: Esquema cierre aproximado.

2.3. Conducción embalse Canelón Grande - Aguas Corrientes

Considerando la ubicación la nueva obra de toma de agua bruta N°4 en construcción, se propuso que la misma cuente con la posibilidad de conectar una tubería de aducción desde el Canelón Grande, facultad ya prevista en el proyecto de la misma.

Para viabilizar esta toma, las obras necesarias son:

- Construcción de una pequeña presa de regulación en el Arroyo Canelón Grande, con cota de coronamiento +4,5 m. El objetivo de esta presa es doble: independizar (para caudales bajos) los cursos de agua (río Santa Lucía y Aº Canelón Grande) y generar el desnivel necesario para conducir por gravedad forzada tal curso de agua hacia la Planta de Aguas Corrientes. La presa deberá ser diseñada para permitir el sobrepasaje del agua cuando los caudales así lo requieran (sobrepasen la demanda de la nueva conducción), así como compuertas para permitir el flujo a través de la misma cuando no sea necesario operar esta nueva conducción.
- Tendido de 2 tuberías de 2000 mm de diámetro aproximadamente, con una longitud aproximada de 900 m y una capacidad de 7 m³/s (25.000 m³/h). El material de estas tuberías se definirá posteriormente, pudiendo ser hormigón, PEAD o similar.
- Obras de captación en el curso del Arroyo Canelón Grande
- Obras de conexión en la toma en construcción N°4 en Planta de Aguas Corrientes
- Construcción de un bypass de la Planta de Aguas Corrientes, por medio de una tubería de aproximadamente 500 m de longitud y 1200 m³/s para conducir el agua proveniente del Arroyo Canelón Grande hacia aguas debajo de la toma del Río Santa Lucía cuando la calidad de agua de este curso así lo requiera. Se observa que deben estudiarse interferencias para asegurar la viabilidad de estas conexiones.

En las Figura 2-10 y Figura 2-11 se ilustran las características principales del sistema de conducción desde el Arroyo Canelón Grande hacia la nueva toma en construcción de la Planta de Aguas Corrientes. El prediseño se puede observar en las láminas generales G-021 y 022, presentadas en el Informe N°2.

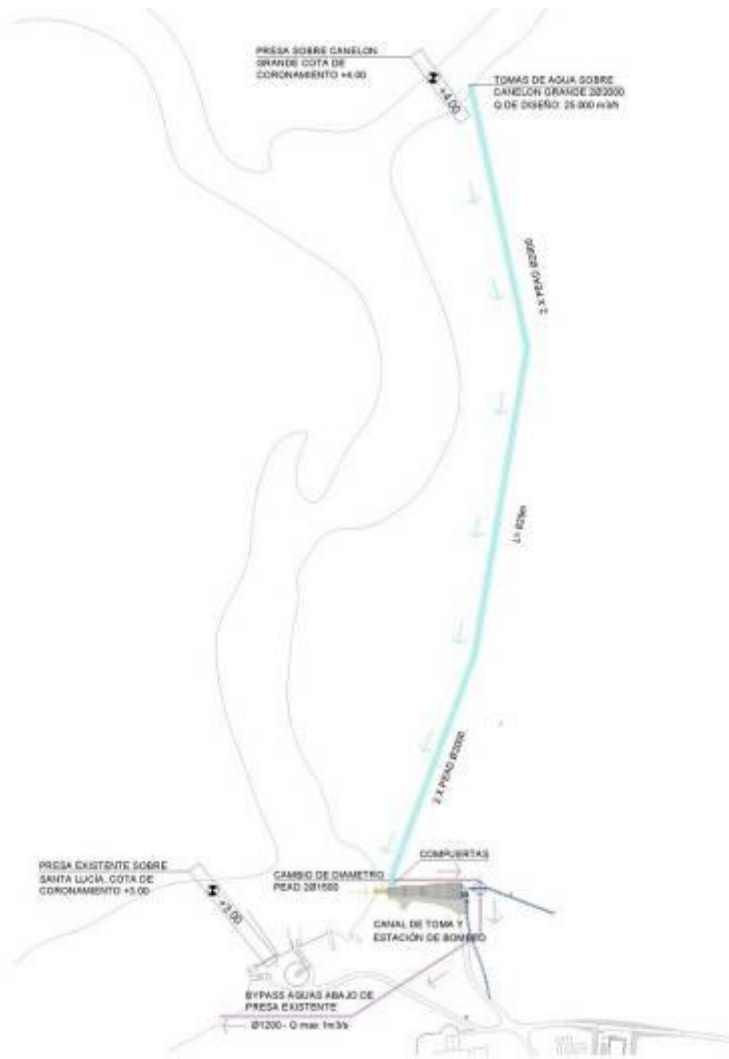


Figura 2-10: Esquema de sistema de aducción desde Arroyo Canelón Grande.



Figura 2-11: Esquema sistema de Bypass de Arroyo Canelón Grande.

La presa-embalse del Aº Canelón Grande, se ubica a 7 km al norte de la ciudad de Canelones y dispone de una capacidad útil de 20 Hm³ (Estudio para Planificación y Desarrollo de la Cuenca del Río de la Plata, 1971). Fue construida en 19955 para desarrollo de proyectos de riego y prever una reserva de 10 Hm³ para abastecimiento de agua potable e Montevideo. Es administrada por la Dirección Nacional de Hidrografía.

Partiendo de una consideración conservadora de asumir un volumen útil disponible de 10 Hm³, se dispondría de una capacidad de abastecimiento a demanda máxima de 10 a 12 días, para afrontar una exigencia extraordinaria de sustitución de captación en el curso natura del río Santa Lucía en Planta de Aguas Corrientes.

2.4. Conducción Embalse Paso Severino - Aguas Corrientes

Como acción complementaria a analizar, a nivel externo de Planta de Aguas Corrientes, y con la finalidad de disponer de acceso a una fuente controlada de calidad de agua en forma independiente a cualquier incidencia en el cauce principal del río Santa Lucía, resulta plausible analizar la posibilidad de instalar una conducción abierta o cerrada desde la presa de Paso Severino hasta la Planta de Aguas Corrientes.

Se propone la ejecución de una línea de conducción de agua bruta desde Paso Severino hacia obra de toma de Planta Aguas Corrientes, para un flujo de 2/3 de la capacidad total de producción ($7,15 \text{ m}^3/\text{s}$).

El objetivo específico es contar con una fuente emergencial de agua bruta de mejor calidad, ante una incidencia grave de calidad de agua en el curso principal.

El predimensionado realizado del sistema descrito de aducción, implica los siguientes elementos:

- Una (1) tubería de impulsión en PEAD $\varnothing 2.000 \text{ mm}$, de longitud total aproximada 35 km.
- Una (1) estación de bombeo para la capacidad nominal de diseño de $7,15 \text{ m}^3/\text{s}$ para el aseguramiento de la conducción en caso de la presencia de niveles desfavorables tanto en Paso Severino como en Aguas Corrientes, que impidan la conducción por gravedad y/o permitiría reducir diámetros de conducción.



Figura 2-12: Conducción embalse Paso Severino - Aguas Corrientes

A continuación se detallan los cálculos y las consideraciones realizadas para el diseño de la línea de impulsión y estación de bombeo:

Referencias

Fórmula de cálculo

Dato a ingresar

c

d

Datos de base	Valor	Unidad	
Caudal proyectado	7500	l/s	d
Caudal de diseño	7500	l/s	d
Caudal de diseño	450000	l/min	c
Caudal de diseño	27000	m3/h	c
Factor	0%	%	c
Determinación Altura de Bombeo			
Cantidad de Equipos de bombeo			
Cantidad de bombas	4	u	d
Bombas en operación	3	u	d
Reserva	1	u	c
Caudal por bomba	9000	m3/h	c
Caudal por bomba	2500	l/s	c
Tubería de Succión			
Diámetro tuberías	1500	mm	d
Velocidad	1,41	m/s	c
Diámetro boca succión bomba	900	mm	d
Velocidad	3,93	m/s	c
Coeficiente C	130		d
J succión	1,0	m/km	c
Tramo vertical	1	m	d
Tramo horizontal	8	m	d
Pérdida carga parcial	0,009	m	c
Piezas Especiales	Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada normal	1,0	0,5	d
Curva 90º	1,0	0,9	d
Curva 45º	1,0	0,45	d
Válvula / Llave	1,0	0,2	d
Ampliación	1,0	0,6	d
Pérdida carga parcial succión	1,3	m	c
Tubería impulsión (boca de salida a impulsión)			
Diámetro tuberías	1200	mm	d
Velocidad	2,21	m/s	c
Diámetro boca impulsión bomba	800	mm	d
Velocidad	4,97	m/s	c
Coeficiente C	130		c
J impulsión	2,9	m/km	c
Tramo vertical	0	m	d
Tramo horizontal	5	m	d
Pérdida carga parcial	0,015	m	c
Piezas Especiales	Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada normal	0	0	d
Salida	0	0	d
Codos 90º	2	1,8	d
Te lateral	1	1,3	d
Te directa	0	0	d
Válvula / Llave	1	0,2	d

Curvas 45°	0	0	d
Válvula de retención	1	2,5	d
Ampliación	1	0,3	d
Pérdida carga parcial impulsión individual	1,84	m	c
Tubería de Impulsión			
Tramo Total			
Diámetro	2000	mm	d
Velocidad	2,39	m/s	c
Coeficiente C	122		c
J	2,1	m/km	c
Longitud geométrica	35000	m	d
Pérdida carga por longitud	73,4	m	c
Pérdida carga salida de la impulsión	0,3	m	c
Piezas Especiales	Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Codos 45°	5	2	d
Codos 90°	1	0,9	d
Codos 22.5°	1	0,2	d
Codos 11.25°	2	0,10	d
Pérdida de carga por piezas especiales	0,9	m	c
Pérdida carga parcial impulsión	74,6	m	c
Altura geométrica			
Cota arranque equipos de bombeo	35,00	m	d
Cota apagado equipos de bombeo	35	m	d
Cota de descarga	4,5	m	d
Dhgeom (mínima)	-30,5	m	c
Dhgeom (máxima)	-30,5	m	c
Dhgeom (media)	-30,5	m	c
Piezométrica en punto de empalme			
Perdida de carga entre descarga y empalme	0	m	d
Carga de bombas	47,2	m	c
Carga de bombas (mínima)	47,2	m	c
Carga de bombas (máxima)	47,2	m	c
Potencia Hidráulica/Bomba	1157	Kwatt	c
Rendimiento	75%		d
Potencia/Bomba	1543,2	Kwatt	c
Potencia Total	4629,6	Kwatt	c

Tabla 2-1: Planilla de cálculo de bombeo de conducción Paso Severino - Aguas Corrientes.

Para esto se seleccionan bombas centrífugas de las siguientes características:

- Cantidad: 3+1
- Tipo: Carcasa partida
- Caudal unitario: 2.500 l/s
- Carga: 47,2 mca
- Potencia del motor: 1.500 kW



Figura 2-13: Figura ilustrativa de los equipos de bombeo preseleccionados.

En la siguiente gráfica se presenta la curva del sistema, la curva característica de un equipo y de la sumatoria de los equipos funcionando en paralelo:

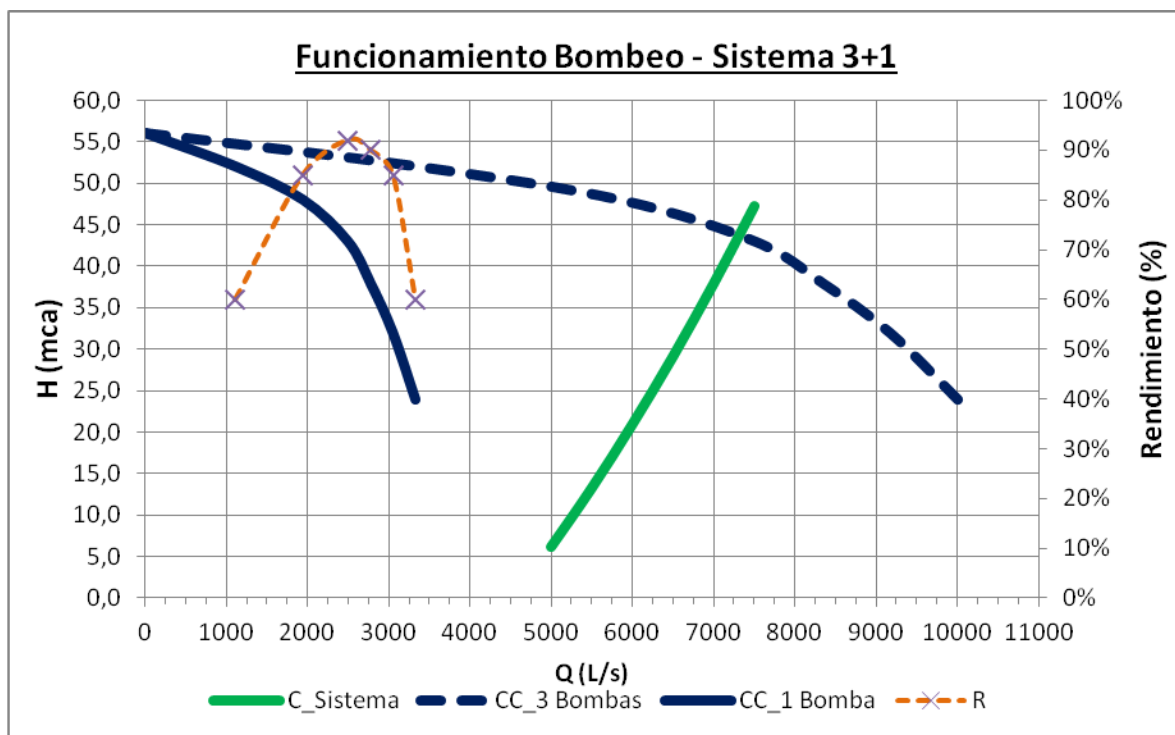


Gráfico 2-1: Puntos de funcionamiento de los equipos de bombeo

Como se observa en el siguiente gráfico del perfil de terreno para la traza seleccionada entre Paso Severino y Aguas Corrientes, y siendo que la línea piezométrica corta la tubería de conducción, la carga disponible para la descarga por gravedad se ve limitada por el máximo relativo en dicha traza correspondiente al punto de corte:

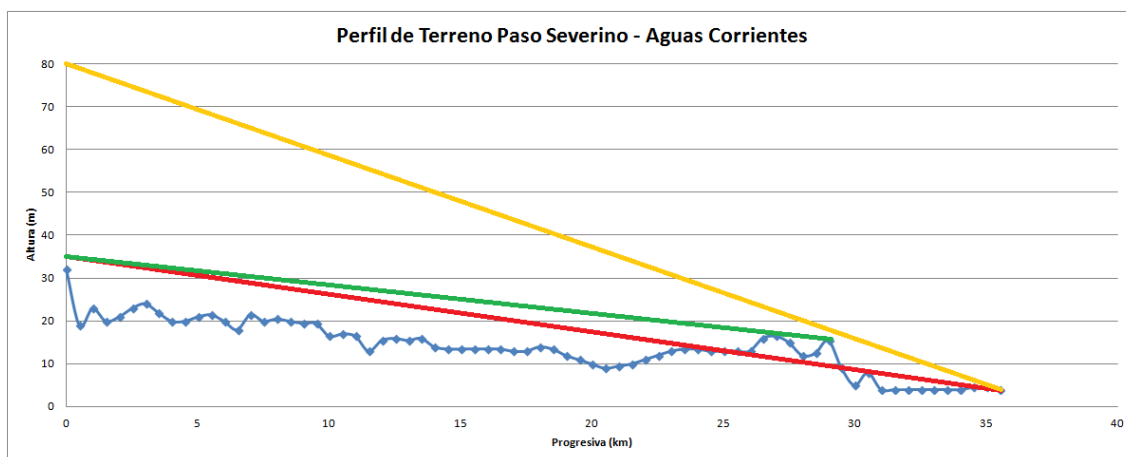


Gráfico 2-2: Perfil aproximado de terreno para la conducción (Niveles extraídos de Google Earth)

Los siguientes colores representan la piezométrica asociada a:

- Rojo: Conducción por gravedad en todo el tramo (no factible)
- Verde: Conducción por gravedad hasta máximo relativo
- Anaranjado: Conducción mediante bombeo

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal	d	4,00	m ³ /s	
Número de tuberías	d	1,0	Unid	
Diámetro de las tuberías	d	2000,00	m	
Velocidad	c	1,27	m/s	
Coefficiente de H-W	d	120		
j	c	0,00067	m/m	
L	d	29	km	Longitud hasta máximo relativo de corte
dh	c	19,50	mca	
Nivel máximo en AACC	d	15,50	m	Nivel en máximo relativo de corte El embalse siempre se encuentra sobre cota +35,00
Nivel mínimo en PS	d	35,00	m	
Carga disponible	c	19,50	m	
Diferencia	c	0,00	mca	Carga a elevar por equipo de bombeo

Tabla 2-2: Planilla de cálculo de capacidad conducción por gravedad Paso Severino - Aguas Corrientes

Bajo estas condiciones la tubería sería capaz de conducir mediante gravedad un caudal máximo de 4,00 m³/s.

2.5. Plan de Monitoreo en Línea

2.5.1. Finalidades del plan de monitoreo

Conocer a tiempo y forma la calidad de agua bruta a tratar, permite preparar procesos de tratamiento específicos en forma segura a nivel de Planta. Un Sistema de Monitoreo que releve aguas arriba en estaciones de muestreo estratégicamente localizadas los parámetros sensibles, puede permitir disponer de un sistema efectivo de alerta temprana, en particular indicativo de a crecimientos exponenciales de cianobacterias (fuente de metabolitos de olor y sabor), y/o condiciones previas propicias para su ocurrencia¹, y actuar preventivamente en consecuencia tanto a nivel de Planta como a nivel de acciones en Cuenca (embalses reguladores de cabecera).

Mediante la implantación de un Plan de Monitoreo se podrán entonces realizar:

- Seguimiento de episodios de contaminación difusa, eventuales y/o accidentales;
- Gestión eficiente de la Planta de Aguas Corrientes respecto a la dosificación optimizada preventiva de productos químicos y procesos de tratamiento extraordinarios a ser utilizados;
- Mejor conocimiento de la fuente de agua bruta debido al mayor aporte de información respecto a parámetros de interés;
- Mejor conocimiento de la relación entre presencia y concentración de contaminantes con los caudales del río.

2.5.2. Descripción y componentes del Plan de Monitoreo

El Plan de Monitoreo propuesto consiste en la creación de una red de estaciones de monitoreo estratégicamente dispuestas que aportarán datos automáticamente a una base central de procesamiento. Esto responde a la necesidad de conocer los parámetros físico-químicos y biológicos del agua con antelación suficiente para la toma de decisiones y preparación de los procesos de tratamiento en planta, con sentido previsor y optimizador.

Consta de un sistema de adquisición, almacenamiento y tratamiento de datos, además de un sistema de gestión de alarmas preventivas que son enviados desde los puntos de control seleccionados (estaciones remotas de monitoreo) a un puesto de control central (situado en la Planta de Aguas Corrientes) por medio de un sistema de comunicaciones (radiofrecuencia, telefonía celular, etc.).

2.5.2.1. *Estaciones de monitoreo*

Estas estaciones se alojan en módulos herméticos, con mecanismos de aspiración secuencial de la muestra y se instalan generalmente junto a estaciones de aforo.

¹ Fuente: Managing Cyanotoxins in Drinking Water: A Technical Guidance Manual for Drinking Water Professionals. AWWA. Septiembre 2016.

Una combinación de factores medibles (ejemplo: temperatura del agua, turbiedad, concentración de nutrientes) son indicativos de la potencial ocurrencia de fenómenos de crecimiento exponencial de cianobacterias.

El parámetro clorofila-a es también utilizado para determinar la presencia de algas. Este parámetro estima el valor de la biomasa de algas con bastante precisión y puede analizarse utilizando sondas o equipos de laboratorio relativamente sencillos. Una posible deficiencia del uso del parámetro clorofila-a como indicador del crecimiento de las cianobacterias, es que no permite distinguir el tipo algas. Para subsanar esta carencia, se acude a sensores capaces de medir conjuntamente clorofila-a y ficocianina (un pigmento único de las cianobacterias)².

Durante los meses de verano, se sugiere aumentar la frecuencia de muestreo debido a la mayor productividad de las algas y consecuentemente riesgo de episodios a controlar. Además, se recomienda realizar muestreos durante tiempos de lluvia e inmediatamente después de las mismas, a los efectos de contar con información útil respecto al impacto de los aportes debido al escurrimiento superficial, principalmente metabolitos de olor y sabor asociados a actinomicetos.

Los cambios bruscos en pH y conductividad pueden estar también asociados a diversas fuentes de contaminaciones, además de ser sencillos de medir mediante sondas de medida on-line. Otro parámetro de interés a medir, es la contaminación por materia orgánica, particularmente mediante el parámetro de carbón orgánico total (TOC).

Debido a las consideraciones planteadas anteriormente, los parámetros de interés a analizar en estas estaciones de monitoreo continuo a implantar, se propone sean:

- Turbiedad
- pH
- Amonio y nitratos
- Fósforo
- Clorofila-a y ficocianina
- Conductividad
- TOC o DOC

Se medirá además en las estaciones de aforo contiguas: Nivel de agua (altura) del curso, a partir del cual determinar caudales y velocidad media (implica disponer de curva de aforos Q@h y relación área Sección@h).

Se plantea la instalación de estas estaciones en los siguientes puntos estratégicos (Figura 2-14):

² Fuente: Managing Cyanotoxins in Drinking Water: A Technical Guidance Manual for Drinking Water Professionals. AWWA. Septiembre 2016.

- *Aguas Abajo de las Presas de los A^{os} Campanero y Casupá.* Se podrá monitorear la calidad y cantidad de agua a la salida de las presas de regulación de las cuencas de cabecera.
- *Sección San Ramón del río Santa Lucía.* A través de esta estación se podrá observar la calidad del curso medio superior del Santa Lucía luego de la confluencia del A^o Casupá en el río Santa Lucía.
- *Sección Paso Pache del río Santa Lucía.* A través de esta estación se podrá observar la calidad del curso medio del Santa Lucía antes de la convergencia con el río Santa Lucía Chico (controlado por Paso Severino) y con el A^o Canelón Grande.
- *Aguas Abajo de la Presa de Paso Severino:* Para monitorear calidad y cantidad de agua proveniente de este embalse.
- *Aguas Abajo del A^o Canelón Grande antes de la desembocadura en el río Santa Lucía.* Es necesario el monitoreo de calidad de agua en este sitio, para gestionar dicho aporte en relación a la captación en Planta Aguas Corrientes.

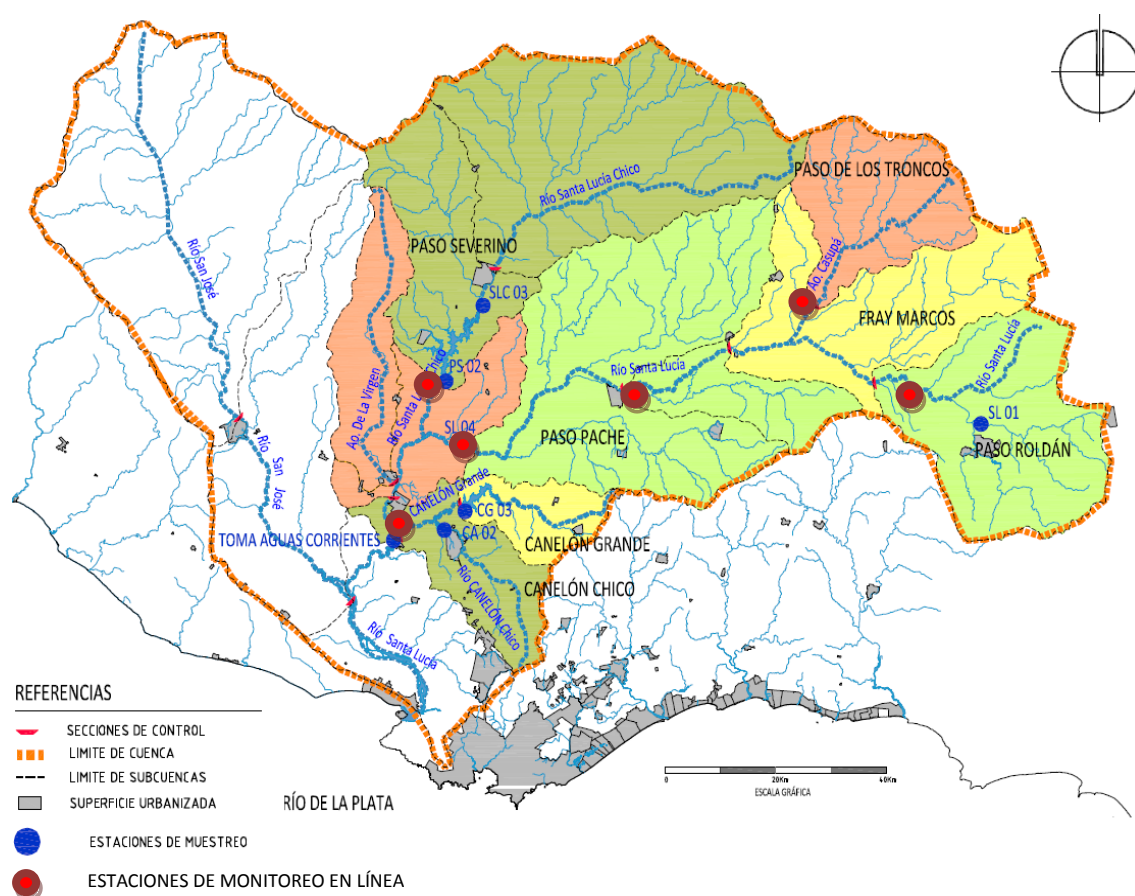


Figura 2-14: Ubicación de estaciones de monitoreo continuo

2.5.2.2. *Otras características de las estaciones de monitoreo*

Las estaciones remotas de monitoreo dispondrán de dispositivos PLCs, encargados de operar la lógica local de control y almacenamiento de datos, en tanto no son enviados al centro de control de datos. Están alimentadas por baterías solares o baterías SAIs recargables para asegurar que los datos no se pierden caso de fallar las comunicaciones.

La transmisión cifrada de los datos al centro de control se hace compatible para cualquier sistema SMS, GPRS, Radioenlaces, etc.

En el centro de control y visualización (a ubicarse en Planta de Aguas Corrientes) se reciben, estudian y valoran los parámetros de calidad. A partir de esto se toman decisiones gestionándose alarmas. En cuanto a la visualización, se sugiere implementar:

- Visualización conjunta de todas las estaciones.
- Visualización esquemática de los parámetros a lo largo de la red con sus curvas de tendencias.
- Visualización esquemática de los parámetros en comparación de las medias registradas, medianas y otros valores estadísticos.
- Visualización de las variables en estado de alarma que se encontrarán parpadeantes o en color característico.

Además se puede instalar aplicaciones con diferentes grados de privilegios de uso (cambio de umbrales de alarma, visualización para monitoreo, etc.) en PCs personales de trabajo y teléfonos celulares de las personas vinculadas a estas operaciones.

3. DESCRIPCIÓN DE ACCIONES DESARROLLADAS A NIVEL DE PLANTA POTABILIZADORA PARA MEJORA Y AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD

3.1. Acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora de Corto Plazo

Se define un horizonte de los próximos 5 años, como el período de tiempo en el cual se implementarán las acciones definidas como de Corto Plazo, consideradas necesarias para afrontar demandas de producción en condiciones mínimas suficientes para garantizar un suministro de agua en condiciones aceptables, mientras se definen e implementan acciones de mediano y largo plazo para asegurar el abastecimiento hasta el final del período de previsión a 2045.

A continuación se listan las acciones recomendadas de Rehabilitación, Ampliación y Mejora a aplicar en el Corto Plazo:

- Ejecución de Obra de Toma N°4 (en proceso)
- Rehabilitación y Ampliación del Sistema de Dosificación de Carbón Activado en Polvo.
- Rehabilitación y Mejora de las Unidades de Sedimentación Convencional de Planta Sur.
- Rehabilitación, Mejora y Ampliación de las Unidades de Filtración de Planta Norte.
- Estudios de Planta Piloto para factibilidad y optimización de parámetros de diseño y operación para tratamientos especiales.

A los efectos de facilitar la lectura y mejor comprensión del Estudio, se reiteran informaciones relevantes, extraídas del Informe N°2 y su adenda. En Anexo de este documento, capítulo 9.3, se agregan la memoria de cálculo ajustada para nueva revisión final, conjuntamente con piezas gráficas H050 a H054 que ilustran la propuesta.

3.1.1. Ejecución de Obra de Toma N°4

Se encuentra bajo licitación las obras para la construcción de la **toma N°4**. La nueva obra de toma contará con un canal de ingreso, cinco (4 en servicio + 1 de respaldo) bombas sumergibles de instalación en seco (tres de ellas trabajando para la línea de impulsión a Planta Sur y la restante a Planta Norte) y las siguientes tuberías de impulsión de agua bruta:

- Línea de impulsión en DN 1500 mm y nuevo canal de llegada y mezcla rápida para unidades de clarificación de Planta Vieja.
- Línea de impulsión en DN 1200 mm para la interconexión de las tuberías de impulsión de bombas Flygt en sala de vapor (**toma N°1**).

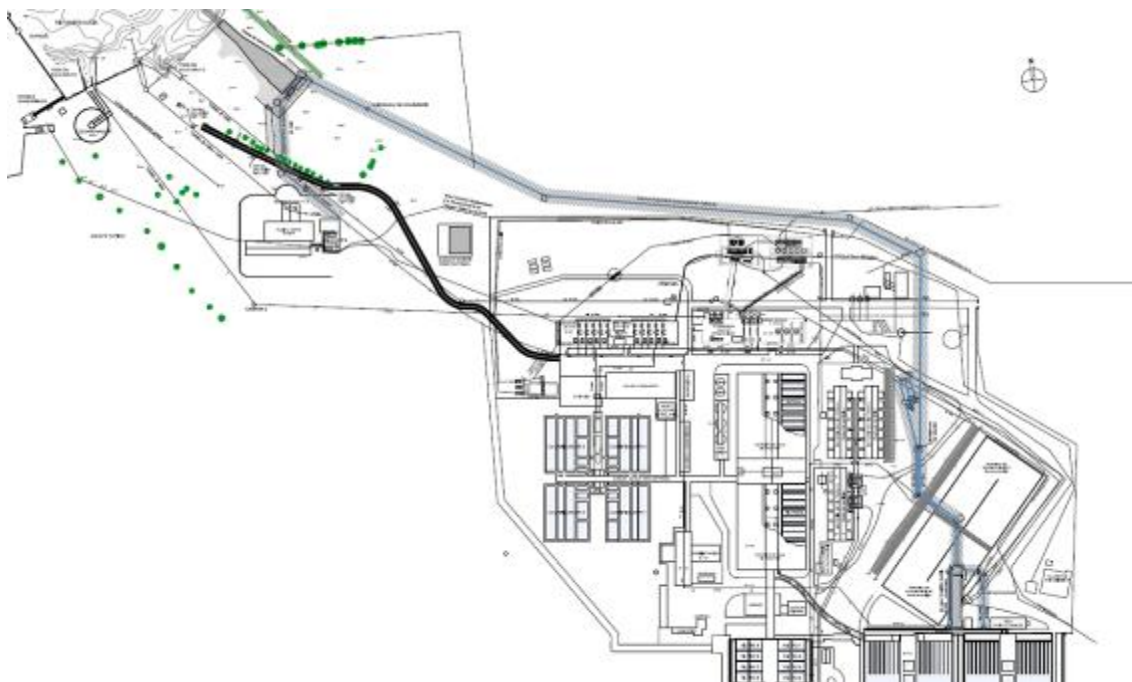


Figura 3-1: Proyecto de toma N°4 - Planta General

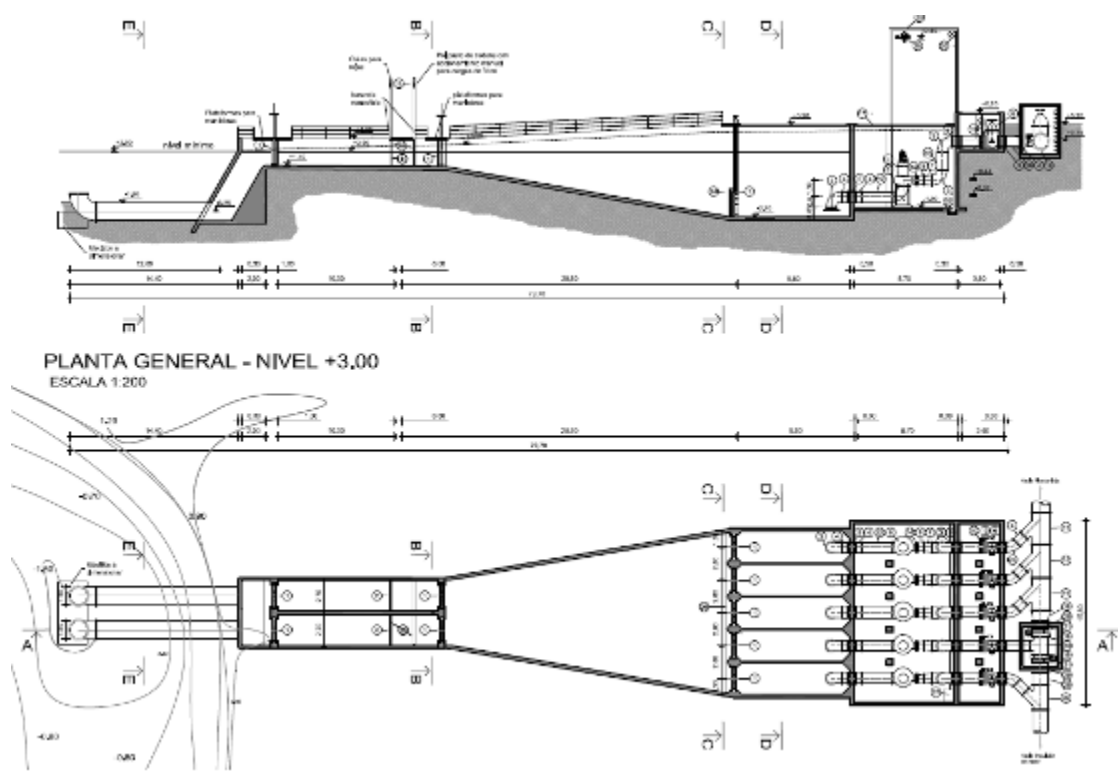


Figura 3-2: Proyecto de toma N°4 - Canal de Toma y Estación de Bombeo

La nueva cámara de mezcla de planta vieja, se construirá en sustitución y en la ubicación actual del canal Parshall.

El sistema preverá interconexiones a los efectos de abastecer la nueva línea y cámara de mezcla de Planta Vieja desde las conducciones existentes.

3.1.2. Mejoras y ampliación del sistema de dosificación de Carbón Activado en Polvo (PAC)

Las instalaciones actualmente en uso en la Planta de Aguas Corrientes, destinadas al proceso de adsorción mediante carbón activado en polvo PAC, fueron montadas como respuesta a la necesidad generada por los eventos e incidentes de olor y sabor observados en los últimos 10 años. Las condiciones hoy observadas de frecuencia de ocurrencia de incidentes de presencia de metabolitos de olor y sabor, y/o eventualmente presencia de cianotoxinas, y fundamentalmente la presencia de niveles intermedios significativos de materia orgánica (valores observados de TOC entre 4,0 y 12,0 mg/l) en condiciones propiciatorias para formación de subproductos de desinfección, llevan a justificar acciones complementarias de tratamiento de carácter más permanente, e inviables para su manejo mediante el proceso actual de adsorción a través de PAC.

Esta argumentación es la base de la justificación de análisis de procesos de tratamientos especiales que se desarrolla en apartados siguientes. No obstante, y a los efectos del manejo del corto plazo, hasta tanto se implementen efectivamente acciones de tratamientos especiales definitivas, es necesario disponer y optimizar las actuales instalaciones con vistas a maximizar las capacidades de manejo de eventos especiales.

Como se mencionara en la introducción al tema, la mejora en la capacidad actual de adsorción por PAC supone intervenir en las condiciones de mezcla y aumentar el tiempo de contacto del producto con el agua bruta.

En la siguiente tabla se presentan valores de cálculo del tiempo de contacto en conducciones de obra de toma y unidades de floculación, discriminado por sector de tratamiento:

	Planta Norte	Planta Sur
Agua Bruta	1,3 min	6,7 min
Floculadores	19,2 min	28,3 min

Tabla 3-1: Tiempo de contacto estimado en conducciones de toma y unidades de floculación.

El lugar recomendado para la aplicación eficiente del producto es inmediatamente luego de la impulsión de bombas de agua bruta, a los efectos de evitar cualquier daño por abrasión en elementos mecánicos de los equipos de bombeo de baja de agua bruta (rotor, voluta, etc.). Por tal motivo y a los efectos de estimar el tiempo de tránsito luego de los equipos de bombeo, se ha considerado la longitud disponible en aductoras de impulsión en cada caso, para una velocidad de flujo media observada y calculada de 1,0 m/s.

Como se menciona y justifica en el Capítulo 3.2 del Informe N°2, para la remoción eficiente de metabolitos de olor y sabor mediante adsorción con PAC, pueden requerirse tiempo de contacto entre 30 a 60 min, dependiendo del metabolito, la calidad del PAC y presuponiendo adecuadas condiciones de contacto. Por tanto, y sin perjuicio de optimizar este parámetro (tiempo de contacto según tipo de PAC) mediante ensayos de jarras específicos, a los efectos de este estudio se han manejado valores de referencia recomendados según bibliografía y experiencia de los Consultores.

A los efectos del presente estudio, se considerará como suficiente un tiempo adicional de contacto para el PAC de 30 min previo al proceso de coagulación (canal de entrada a mezcla rápida).

Los principales tipos de PAC disponibles en el mercado internacional, están asociados a la matriz de generación del mismo y son los siguientes:

- Carbón de lignito
- Carbón bituminoso
- Carbón de madera

Cada tipo cuenta con un foco de acción y aplicación específicos dependiendo del contaminante a remover, y por tanto se recomienda el análisis particular mediante ensayos de jarras para cada caso. Los gráficos siguientes ilustran en cuanto a características diferenciales de PAC y su potencial remoción de contaminantes para una dosis determinada.

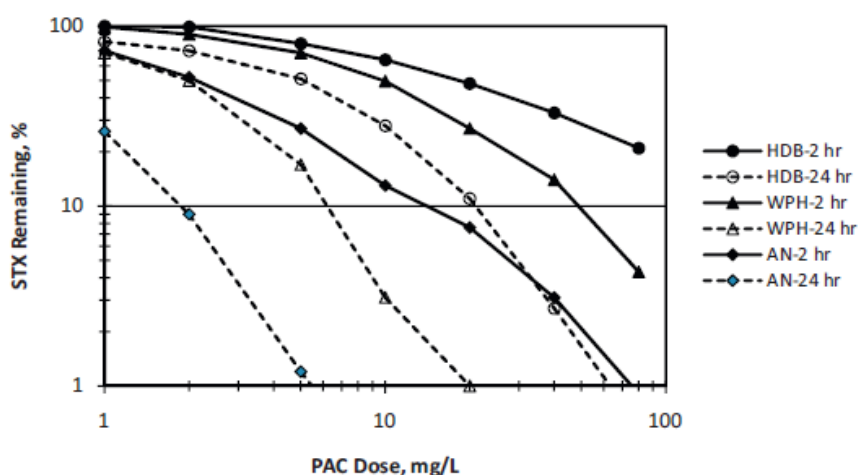


Gráfico 3-1: Ensayos y determinación de curva de remoción de cianotoxinas en distintos tipos de PAC (fuente natural, bituminoso y madera) a pH = 8,2 y tiempos de contacto de 2 y 24 h.

PAC	Source	BET surface area ^a (m ² /g)	BET surface area ^b (m ² /g)
HydroDarco B (HDB)	Lignite coal	507	510
WPH	Bituminous coal	901	1027
AquaNuchar (AN)	Wood	1464	1567

^a Detlef Knappe, North Carolina State University, personal communication.

^b Jain et al. (2004).

Tabla 3-2: Características de los 3 tipos de PAC utilizados en el estudio.

Por otra parte y si bien la dosis también deberá ser objeto de estudio, se entiende que la capacidad actual de dosificación de 100 ppm es suficiente para atender eventos extremos de presencia principalmente de Geosmina en concentraciones muy altas (aprox 1000 ng/l).

Se describen a continuación intervenciones sugeridas en cada uno de los sectores de tratamiento: Planta Norte y Planta Sur.

Planta Norte

Se propone intercalar una unidad de contacto para el PAC (Tanque de Contacto) a ubicarse entre la impulsión de agua bruta y la unidad de mezcla rápida. La misma se ha previsto sea en material prefabricado (acero vitrificado, acero inoxidable o fibra de vidrio), en virtud de la posibilidad futura de su reutilización, una vez se implementen acciones definitivas de segunda etapa, sustitutivas del proceso de adsorción por PAC. A estos efectos, se propone construir una derivación en tuberías de acero carbono en DN 1500 mm, desde la actual aductora a los floco-decantadores, hasta los nuevos tanques de contacto, con retorno en el mismo diámetro en sección previa a la cámara de llegada de agua bruta en unidad de mezcla rápida.

Los principales parámetros de diseño considerados son los siguientes:

- Tiempo de contacto: 30 min
- Gradiente de velocidad mínimo en zona de contacto: 40 1/s

En el caso de planta Norte el tiempo de contacto en tubería de impulsión es de 1,3 min y por tanto se requiere un tiempo de contacto adicional de 28,7 min para alcanzar los 30 min.

Para esto se proyectan dos (2) depósitos en paralelo de geometría cilíndrica de 2.900 m³ de volumen c/u: diámetro= 20,0 m y una altura útil = 9,00 m.

Cada unidad cuenta dos (2) agitadores sumergibles de 3,7 kW de potencia a los efectos de asegurar condiciones adecuadas de mezcla y contacto.

Dadas las condiciones actuales del terreno y unidades tratamiento, los depósitos se encontrarán prácticamente apoyados sobre el terreno.

Planta Sur

Se intercalará una unidad de contacto entre la impulsión de agua bruta a Planta Sur y la nueva unidad de mezcla rápida proyectada.

A los efectos del diseño de esta unidad, se ha considerado plausible proponer un diseño (iniciativa de técnicos de OSE) de tanque de contacto con la versatilidad de operar en primera instancia con el fin específico antes propuesto y en cuyo diseño se contemple ya la posibilidad de adecuarse a las prestaciones que exige una cámara de contacto para aplicar ozono en Planta Sur operando con agua clarificada (inter-ozonización).

En estas condiciones, el diseño que se propone y expone en láminas H051 , contempla ambos propósitos y comprende las siguientes instalaciones:

- Depósito de hormigón armado de dimensiones externas: 44,00 m de ancho x 65,15 m de longitud y 7,00 m de altura, dispuesto en cuatro (4) recintos en paralelo y con sendos agitadores. Estos recintos estarán diseñados y con las condiciones estructurales para implantar las estructuras complementarias que permitan transformarlo en futuro tanque de contacto para ozono, aplicado al 2/3 del caudal total del agua clarificada a fin de período (Plantas Sur).
- En el caso de Planta Sur el tiempo de contacto en tubería de impulsión de agua bruta es del orden de 7 min que se agregan a los 30,0 min que resultan del volumen demandado para la futura (eventual) instalación de contacto de ozono para la capacidad total de la Planta.

Dadas las condiciones topográficas actuales del terreno y unidades tratamiento, los depósitos se encontrarán en mayor medida enterrados.

3.1.3. Rehabilitación y mejora de las unidades convencionales de sedimentación de Planta Sur

Se resume a continuación una descripción de las principales intervenciones propuestas para efectos de la rehabilitación y ampliación de capacidad de clarificación en unidades convencionales de Planta Sur, incluyendo memorias de cálculo respectivas y diseños gráficos agregados en Anexo de este Informe (capítulo 9.3).

Las unidades actuales de sedimentación horizontal (4 unidades de diferente tamaño), comparten dos unidades de floculación que implican una restricción en la capacidad de proceso a máxima capacidad de sedimentación.

En efecto, el volumen total ocupado por ambos floculadores asciende a 7.800 m³. Para este volumen dado, la capacidad nominal asociada de 24 - 25.000 m³/h, determina un

tiempo de retención hidráulico aproximado de 17 minutos, valor que puede resultar insuficiente en determinados escenarios de calidad de agua y requerimientos de tipo de flóculo para decantar. Esta circunstancia se agrava ante la necesidad de retirar de operación en forma periódica de unidades de sedimentación a fin de limpieza y retiro de lodos, lo cual restringe y reduce la capacidad de tratamiento en esas instancias (frecuencia mensual de limpieza y duración aproximada de un día por unidad acondicionada).

La propuesta de rehabilitación de unidades convencionales de sedimentación (Planta Sur de unidades de flujo horizontal), para una capacidad final máxima de producción de 20.000 m³/h implican:

- Readecuación de pendientes y canales de fondo de las unidades N° 3 y 6 a los efectos de facilitar las tareas rutinarias de limpieza y extracción de lodo sedimentado.
- Ejecución de nuevo canal de conducción de agua coagulada y floculadores mecánicos internos a las unidades N°4 y 5. Esto permitirá incrementar el TRH de floculación de las unidades N°3 y 6, así como también independizarlas de las tareas de limpieza.

Se fijan las siguientes condiciones principales de diseño:

- Tiempo de retención hidráulico total de Floculación de Unidades N° 4 y 5: 30 min
- Gradiente hidráulico en floculadores de Unidades N° 4 y 5: 20 - 80 1/s

Resulta bajo dichas condiciones:

- Canal de conducción de agua coagulada a unidades N°4 y 5 de sedimentación, con sección rectangular de 1,80 m de ancho y 0,80 m de tirante.
- Geometría de las celdas adicionales de floculación: son 3 celdas por cada módulo de sedimentación (12 en total) de geometría 11,30 m x 10,40 m x 3,70 m de profundidad.

Adicionalmente, y con motivo de reducir la velocidad de pasaje entre etapas de floculación de la unidad existente y consecuentemente también las pérdidas de carga, se propone como medida adicional la ampliación de los pasajes entre celdas mediante recorte (demolición) parcial de estos tabiques.

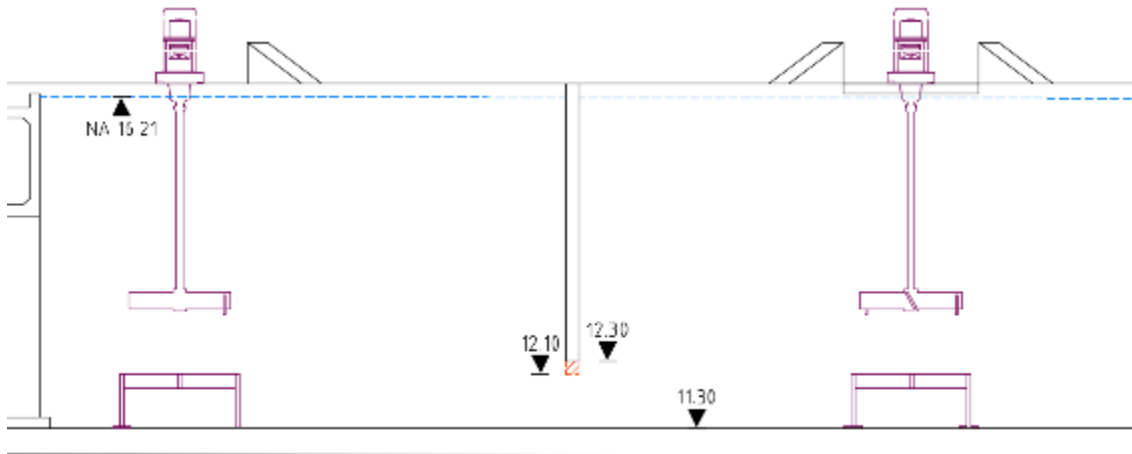


Figura 3-3: Incremento de sección de pasaje entre etapas de floculación existente (Cortes).

3.1.4. Rehabilitación, Mejora y Ampliación de las Unidades de Filtración de Planta Norte

Se resume a continuación una descripción de las principales intervenciones propuestas para efectos de la rehabilitación y ampliación de capacidad de filtración en baterías Norte y Sur, incluyendo memorias de cálculo respectivas y diseños gráficos agregados en Anexo de este Informe (capítulo 9.3).

Previo a la consideración de acciones propuestas para la ampliación de capacidad y rehabilitación de la batería Norte, corresponden resaltar las conclusiones alcanzadas luego del análisis preliminar de estado estructural de las instalaciones existentes (ver Anexo 6,4 - Informe de Ing. Estructural en Informe N°2 del Estudio):

- Luego de la visita inspectiva, se observa un estado general estructural satisfactorio con afectaciones observables a nivel de revestimientos superficiales interiores de recintos de filtros, presumiblemente asociados a ataque químico del cemento utilizado en los revestimientos superficiales. Sin perjuicio de estudios más profundos propuestos, las deficiencias observadas son subsanables mediante recuperación de superficies.
- La propuesta de rehabilitación y ampliación planteada en este Estudio para estas unidades no modifica significativamente el comportamiento actual de las estructuras, por lo cual no son necesarias a priori, intervenciones estructurales de significación.

Las siguientes son las intervenciones sugeridas vinculadas con su capacidad de producción ampliada requerida para el horizonte de proyecto (descripción detallada y memoria de cálculo en Informe N°2):

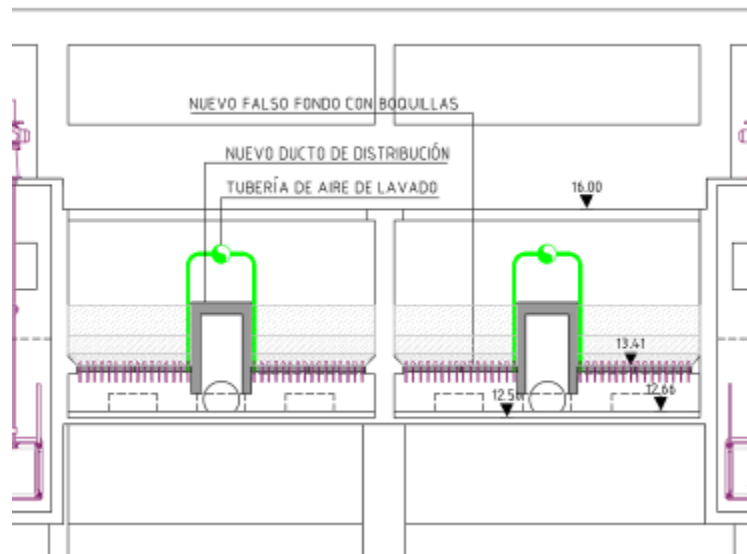


Figura 3-4: Esquema de rehabilitación de filtros de arena (Corte Transversal).

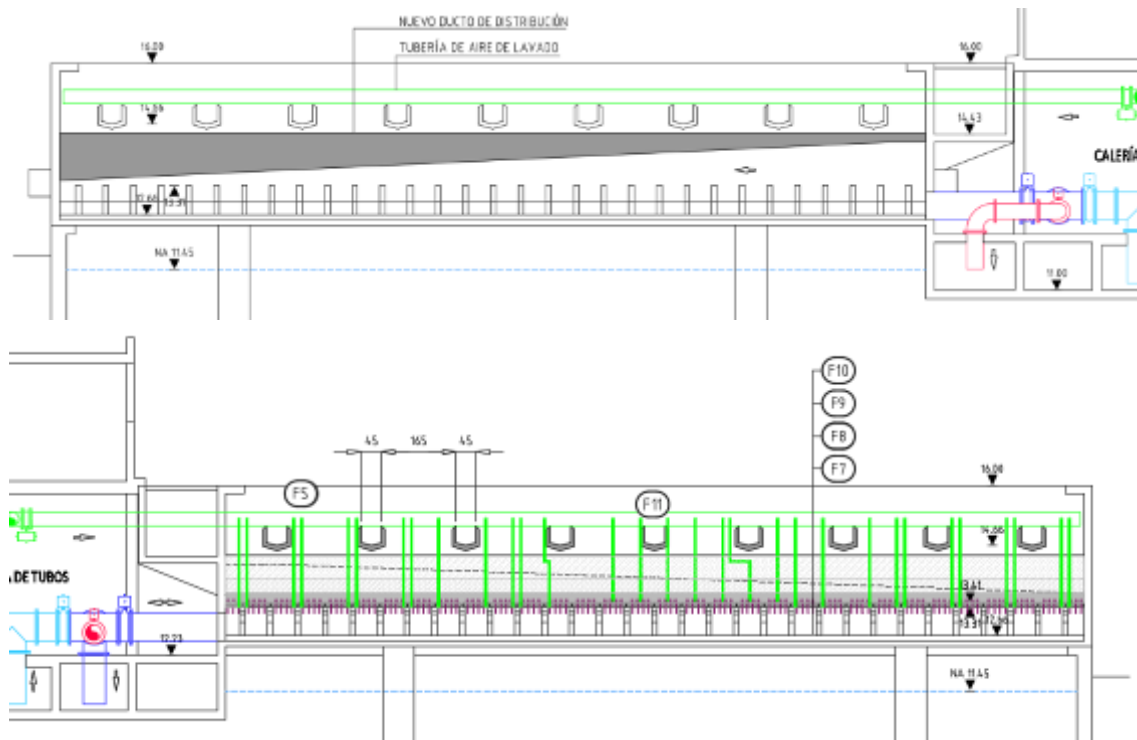


Figura 3-5: Esquema de rehabilitación de filtros de arena (Cortes Longitudinales).

- Generación de ducto central de salida de agua filtrada/entrada de agua de lavado incrementando la sección de flujo, logrando así la distribución uniforme del agua de lavado.
- Sustitución de falso fondo Wheeler y medio filtrante. Se entiende factible su sustitución por sistema de boquillas en losetas prefabricadas, con aptitud para lavado con agua y aire, y lecho filtrante bicapa de arena y antracita.

- Sustitución de medidor Venturi en bajada de agua de lavado de filtro desde depósito de acumulación (cambio de tubería Ø400 por Ø600 mm), por sistema de medición de caudal por lectura e nivel. De esta forma se reducen las pérdidas de carga en conducción de agua de lavado.
- Sustitución del medio filtrante, por un medio mixto arena-antracita conforme especificaciones siguiente indicadas. Las características sugeridas del manto filtrante a sustituir son las siguientes:
 - Antracita: Espesor = 50 cm; Te = 1,00 mm; Cu < 1,4
 - Arena: Espesor = 30 cm; Te = 0,50 mm; Cu < 1,5
 - Soporte de Grava: Espesor = 20 cm; T = 3,6 - 6,3 mm
- Implantación de un sistema de lavado conjugado agua-aire a tasas controladas, rehabilitando el sistema de control de flujos de agua de la instalación actual e implantando un sistema de sopladores para fuente de aire de lavado (caudal nominal de aire 4900 m³/h@3,1 mca).

Luego de ejecutadas las últimas intervenciones estructurales de refuerzo en ala sur de la batería Norte de filtros, debidas a presencia de filtraciones a través de losa inferior de filtros hacia el depósito de agua filtrada; se entiende factible y deseable la implementación de acciones de recuperación estructural según antes indicado, que puedan ejecutarse de manera conjunta con las mejoras y ampliación de la capacidad de filtración.

Para el nuevo escenario de tratamiento, se propone mantener el sistema actual de filtración ubicado en Planta Sur (filtros bicapa), en función de su semejanza con los filtros de Planta Norte rehabilitados según propuesta anterior, tanto por la conformación del medio filtrante como para las condiciones operativas en modo filtración.

Respecto al sistema de lavado de estos filtros (batería Sur), se realiza las siguientes recomendaciones:

- Actualmente el sistema se encuentra operando con lavado mediante agua y aire. La diferencia respecto al sistema de lavado convencional propuesto para los filtros de Planta Norte, es que el suministro de agua para lavado de filtros se realiza mediante el aporte de agua filtrada de los filtros restantes (sistema de auto-lavado).
- Con el fin de unificar el sistema de lavado de filtros para toda la Planta y mejorar la eficiencia del mismo en relación al sistema de auto-lavado (control diferencial de tasas), se propone analizar la interconexión del sistema de agua de lavado con batería Norte, de manera de asegurar iguales condiciones de lavado de filtros (agua+aire) en toda la Planta, condición que agregada a la unificación del tipo de manto y prestaciones en cuanto a operación en modo

filtrado, permitirán una operación y control de calidad uniforme de este proceso (filtración), en toda la Planta.

Bajo estas pautas será factible operar ambas baterías de filtración, a tasas de aplicación superficial del entre 10 a 12 m³/m²/h. De esta forma será posible entonces filtrar en Planta Norte, aproximadamente 32.000 m³/h, caudal que sumado a los 10.000 - 15.000 m³/h de la batería de Planta Sur, permitirán alcanzar una capacidad total suficiente para satisfacer la futura demanda proyectada en 926.000 m³/d.

En láminas H050 a H054 presentadas en Anexo, se ilustran las intervenciones propuestas y antes descriptas.

3.1.5. Estudios en Planta Piloto

3.1.5.1. *Introducción*

El uso de estudios en Planta Piloto constituye una herramienta importante para la evaluación de los procesos propuestos durante la etapa de diseño de una planta potabilizadora, particularmente para aquellos procesos especiales sensibles a variables múltiples de diseño y operación, según la calidad del agua a tratar.

Los estudios en Planta Piloto pueden potencialmente implicar ahorros significativos en los costos de construcción y operación. El costo en sí de la implementación de los estudios a nivel piloto suele ser significativo, generalmente entre U\$D 100.000 a 1.000.000 dependiendo del caso, no obstante los resultados suelen justificar largamente dicha inversión.

La Planta Piloto debe ser operada por personal altamente calificado, durante un período mínimo de operación de entre 6 a 12 meses.

A continuación se esquematiza a forma de ejemplo un programa por pasos de un Estudio Piloto:

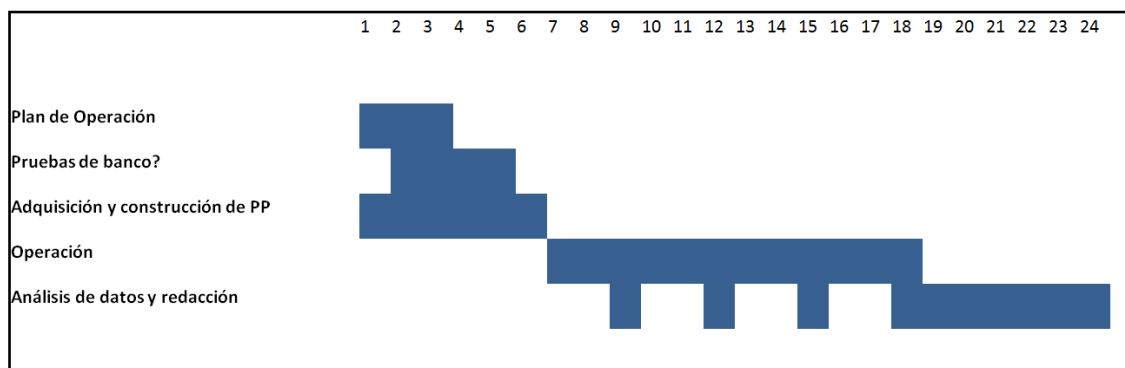


Figura 3-6: Ejemplo de Programa de Estudio en Planta Piloto.

Los estudios en Planta Piloto se realizan para alcanzar alguno de los siguientes objetivos:

- Evaluar la factibilidad de un nuevo proceso puntual de tratamiento.
- Comparar la efectividad de procesos alternativos o variantes a este.
- Confirmar la efectividad de un proceso de tratamiento propuesto.
- Obtención de valores guías de parámetros de diseño y costos operativos.

Aunque los estudios en Planta Piloto son una guía valorable para establecer los criterios de diseño de los procesos de tratamiento y los parámetros operativos de una planta, también tiene sus limitaciones:

- Dificultades en poder tratar el agua bruta a lo largo del período de un año,
- Utilizar agua que ha sido almacenada durante períodos de 1 a 2 días,
- Diferencias en las condiciones operativas, incluyendo el conocimiento técnico y operativo de los operadores,
- Problemas debido al escalado de las instalaciones,
- Imposibilidad de prever los efectos a largo plazo del nuevo proceso,
- Alcanzar conclusiones sesgadas debido a expectativas personales.

Desde un punto de vista práctico, un estudio en Planta Piloto generalmente no puede abarcar el examen de todos los factores relevantes debido a limitaciones en términos de tiempo y presupuesto. Por tal motivo, es necesario reducir el número de variables seleccionando solamente unas pocas consideradas las más importantes.

Por tanto, el técnico responsable a cargo de las pruebas debe definir al inicio del estudio lo siguiente:

- El propósito del estudio
- La duración y el presupuesto destinado al estudio
- La disponibilidad de equipamiento y personal de asistencia
- Las variables importantes del estudio

En relación a los parámetros a ser determinados, se presenta a continuación un ejemplo donde como se ve, se define para cada parámetro el tipo y frecuencia de monitoreo, el punto de monitoreo y el responsable.

Task	Frequency	Pilot Influent	Pilot Effluent	Analysis
Filter Flow Rate	Continuous	◆		Online
Filter Loss of Head	Continuous		◆	Online
Filter Effluent Turbidity	Continuous		◆	Online
Dissolved Mn	Bi-Weekly	◆	◆	GUC
Total Mn	Bi-Weekly	◆	◆	GUC
UV ₂₅₄	Weekly	◆	◆	GUC
DO	Weekly	◆	◆	GUC
HPC	Weekly		◆	GUC
pH	Weekly	◆	◆	GUC
Temperature	Weekly		◆	GUC
Top 6" Head loss	Weekly			Hazen
Nutrients	Bi-Monthly		◆	GUC
ATP (media)	Monthly*			GUC
EEM	Monthly*	◆	◆	Hazen
AOC	Monthly*	◆	◆	Hazen
DOC	Monthly*		◆	Hazen
EPS	Monthly*		◆	Hazen
SDS-TTHM	Monthly*	◆	◆	Hazen
Filter Surveillance	As Needed			Hazen

Tabla 3-3: Ejemplo de Programa de monitoreo en Planta Piloto.

3.1.5.2. Recomendaciones Aplicadas al Presente Estudio

A continuación se procede a realizar las recomendaciones puntuales aplicadas al presente estudio en lo relativo a estudios en Planta Piloto.

Los objetivos específicos del estudio serán:

- 1) Determinar el desempeño de ozono (O₃), ozono/peróxido, GAC, y ozono + filtración biológica (O₃-BAF) en la PTAP para el control de olor y sabor (geosmina y MIB).
- 2) Determinar el desempeño de ozono, ozono/peróxido, GAC y O₃-BAF en otros parámetros de calidad de agua: turbiedad, remoción de precursores de DBPs (p.e., remoción de materia orgánica natural disuelta), control de manganeso y hierro, y estabilidad de la desinfección en el sistema de distribución.
- 3) Determinar el impacto del ozono, GAC y O₃-BAF en el desempeño hidráulico de los filtros. Los indicadores claves a evaluar son el desarrollo de la pérdida de carga, el tiempo de carrera, y el volumen unitario de carreras.
- 4) Determinar el impacto de la estacionalidad de la calidad de agua en el desempeño del sistema.

El resultado de las Pruebas en Planta Piloto proveerá información acerca de la factibilidad de cada proceso para controlar episodios de olor y sabor y el impacto en otros parámetros de calidad de agua tratada incluyendo la formación DBPs y la estabilidad microbiológica (carbono orgánico asimilable - AOC). Los estudios también contribuirán al refinamiento en los criterios de diseño y los costos estimados de implementación a escala real.

Aspectos generales a considerar:

- Con respecto a la dosis de ozono en la posición de inter-oxidación, se recomienda trabajar con valores de entre 0,5 a 2,0 mg O₃/ mg de TOC.
- Se deberán realizar pruebas para establecer el tiempo de contacto necesario, podrán por ejemplo trabajarse con unidades con tiempo de contacto de 10 y 20 min.
- Es recomendable realizar pruebas con adición de peróxido de hidrógeno para determinar si es necesaria su aplicación para alcanzar un sabor y olor adecuado en el agua potable.
- Las columnas de biofiltración se podrán trabajarán por ejemplo con EBCT de 5 y 10 min.

El control del crecimiento biológico con desinfectantes durante el retrolavado de los biofiltros es un tema crítico para prevenir el fouling durante la operación. Durante el inicio de la operación del sistema piloto O₃ - BAF, los filtros deberán ser lavado con agua no clorada a los efectos de promover la formación inicial del biofilm. El piloto deberá estar equipado por un tanque de colecta de agua filtrada, el cual se utilizará como fuente de agua no clorada.

Luego de 2 a 3 meses, la biota debería haberse establecido, lo que puede repercutir en un declive en el desempeño hidráulico de los filtros. Los filtros pueden ser retrolavados con agua clorada con el objetivo de restaurar el desempeño hidráulico buscado.

Calidad del efluente a Biofiltros

- Métodos para el monitoreo de desempeño: Para evaluar el desempeño, se deberán tomar muestras para determinar COD, absorbancia UV a 254 nm y turbiedad en el afluente y efluente. Se tomarán muestras de agua elevada para THMs y HAAs en forma mensual para confirmar la remoción de precursores de DBPs. Se tomarán también muestras de olor y sabor durante los eventos.
- Eventos disparadores de análisis adicionales: Si los filtros experimentan un continuo y excesivo pasaje de alguno de los parámetros de control (COD, UV254 o turbiedad), entonces las condiciones operativas del filtros deberán ser modificadas. Se deberá evaluar entonces cambios en la dosis de ozono, pH, etc.

Desempeño hidráulico de los filtros

- **Métodos para el monitoreo de desempeño:** Para evaluar el desempeño hidráulico de los filtros deberá ser monitoreada la pérdida de carga de cada filtro. El volumen de agua procesado en cada carrera también será un valor a determinar para cada filtros.
- **Eventos disparadores de análisis adicionales:** Si el filtro experimenta una excesiva pérdida de carga que limita el tiempo de carreras, entonces se deberán tomar muestras adicionales en el efluente y en el medio filtrante para determinación de conteo heterotrófico (HCP), ATP y EPS para verificar si el crecimiento excesivo del biofilm está inhibiendo la carrera de filtración.

3.2. Acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora de Mediano Plazo

Se definen las acciones correspondientes al mediano plazo, a aquellas a realizar con posterioridad a las intervenciones de corto plazo y con antelación a la conclusión del período final de proyecto con horizonte el año 2045.

A continuación se presentan las acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora a aplicar en el Mediano Plazo, enfocadas principalmente en el control de materia orgánica, metabolitos generadores de olor y sabor, subproductos de la desinfección y cianotoxinas.

- **Alternativa 1: Pre-oxidación química con cloro/dióxido de cloro + Adsorción GAC**
- **Alternativa 2: Inter-oxidación con Ozono + Biofiltración**

Las características de la solución alcanzada a los efectos de cubrir la capacidad de producción requerida a fin de período, depende en cada caso de la tecnología aplicada a cada alternativa para satisfacer los objetivos de control antes mencionados.

A los efectos de facilitar la lectura y comprensión del estudio, se reitera lo desarrollado a instancias del Informe N°2 y su adenda.

3.2.1. Alternativa 1: Pre-oxidación química con cloro/dióxido de cloro + Adsorción GAC

En términos de rehabilitación e incremento de capacidad, se plantean las siguientes intervenciones para esta configuración:

- **Construcción de nuevo módulo de Floccodecantadores con una capacidad máxima de 6.000 m³/h** a los efectos de complementar la producción requerida para cubrir la demanda a fin de período, lo que implica:

- Derivación de nueva línea de impulsión de toma N°4 en una tubería de Ø 1200 mm.
 - Una cámara de mezcla y dosificación de PPQQ.
 - Dos unidades de floculación + sedimentación laminar.
 - Canalizaciones subterráneas de conducción de agua clarificada a las unidades de filtración existentes.
- Incremento de la capacidad de aducción de agua potable hacia la red en un mínimo de 5.000 m³/h, mediante la ampliación de Sala Diesel.

En lo que se refiere a tratamientos especiales para control de metabolitos de olor y sabor, cianotoxinas, materia orgánica y hierro/manganeso; esta configuración consiste en implementar el siguiente tren de tratamiento integrado:

1. Pre-oxidación de agua bruta con cloro/dióxido de cloro:

- Se utilizará en caso de presencia de hierro y manganeso en el agua bruta, favoreciendo su oxidación y precipitación. Alternativamente, ante presencia significativa de fitoplankton, se sugiere la utilización de inter-oxidación, ya que durante la pre-cloración se puede ocasionar la lisis de células de cianobacterias, causando liberación de toxinas.
- En el caso de la aplicación de cloro con alta concentración de materia orgánica disuelta, podrán generarse subproductos nocivos (trihalometanos y ácidos halo-acéticos), los cuales podrán ser eliminados luego mediante la etapa de adsorción con GAC.
- La pre-oxidación con dióxido de cloro se utilizará como prevención de desarrollos de colonias de mejillón dorado en la superficie interior de estructuras en contacto con agua bruta (tuberías e instalaciones).

2. Procesos de coagulación acentuada/floculación, sedimentación y filtración rápida en arena y antracita:

- Su principal objetivo es la remoción de materia orgánica (suspendida y fracción de disuelta). Además, se genera un elevado porcentaje de remoción de cianobacterias (por su condición de material suspendido coagulable).

3. Inter-oxidación con cloro o dióxido de cloro

- Mediante esta operación se pretende oxidar la materia orgánica remanente de los procesos anteriores de clarificación fisicoquímica y así eliminar toxinas. De esta forma se reduce el contenido de materia orgánica y aumenta la vida útil del GAC. L

4. Adsorción en batería de filtros GAC independiente

- En los filtros GAC se genera la adsorción de NOM (TOC), toxinas y metabolitos generadores de olor y sabor (MIB y Geosmina), así como se eliminan DBPs para el caso de utilizar preoxidación con cloro de materia orgánica.

5. Desinfección final con Cloro

- La desinfección final con Cloro permite la eliminación de patógenos y aporte de residual para preservación de calidad en la red.

Cabe la posibilidad de etapabilizar la construcción de la batería de nuevos filtros GAC en fracciones asociadas a la eventual disponibilidad de aductora de agua bruta desde Paso Severino.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso:

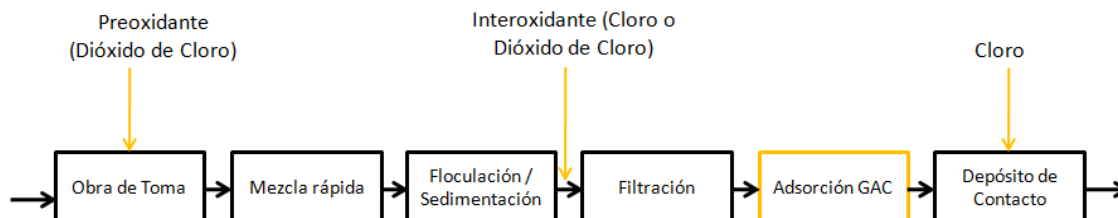


Figura 3-7: Diagrama de bloques de Alternativa 1.

Ventajas:

- Oxidación eficiente de Fe y Mn (por alto tiempo de contacto en posición pre-cloración) y de algunas cianotoxinas extracelulares.
- Uso alternado de oxidantes (cloro y dióxido de cloro) tendiente a minimizar consumos según función.
- Maximizar remoción de NOM mediante coagulación acentuada y clarificación, previo a oxidación química con cloro.
- Adsorción de NOM (TOC), toxinas (microcistina), metabolitos generadores de olor y sabor (GSM y MIB) en filtración GAC final.

Desventajas:

- La posición de pre-oxidación es la menos recomendada por su consecuente riesgo de mayor formación de DBPs y lisis celular de cianobacterias con potencial liberación de toxinas. Se procura mitigar esta desventaja mediante la opción de inter-cloración que permita maximizar la remoción de NOM mediante el proceso de clarificación. No obstante, la presencia final de adsorción por GAC permite eliminar tales sustancias objetables.

3.2.1.1. Criterios principales de diseño

Para el prediseño del sistema de adsorción en filtros GAC se consideran los siguientes parámetros principales, consistente por lo recomendado por Kawamura³:

- EBCT: 10 min
- Tasa de filtración: 12,5 m³/m²/h

3 S. Kawamura, Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities (2000), Capítulo 7.7 Granular Activated Carbon Adsorption.

Características del medio filtrante:

- Tamaño efectivo: 1,00 mm
- Coeficiente de uniformidad: < 1,90
- Densidad aparente: > 0,4 kg/m³
- Número de Yodo: > 850 mg/g
- Numero de abrasión: >70%
- Cantidad: 6.800,0 m³

3.2.1.2. Prediseño de unidades

Las unidades de filtración GAC deberán ser capaces de procesar el caudal máximo a fin de período de 38.600 m³/h.

La conducción hacia las unidades se realizará en primer tramo mediante ducto presurizado saliendo de la caja de descarga de las unidades de filtración de planta Norte, para luego ser elevados a canal superior de conducción a superficie libre a nuevos filtros GAC.

La estación de recalque contará con 3+1 bombas tipo Propeller de eje vertical de caudal unitario 12.900 m³/h @ 4,20 mca.

Fueron considerados 20 unidades de filtración GAC a una tasa de 12,5 m³/m²/h, por lo que se dimensionaron unidades de 8,0 m x 19,3 m (155 m² por filtro). Fijada la tasa de filtración y para alcanzar un *Empty Bed Contact Time* (EBCT) de 10 min es necesario contar un manto filtrante de 2,10 m de profundidad.

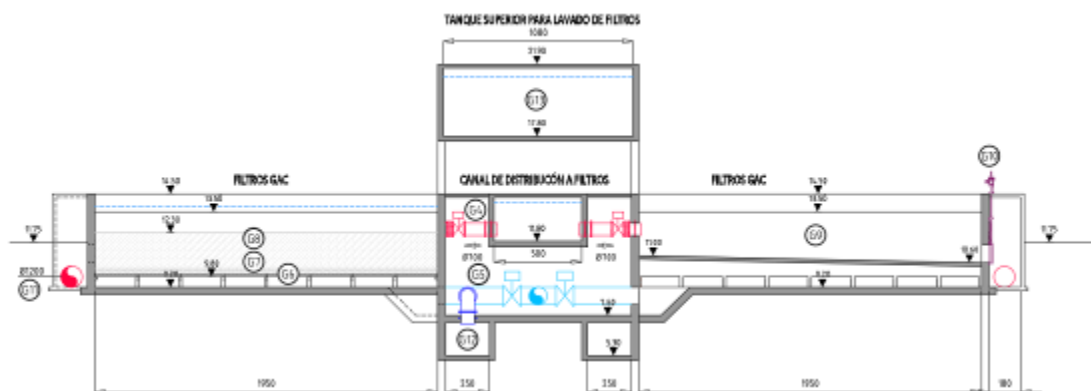


Figura 3-8: Batería de filtros GAC, corte.

El retorno desde la batería de filtración GAC se realiza mediante ducto descargando aguas abajo del vertedero de agua filtrada en depósito de planta Norte.

Por otra parte, el consumo de agua de lavado por filtros para una tasa de 0,70 m/min y una duración de 10 min se estima en 1.080 m³.

Para el lavado de las unidades se proyecta un depósito levado de 3.300 m³, coincidente con la superficie de la galería de filtración. El volumen se determina

considerando como criterio la acumulación de un volumen necesario para el lavado consecutivo de 3 unidades.

Para la recarga del depósito de contacto se proyecta la instalación de 2+1 equipos de bombeo de turbina vertical de caudal unitario $1.350 \text{ m}^3/\text{h}$ @ 14,00 mca.

El diseño gráfico de las intervenciones propuestas se presenta en láminas H100 a H102 de Anexo, en tanto la memoria de cálculo se agrega en capítulo 9.3.

3.2.2. Alternativa 2A: Inter-oxidación con Ozono + Biofiltración

En términos de rehabilitación e incremento de capacidad, esta configuración requiere las siguientes intervenciones:

- Construcción de una nueva planta potabilizadora con capacidad máxima de producción de 12.860 m³/h (1/3 del caudal total proyectado al 2045), lo que implica:
 - Derivación de nueva línea de impulsión de toma N°4 en dos (2) tubería de Ø 1200 mm y correspondiente cámara de válvulas.
 - Un (1) canal Parshall de ancho de garganta W = 8 pies para la mezcla y dosificación de PPQQ.
 - Veinte (20) unidades de floculación mecánica de dos (2) celdas en serie cada una.
 - Veinte (20) unidades de sedimentación la minar.
 - Veinte (20) unidades de biofiltración GAC.
- Acciones de intervención y rehabilitación de las unidades de filtración de batería norte aplicadas en el período de corto plazo, sumadas a las requeridas para su conversión en biofiltros según se detalla más adelante.
- Incremento de la capacidad de aducción de agua potable en un mínimo de 5.000 m³/h, mediante la ampliación de sala diesel.

En lo que se refiere a tratamientos especiales para control de metabolitos de olor y sabor, cianotoxinas, materia orgánica y hierro/manganeso; esta configuración consiste en el siguiente tren de tratamiento integrado:

1. **Preoxidación con Dióxido de Cloro**

Mediante la preoxidación con Dióxido de Cloro se pretende controlar el mejillón dorado en tuberías de obra de toma, además de permitir la oxidación de hierro y manganeso, transformándolos en precipitados que son retenidos posteriormente en procesos de sedimentación-filtración.

2. **Procesos de coagulación/floculación, sedimentación**

A través de estos procesos convencionales de coagulación-floculación-sedimentación, en modalidad “coagulación acentuada”, se procura remover la materia orgánica presente en el agua bruta así como también células intactas de cianobacterias.

3. **Ozono en posición de inter-oxidación**

Mediante la utilización del ozono en posición de inter-oxidación se genera la oxidación de metabolitos generadores de olor y sabor (GSM y MIB) y de cianotoxinas que no fueron removidos en el proceso de clarificación previa, e incluye además materia orgánica disuelta adicional (precursora de DBP), hierro y manganeso.

4. **Bio-filtración en baterías actuales de filtros rehabilitadas**

El proceso de ozonización genera productos altamente biodegradables, los cuales serán retenidos en el proceso de biofiltración.

5. Desinfección final con Cloro

La desinfección final con Cloro permite la eliminación de patógenos y aporte de oxidante residual para preservación de la calidad bacteriológica en la red.

La pre-oxidación con di-óxido de cloro se recomienda se utilice en bajas dosis, a los efectos de optimizar el consumo de ozono y se justifica en contexto de control de mejillón dorado.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso:

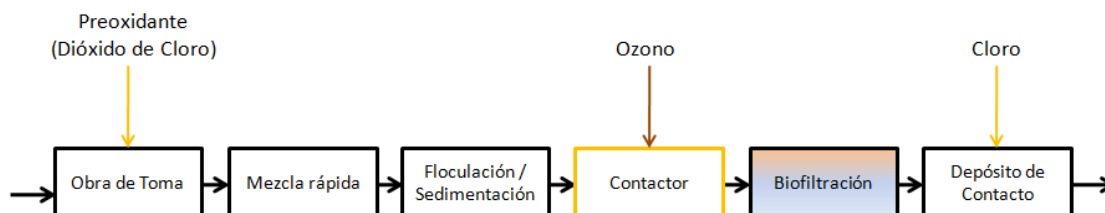


Figura 3-9: Diagrama de bloques de Alternativa 2.

Ventajas:

- Control de mejillón dorado en tuberías de obra de toma.
- Remoción de células intactas de cianobacterias y NOM (como TOC) en procesos de coagulación, floculación y sedimentación.
- Oxidación de cianobacterias y cianotoxinas (intra y extracelulares), metabolitos generadores de olor y sabor (GSM y MIB) y Fe/Mn.
- Minimización de formación de DBPs al retrasar el punto de aplicación de desinfectante.

Desventajas:

- Alta biodegradabilidad de subproductos de la ozonización, con consecuente necesidad de proceso de biofiltración.

3.2.2.1. Criterios Principales de Diseño

Para el pre-diseño del sistema de dosificación de ozono se consideran los siguientes parámetros principales, según recomendaciones citadas en capítulo 3, consistente y apoyándose en las recomendaciones de Schulz⁴:

- Tiempo de Contacto: 12 min
- Dosis de O₃: 7,0 mg/l
- Eficiencia en transferencia de ozono: 95%

En el caso del diseño de biofiltración en filtros GAC (BAC) los parámetros de diseño serán los siguientes:

⁴ R. Schulz (2014), Designing Integrated Ozone-Biofiltration Treatment Systems.

- EBCT: 10 min
- Tasa de filtración: 10,0 m³/m²/h

El manto filtrante de las unidades existentes rehabilitadas cumplirá lo siguiente:

- Tamaño efectivo de GAC/espesor de lecho: 1,00 mm / 75 cm
- Tamaño efectivo de arena/espesor de lecho: 0,50 mm / 25 cm
- Relación L/d = 1250

El manto filtrante de las unidades nuevas cumplirá lo siguiente:

- Tamaño efectivo de GAC/espesor de lecho: 1,00 mm / 100 cm
- Tamaño efectivo de arena/espesor de lecho: 0,50 mm / 25 cm
- Relación L/d = 1500

3.2.2.2. *Prediseño del sistema*

El sistema de ozonización deberá ser capaz de procesar el caudal máximo a fin de período de 38.600 m³/h.

Las instalaciones de contacto se dividirán en dos sectores:

- Unidad de Contacto - Planta Existente: Aplicado al clarificado de Planta Norte y Sur (2/3 de la capacidad final de producción)
- Unidad de Contacto - Planta Nueva: Aplicado al clarificado de la Nueva Planta Potabilizadora (1/3 de la capacidad final de producción).

Los locales de generación, refrigeración, acumulación de LOX y otros, se encontrarán centralizados en un sólo edificio.

El diseño de unidades para esta alternativa se expone en láminas de la serie H201-205 de Anexo, en tanto la memoria de cálculo se agrega en capítulo 9.3.

3.2.2.3. *Unidad de Contacto - Planta Existente*

La conducción hacia/desde las unidades se realizará de la siguiente forma:

- Dada las características del perfil hidráulico de la planta, tanto para Plantas Norte como Sur, se realizará la construcción de un ducto que conectará el canal de conducción de agua clarificada con un nuevo pozo de bombeo.
- La estación de recalque se ubicará aguas arriba de la unidad de contacto y contará con 2+1 bombas tipo Propeller de eje vertical de caudal unitario 12.900 m³/h @ 3,20 mca, descargando en el canal de entrada a unidad de contacto.

- El retorno hacia las unidades de filtración Norte y Sur se realiza por gravedad mediante sendos canales a superficie libre con ingreso respectivamente a ambas baterías de filtros (ahora biofiltros).

La proyección de una estación de recalque es necesaria dado que la unidad de contacto misma introduce una pérdida de carga de aproximadamente 1,30 m.

Las unidades de contacto de ozono se diseñan con los siguientes parámetros particulares:

- Tiempo de contacto: 12 min
- Tiempo de reacción: 2 min
- Tiempo de desozonización: 4 min
- Factor de baffle: 0,65
- Velocidad máxima en tabiques ascensionales: 0,80 m/s

En estas condiciones, el diseño que se propone y expone en lámina H204 es el siguiente:

Depósito de hormigón armado de dimensiones externas: 44,00 m de ancho x 65,15 m de longitud y 7,00 m de altura, dispuesto en cuatro (4) recintos en paralelo. Cada compartimento se compone de 5 etapas cada uno (3 de contacto, 1 de reacción y otra de desozonización).

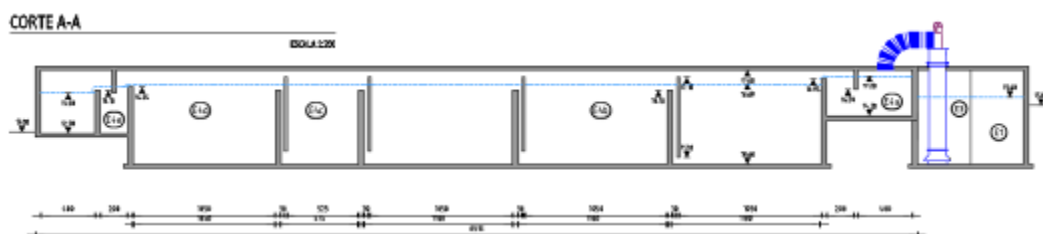


Figura 3-10: Tanque de contacto de ozono - Planta Existente, corte.

3.2.2.4. Unidad de Contacto - Planta Nueva

La conducción hacia/desde las unidades se realizará de la siguiente forma:

- En el caso del nuevo módulo de tratamiento integral, las conducciones serán parte de los muros perimetrales de la misma, presentando un salto entre el canal de agua clarificada y el de entrada a filtros, semejante a la pérdida de carga introducida por el contactor de ozono.

Siendo que la unidad de contacto misma introduce una pérdida de carga de aproximadamente 1,30 m, el sistema de bombeo de agua bruta deberá ser

reacondicionado para cumplir el nuevo punto de funcionamiento asociado a la capacidad de Planta Nueva.

En estas condiciones, el diseño que se propone y expone en lámina H202 es el siguiente:

Depósito de hormigón armado de dimensiones externas: 22,20 m de ancho x 65,15 m de longitud y 7,00 m de altura, dispuesto en dos (2) recintos en paralelo. Cada compartimento se compone de 5 etapas cada uno (3 de contacto, 1 de reacción y otra de dezonización).

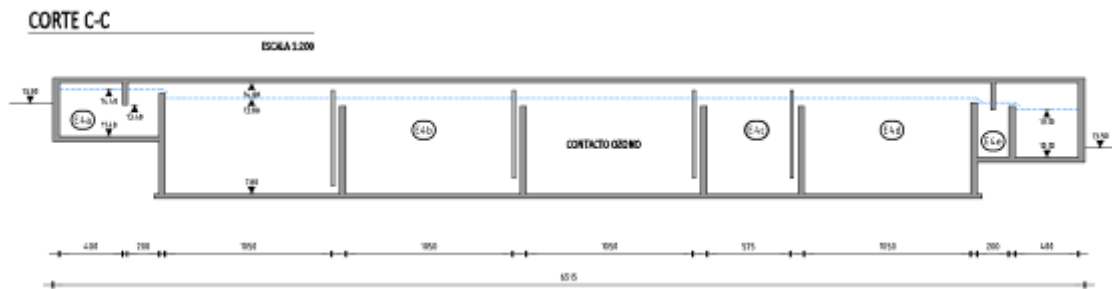


Figura 3-11: Tanque de contacto de ozono - Planta Nueva, corte.

3.2.2.5. Sistema de Generación de Ozono

Para el pre-dimensionado del sistema de generación se consideran equipos con tecnología de generación en base oxígeno líquido (LOX).

Para la dosis considerada de 7 mg/l y una eficiencia de transferencia del 95% es requerida una capacidad de generación máxima a fin de período de 6.830 kg/d (15.000 ppd). Dicha capacidad se alcanza mediante la instalación de 5+1 equipos de 3.500 ppd, para un total máximo de 17.500 ppd.



Figura 3-12: Esquema de sistema de generación PDOevo de Wedeco (Capacidad: 3500 ppd)

3.2.2.6. *Consumo de Oxígeno Líquido*

El consumo de oxígeno líquido se estima en 80 ton/d (175.000 ppd). Para esto se chequeó la disponibilidad del suministro con las empresas Airliquid y Praxair. Se ha recibido una respuesta positiva de Praxair en cuanto a su disposición para suministrar oxígeno líquido en la cantidad solicitada, estando pendiente la respuesta de Air-Liquid.

3.2.2.7. *Unidades de Biofiltración*

Dada las características de diseño del manto filtrante establecidas en el punto anterior, y tomando como base la aplicación de las recomendaciones mejora y ampliación de capacidad establecidas en el Informe N°2, a los efectos de trabajar las unidades mediante el proceso de biofiltración a un EBCT de 10 minutos, será requisito reducir el caudal de trabajo de la nueva batería de filtración (reducción en tasa de filtración de 18 a 7 m/h), manteniendo prácticamente constante el caudal de producción la batería vieja e incrementando la capacidad de filtración mediante la ejecución de la nueva planta.

En el siguiente cuadro se resume la verificación del cumplimiento del EBCT para las distintas baterías de filtración de Aguas Corrientes:

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Q total 2045	d	926.000	m ³ /d	
	c	38.583	m ³ /h	
A - Filtros Planta Norte				
Caudal procesado	d	20.449		Variable a modificar
Producción relativa al total	c	53%		
Área filtrante Filtros Viejos	d	3.117	m ²	
Tasa de filtración	c	6,6	m/h	
Profundidad del manto	d	1,00	m	
EBCT	c	9,1	min	Valor a chequear
B - Filtros Planta Sur				
Caudal procesado	d	5.273	m ³ /h	Variable a modificar
Producción relativa al total	c	14%		
Área filtrante Filtros Nuevos	d	801	m ²	
Tasa de filtración	c	6,6	m/h	
Profundidad del manto	d	1,00	m	
EBCT	c	9,1	min	Valor a chequear
C - Filtros Planta Nueva				
Caudal procesado	d	12.861	m ³ /h	
Producción relativa al total	c	33%		
Área filtrante Filtros Nuevos-Nuevos	d	1.700	m ²	
Tasa de filtración	c	7,6	m/h	
Profundidad del manto	d	1,20	m	
EBCT	c	9,5	min	

Tabla 3-4: Planilla de cálculo de EBCT para las distintas baterías de filtración.

3.2.3. Alternativa 2B: Pre-oxidación con Ozono + Biofiltración

Se presenta como variante a la Alternativa 2A, siendo sus principales características:

- Se mantiene el proceso de Inter-oxidación con ozono + BAF en Planta Nueva,
- Se agrega la posibilidad de operar en modo Pre-oxidación con ozono + BAF en batería de filtros existente.

Por tanto la principal diferencia radica en la posición de la unidad de contacto de ozono, con nivel de trabajo superior al de la entrada a cámara de mezcla rápida.

Con respecto a esta variante se destaca lo siguiente:

- La posición intermedia de ozono resultará ser más eficiente en términos de costo a los efectos del tratamiento de los problemas de Olor y Sabor, cianotoxinas y remoción de NOM en relación a la posición de pre.
- El principal motivo por el cual se esperan menores dosis de aplicación en inter-oxidación, y en consecuencia menor costos operativos, es que la demanda de ozono para la oxidación de NOM se verá disminuida previamente por los mecanismos convencionales. Lo que permitirá un uso más eficiente enfocado al control de metabolitos de Olor y Sabor, así como también de cianotoxinas.

El diseño gráfico de las intervenciones propuestas se presenta en lámina H210 de Anexo, en tanto la memoria de cálculo se agrega en capítulo 9.3.

3.3. Análisis de potencias y consumo de energía para cada tipo de intervención propuesta

En la siguiente tabla se resumen para cada grupo de intervenciones propuestas, los principales equipamientos electromecánicos necesarios y las correspondientes potencias instaladas y volumen de energía consumida en función de factores de utilización.

TABLA RESUMEN DE CÁLCULO DE POTENCIAS INSTALADAS Y ENERGÍA CONSUMIDA POR ALTERNATIVAS							
Equipo	Equipos Operativos	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)	Factor de Uso diario (%)	Energía Media diaria (kWh/día)	Factor de Uso anual (%)	Demanda anual de Energía (kWh/año)
Impulsión Paso Severino - Aguas Corrientes			3.600		86.400		6.307.200
Bombas elevadoras de agua bruta	3	1200	3600,0	100%	86.400	20%	6.307.200
Rehabilitación y Ampliación					2.262		825.630
Agitadores en tanque de contacto CAP Planta N	4	3,7	14,8	100%	355	100%	129.648
Agitadores en tanque contacto CAP Planta Sur	16	2,2	35,2	100%	845	100%	308.352
Floculadores mecánicos de Planta Sur	12	3	36,0	100%	864	100%	315.360
Soplantes de filtros en batería Norte	1	55	55,0	15%	198	100%	72.270
Alternativa 1: Pre-oxidación + GAC			810		16.440		1.365.474
Floculadores mecánicos en Flocodecantadores	4	2,2	8,8	100%	211	100%	77.088
Equipos de Dosificación de Químicos	4	3,7	14,8	100%	355	100%	129.648
Bombas elevadoras de agua filtrada a GAC	3	200	600,0	100%	14.400	20%	1.051.200
Bombas elevadoras de lavado de filtros	2	93	186,0	33%	1.473	20%	107.538
Alternativa 2A : Ozono + Biofiltración (Inter-ozonización)			2.956		67.573		5.826.714
Floculadores mecánicos en Planta Nueva	40	2,2	88	100%	2.112	100%	770.880
Bombas de lavado de filtros Planta Nueva	1	110	110	15%	396	100%	144.540
Soplantes de lavado de filtros en Planta Nueva	1	55	55	15%	198	100%	72.270
Equipos de dosificación de químicos	4	3,7	15	100%	355	100%	129.648
Equipos de generación de ozono	5	473,6	2.368	100%	56.832	20%	4.148.736
Bombas elevadoras a Contactor	2	160	320	100%	7.680	20%	560.640
Alternativa 2B: Ozono + Biofiltración (Pre-ozonización en Planta a			3.807		88.002		7.318.016
Floculadores mec en Planta Nueva	40	2,2	88	100%	2.112	100%	770.880
Bombas de lav de filtros Planta Nueva	1	110	110	15%	396	100%	144.540
Soplante de lav de filtros en Planta Nueva	1	55	55	15%	198	100%	72.270
Equipos de dosificación de químicos	4	3,7	15	100%	355	100%	129.648
Equipos de generación de ozono	7	473,6	3.315	100%	79.565	20%	5.808.230
Bombas elevadoras a Contactor (incremento potencia)			224	100%	5.376	20%	392.448

Tabla 3-5: Planilla de cálculo de potencias y energía consumida por alternativas

Se destaca la mayor potencia instalada para alternativas 2A y 2B, en función de los respectivos consumos de los equipos de generación de ozono, que representan más del 80% del total del consumo por grupo de intervenciones.

3.4. Consideraciones Generales sobre el uso de Tecnologías de Membranas como proceso Alternativo

En la presente sección se exponen las consideraciones generales en relación al uso de membranas como posible alternativa para el control de metabolitos generadores de Olor y Sabor y cianotoxinas, como sustitutiva de los procesos preseleccionados presentados en apartados anteriores: preoxidación con $\text{Cl}/\text{ClO}_2 + \text{GAC}$ y *interoxidación con Ozono + BAF*.

A grandes rasgos la tecnología fue descartada debido a las desventajas presentadas en relación a las alternativas mencionadas. Puntualmente estas resultan ser *más costo-eficientes, contar con mejores garantías de performance, funcionalidad y menores efectos secundarios ambientales*.

Para el objetivo fundamental de control de metabolitos tóxicos y/o generadores de olor y sabor, se requiere acudir a uso de nanofiltración, siendo ineficiente el uso de micro o ultra filtración (Tabla 3-6). La ubicación eficiente de este proceso en un sistema de potabilización de aguas, es posterior al proceso convencional de clarificación/filtración rápida, como forma de remover material particulado (suelen colocarse también luego de procesos de microfiltración o ultrafiltración, pero estos son menos costo-eficientes).

	Physicochemical Processes										
	Sedimentation		Filtration				Membranes			Sorption	
	Coag/Floc/Sed	Coag/DAF	Direct filtration w/ coag	Direct filtration w/o coag	Bank filtration	Biofiltration	RO	NF	MF	PAC	GAC
Cyanobacteria Cell Removal	~ 90%	50 - 100%	Likely	Possible	Likely	Likely	Effective	> 97%	> 97%	No	Likely
Microcystin	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Possible	Likely	Effective	Likely	No	Varied	Likely*
Cylindrospermopsin	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Possible	Likely	Likely	Likely	No	Varied	Likely*
Anatoxin A	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Possible	Possible	Likely	Likely	No	Varied	Likely*
Saxitoxin	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Possible	N/A	Likely	Likely	No	Varied	Likely*
MIB and geosmin	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Not Expected	Possible	Likely	Effective	Likely	No	Varied	Likely*

* Compound is well removed until carbon capacity is exhausted

Tabla 3-6: Remoción de Cianotoxinas y Cianobacterias mediante procesos de tratamiento convencional, membranas y carbón activado⁵

Para el caso de membranas de nanofiltración integradas a sistemas convencionales, se estiman los siguientes costos de inversión y operación⁶:

- CAPEX: 1,2 MM U\$D/ mgd. Para el caso de Aguas Corrientes (245 mgd) implica una inversión de 300 MM U\$D,

⁵ Fuente: Hazen Algae White Paper (2015) y Adams, C. (2013) "Tailored Treatment of Cyanotoxins and Cyanobacteria: Oxidation, Adsorption and Other Technologies"

⁶ Fuente: AWWA (2006), "Integration of Membrane Filtration Into Water Treatment Systems"

- OPEX variables: U\$D 0,10-0,15 /m³ de agua tratada (energía, PPQQ, reposición membranas).

Además de los elevados costos de inversión y operación asociados a su implementación, aproximadamente superior a 4 veces el de los procesos preseleccionados (Pre-oxidación con Cl/Cl₂ + GAC o Pre-oxidación mediante Ozono + BAF), se tiene las siguientes principales desventajas funcionales:

- Riesgo de biofouling e incrustaciones,
- Rechazo: 15 %,
- Disposición final de rechazos y excedentes proveniente de lavados químicos.

3.5. Consideraciones con respecto a niveles de crecida del río Santa Lucía y niveles de seguridad de instalaciones

De acuerdo con las conclusiones del Estudio de Análisis de Riesgos a la Presa de Paso Severino (Junio 2016), se ha previsto promover la protección ante crecientes extraordinarias de frecuencia centenaria (Tiempo de recurrencia 100 años) del río Santa Lucía, tanto de las instalaciones actuales como las proyectadas futuras.

Los valores máximos de crecida asociados a dichas crecientes máximas en la sección de Aguas Corrientes, corresponden a la cota 12,59m (cero oficial), equivalente a 13,50m (cero Warthon) y 13,00 m (cero Aguas Corrientes).

De esta manera se ha previsto para las estructuras e instalaciones proyectadas satisfacer el requerimiento anterior, factor que deberá ser contemplado en los diseños de detalles de nuevas instalaciones, así como protecciones complementarias en instalaciones existentes (fundamentalmente Salas de Bombeo).

4. MATRIZ DE CONFIGURACIÓN DE ALTERNATIVAS

Expuestas en los capítulos 2 y 3 anteriores, las distintas intervenciones propuestas tanto a nivel de Cuenca como de Planta Potabilizadora, se procede a continuación a realizar un breve resumen de las mismas, instancias unitarias sobre las que luego se pasan a conformar combinaciones alternativas:

Acciones generales de control de Nutrientes a nivel de fuentes puntuales y difusas

A partir del episodio crítico de presencia de metabolitos de olor y sabor de marzo del año 2013; DINAMA se encuentra gestionando 11 medidas de control de vertidos sobre el Santa Lucía, mediante las cuales se pretende disminuir el porte de contaminantes a este curso de agua.

Embalse de regulación de flujos mínimos en Arroyo Campanero

Se propone la ejecución de un Embalse en el Arroyo Campanero (cuenca alta del Santa Lucía), a los efectos de lograr un flujo mínimo que garantice las condiciones de no eutricidad a lo largo del cauce principal de la cuenca del río Santa Lucía Grande.

Embalse de reserva y regulación de flujos mínimos en Arroyo Casupá

Represa de 15 metros de altura sobre el arroyo Casupá que almacenaría 100 hm³, interceptando una cuenca de 685 km². Al igual que en el Caso del Arroyo Campanero, el objetivo de esta acción es a los efectos del control de flujos de base a la cuenca del río Santa Lucía Grande.

Conducciones Embalse Aº Canelón Grande – Planta Aguas Corrientes

Esta acción constituye la construcción de las obras necesarias para generar una toma de agua alternativa para la planta de Aguas Corrientes con agua bruta proveniente del Arroyo Canelón Grande, así como también generar la posibilidad de desvío de este curso hacia aguas debajo de la planta Potabilizadora en períodos de bajos caudales de flujo.

Conducción Embalse Paso Severino - Planta Aguas Corrientes

Sistema de transferencia de agua bruta con capacidad de 7,2 m³/s desde embalse de Paso Severino a toma de agua bruta en Aguas Corrientes compuesto por captación, bombeo y tubería de transferencia en diámetro 2000 mm. El objetivo de esta acción es el de contar con la posibilidad de una fuente de agua bruta de mejor calidad frente a eventos críticos en el cauce principal.

Red de Monitoreo de Calidad de Agua para Alerta Temprana

Se propone la implementación de 6 estaciones de monitoreo continuo ubicadas estratégicamente en el curso del río Santa Lucía y sus afluentes, con el fin de identificar posibles deterioros de calidad del agua bruta y poder actuar de manera temprana en la planta.

Obra de Captación N°4 en Planta Aguas Corrientes

Construcción de la cuarta obra de toma de la planta, compuesta por canal de toma, estación de bombeo, conducciones hacia estación de Bombeo de Vapor y Planta Sur, y cámara de mezcla de Sedimentadores Convencionales.

Ampliación, habilitación y mejora del sistema de dosificación CAP en Planta Aguas Corrientes

Adecuación de las instalaciones de dosificación de CAP, básicamente actuando sobre los elementos relativos al contacto a través de la instalación de nuevos depósitos de agitación y contacto del producto, previendo tiempos mínimos de contacto de 30 min.

Rehabilitación de las unidades de sedimentación de Planta Sur en Planta Aguas Corrientes

Acciones de rehabilitación y mejora tendientes a incrementar el tiempo de retención hidráulico en floculación e independizar los floculadores de las Unidades N° 4 y 5 respecto al resto de los sedimentadores. Esto último, con el objetivo principal de facilitar las tareas de limpieza y extracción de lodo de las unidades N° 3 y 6 mejorando la calidad del líquido clarificado.

Rehabilitación de las unidades de filtración batería Norte en Planta Aguas Corrientes

Acciones de rehabilitación y mejora con el propósito de incrementar la capacidad de las unidades, mejorar el procedimiento de lavado (solución a problemas de distribución de agua e incorporación de aire) e incrementar la calidad del agua filtrada.

Incorporación de pre-ozonización y BAF en módulos de tratamiento existentes

Ejecución de instalaciones de pre-ozonización y biofiltración en Planta para el tratamiento aplicado de contaminantes específicos: materia orgánica, metabolitos generadores de Olor y Sabor, Hierro y Manganeseo, Cianotoxinas y DBPs.

Incorporación de inter-ozonización y BAF en módulos de tratamiento existentes

Configuración similar a la anterior, donde la oxidación se da en la posición intermedia, ésto es, post agua clarificada y previa a biofiltros.

Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono + BAF integrados

Comprende la ejecución de un nuevo tren completo de tratamiento para los procesos de coagulación, floculación, sedimentación laminar, oxidación con ozono y biofiltración en mando de GAC. La capacidad de esta unidad será de 12.900 m³/h, equivalente a 1/3 de la capacidad total requerida a fin de período.

Construcción de nuevo módulo de clarificación (sedimentación con lamella)

Comprende la ejecución de un nuevo módulo compuesto por dos unidades de floccodecantadores similares a los existentes en Planta Norte, para ampliar en 6.000 m³/h la capacidad total de clarificación de la planta y así alcanzar una capacidad máxima de 38.600 m³/h requerida a fin de período.

Construcción de batería de filtros GAC aguas abajo de filtros existentes

Ejecución de una batería completa de filtros de carbón activado granular para una capacidad total de 38.600 m³/h igual a la requerida a fin de período. Las obras comprenderán las conducciones de entrada/salida, estación de bombeo de recalque, unidades de filtración y depósito elevado para el lavado de las unidades.

	Macro intervenciones	Descripción	Responsable	Combinación de Alternativas				
A)	Acciones en la cuenca:			1	2	3	4	5
A.1	Acciones generales de control de nutrientes (Plan de Acciones GOB-MVOTMA-OSE)		GC-MOTMA_OSE	1	1	1	1	1
A.2	Acciones de control hidráulico de flujos mínimos (embalse Campanero)		OSE	1	1		1	
A.3	Embalse Aº Casupá			1	1	1	1	1
A.4	Acondicionamiento Embalse Aº Canelón Grande para emergencia (canal derivado)			2	2		2	
A.5	Tubería conducción agua bruta Emb. Paso Severino - Aguas Corrientes					2		2
A.6	Red de monitoreo de calidad de agua para alerta temprana			1	1	1	1	1
B)	Acciones en Planta							
B.1	Acciones de rehabilitación, ampliación y mejora de corto plazo:							
B.1.1	Obra de captación N°4	Nueva captación con elevatoria y aductora agua bruta		1	1	1	1	1
B.1.2	Ampliación, rehabilitación y mejora sistema de CAP	Rehabilitación y ampliación instalaciones CAP y nuevos tanques de contacto		1	1	1	1	1
B.1.3	Rehabilitación de unidades de sedimentación Planta Sur	Construcción de nuevo canal de MR, nuevos drenajes lodos unidades 3 y 6 y rehabilitación unidades 4 y 5 (canal de agua bruta y floculadores mecánicos)		1	1	1	1	1
B.1.4	Rehabilitación de unidades de filtración batería Norte	Sustitución falso fondo, canal central y sustitución medio filtrante, implantación lavado agua/aire		1	1	1	1	1
B.1.5	Ampliación y rehabilitación instalaciones accesorias	Dosificación de productos químicos (coagulación acentuada, distancias entre puntos de dosificación coagulante-polímero, etc.)		1	1	1	1	1
B.1.6	Estudios en planta piloto aplicables a opciones de mediano plazo	Ozono + BAF, GAC, coagulación acentuada, etc.		1	1	1	1	1
B.2	Acciones de rehabilitación, ampliación y mejora de mediano plazo:							
B.2.1	Alternativa de control de MO y metabolitos objetables con Ozono + BAF							
B.2.1.1	Incorporación de pre-ozonización y BAF en planta existente (capacidad 600.000 m³/d)	Construcción de canales aducción, ampliación capacidad de elevadoras de agua bruta, contactor ozono, transformación de filtros a BAF en planta actual			3			
B.2.1.2	Incorporación de inter-ozonización y BAF en planta existente (capacidad 600.000 m³/d)	Construcción de canales aducción, estación elevadora, contactor de ozono, transformación de filtros BAF en planta actual		3				
B.2.1.3	Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono + BAF integrados (300.000 m³/d)	Nuevo módulo con: MR, floculación, sedimentación lamella, interozonización y BAF		2	2	2		
B.2.2	Alternativa de control de MO y metabolitos objetables con GAC							
B.2.2.1	Construcción de nuevo módulo de MR, floculación y clarificación lamella (150.000 m³/d)	Construcción de nuevos módulos flocodecantadores (ampliación 50% módulos actuales)					2	2
B.2.2.2	Construcción de batería GAC aguas abajo de filtros existentes (900.000 m³/d)	Construcción de estación de bombeo de agua filtrada y nueva batería GAC con conducciones					2 ; 3	
B.2.2.3	Construcción de batería GAC aguas abajo de filtros existentes (450.000 m³/d : 50% del caudal estimado a finales del período de previsión)	Construcción de estación de bombeo de agua filtrada y nueva batería GAC con conducciones						3

Tabla 4-1: Matriz de combinación de alternativas.

El cuadro anterior, resume las principales intervenciones propuestas en el Informe N°2 su adenda.

Como puede observarse en la matriz, existen diversos elementos comunes a las distintas combinaciones, a grandes rasgos: Acciones Generales de Intervención en la Cuenca del Santa Lucía y Acciones de Rehabilitación, Ampliación y Mejora de Corto Plazo en Aguas Corrientes.

En consecuencia, se procede a continuación a describir y justificar las principales elementos diferenciales de las distintas combinaciones en la escala de largo plazo:

Combinación 1

Esta combinación implica la ejecución de un **nuevo módulo de tratamiento, de caudal aproximado 310.000 m³/d para el cubrimiento de la demanda, mediante procesos de floculación mecánica, sedimentación laminar, interoxidación con ozono y biofiltración GAC.**

Con posterioridad, se procederá a la ejecución de las **unidad de contacto y generación de ozono para la aplicación en módulos existentes de Planta, con capacidad aproximada 620.000 m³/d.**

Combinación 2

Al igual que en la Combinación 1, se plantea la ejecución de un **nuevo módulo de tratamiento para una capacidad de 310.000 m³/d. A diferencia de ésta, la posición del punto de dosificación de ozono en módulos existentes tiene lugar en el agua bruta (pre-ozonización).**

Combinación 3

Esquema similar a Combinación 1, teniendo como principal matiz diferencial, el apelar a una fuente de mejor calidad de agua mediante **nueva conducción independiente desde el embalse de Paso Severino** y que por tanto permite en un principio prescindir de las mejoras en las tecnologías de tratamiento por oxidación en el sector planta existente.

Combinación 4

Implica la ejecución de un **nuevo módulo de tratamiento para un caudal aproximado de 150.000 m³/d, para la cobertura de la demanda en términos de procesos de clarificación, involucrando la mezcla rápida, floculación y sedimentación laminar.**

Además, se plantea la ejecución de la **batería de filtros de carbón activado granular para el caudal total previsto a fines del período de previsión (900.000 m³/d).** Estas instalaciones pueden ser realizadas en etapas, construyendo un 50 % en un inicio

(etapa 2, mientras se realiza la ampliación de la Planta) y previendo la ejecución restante a fines de período (etapa 3).

Combinación 5

A semejanza de lo sucedido con las combinaciones 1 y 2, la combinación presente representa un esquema similar a la 4 y en similitud tiene como principal matiz, el apelar nuevamente a una fuente de calidad controlada de agua mediante la **conducción desde el embalse de Paso Severino (la cual contará con 2/3 de la capacidad final de la Planta)**. Esto permitirá en un principio disminuir la necesidad de mejora en las tecnologías de tratamiento por adsorción. Para los cálculos que siguen, se estima que se necesitará el 50% del sistema de filtración GAC de la combinación 4.

5. ESTIMACIÓN DE MONTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA LAS DIFERENTES COMBINACIONES DE ALTERNATIVAS

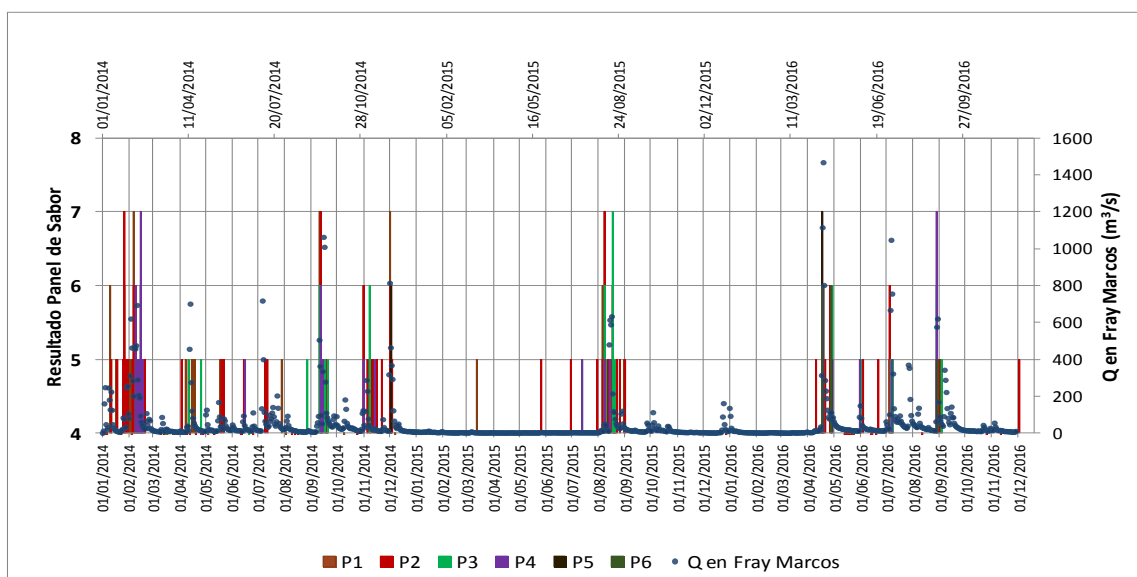
5.1. Estimación de Costos de Operación (OPEX)

En la presente sección se exhibe el cálculo y las consideraciones tomadas para determinar los costos operativos de las distintas alternativas consideradas, a saber:

- Para el costo de la energía eléctrica se ha considerado un valor de 0,14 U\$/kWh.
- Para el cálculo del valor presente neto (VPN), se utiliza una tasa de descuento anual del 8 %, y un período de 27 años (2018/2045).
- Para el cálculo de los costos operativos, se considera un factor de utilización anual del 20%.

Este último valor se obtiene a partir del análisis de la información presentada en el Capítulo 2.3.2 del Informe N°2, en base al análisis del panel de Olor y Sabor en planta según se explica a continuación.

En Gráfico 5-1 y Gráfico 5-2 se observa la comparación de paneles de sabor y olor y de dosificación de carbón activado en polvo (CAP) con el caudal de escurrimiento en Fray Marcos. Se percibe una relación entre los resultados de paneles mayor a 4⁷ con la dosificación de CAP en Aguas Corrientes. En base a esto, se estima una frecuencia anual de utilización de tecnologías avanzadas de tratamiento (Ozono o GAC) para combatir la presencia de metabolitos de olor y sabor.



⁷ Relacionado con calidades de agua inferiores a: “Podría aceptar esta agua como mi agua de beber de todos los días”

Gráfico 5-1: Comparación de paneles de sabor y olor con caudal en estación Fray Marcos

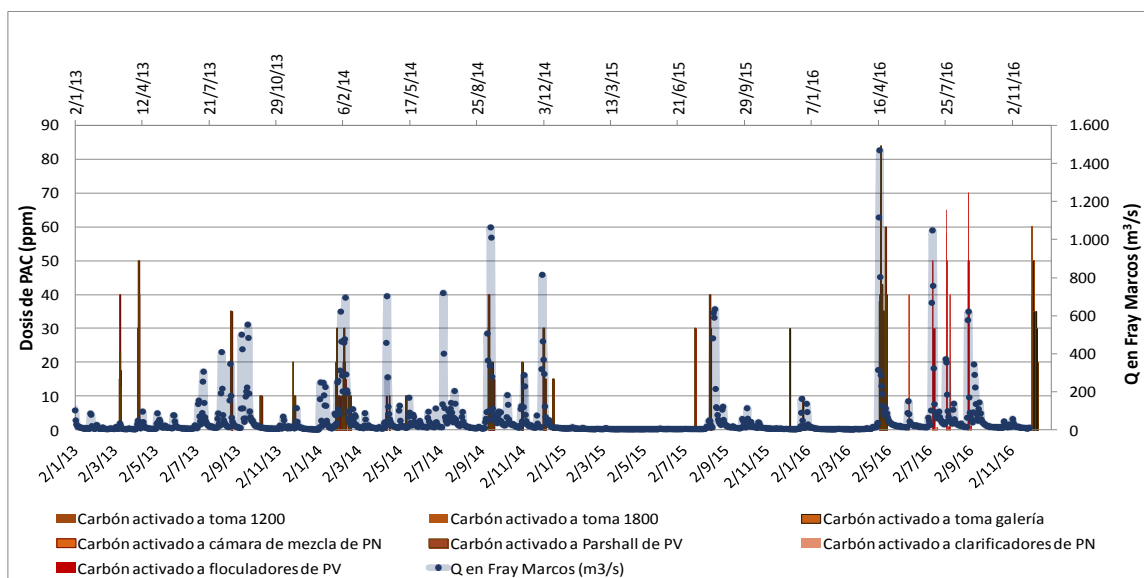


Gráfico 5-2: Comparación de dosificación de PAC con caudal en estación Fray Marcos

En la Tabla 5-1 se presenta la ocurrencia anual de episodios de sabor y olor asociados a valores de paneles mayor a 4. A partir de esto se calcula un porcentaje anual de ocurrencia de estos episodios, obteniéndose un máximo para el año 2014 un 18%.

Año	N° días con resultado en paneles > 4	% Anual
2014	66	18%
2015	20	5%
2016	25	7%

Tabla 5-1: Porcentaje anual de ocurrencia de episodios de sabor y olor

Se presenta a continuación un resumen con el VPN del monto de los costos operativos variables diferenciables a nivel de la cuenca del Río Santa Lucía:

Acciones en la cuenca	VPN OPEX (MU\$D)
Acciones generales de control de nutrientes (Plan de Acciones GOB-MVOTMA-OSE)	N/A
Acciones de control hidráulico de flujos mínimos (embalse Campanero)	1,6
Embalse Aº Casupá	6,1
Acondicionamiento Embalse Aº Canelón Grande para emergencia (canal derivado)	0,4
Tubería conducción agua bruta Emb. Paso Severino - Aguas Corrientes	11,8
Red de monitoreo de calidad de agua para alerta temprana	0,1

Tabla 5-2: Proyección de costos operativos variables por alternativa a nivel de cuenca.

Se presenta a continuación un resumen con el VPN del monto de los costos operativos variables diferenciables a nivel de planta potabilizadora de Aguas Corrientes:

Acciones en Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes	VPN OPEX (MU\$D)
Rehabilitación y ampliación PTAP de Aguas Corrientes	1,5
Alternativa 1: Pre-oxidación Cl/ClO ₃ + filtración GAC	27,6
Alternativa 2a: Inter-oxidación con ozono + BAF	31,1
Alternativa 2b: Pre-oxidación con ozono + BAF (*)	38,4
Alternativa 1': Pre-oxidación Cl/ClO ₃ + filtración GAC (**)	14,0
Alternativa 2': Inter-oxidación con ozono + BAF (**)	14,1

Tabla 5-3: Proyección de costos operativos variables por alternativa a nivel de Planta Potabilizadora.

(*): Posición Pre-oxidación en Planta Sur e Inter-oxidación en Planta Nueva.

(**): La intervención indicada aplica parcialmente al caudal total de potabilización, siendo el restante aplicado a la planta existente suministrado como fuente de agua la obtenida a partir de la conducción de Paso Severino - Aguas Corrientes.

En el Anexo 9.1 se presenta el cálculo detallado para cada caso.

5.2. Estimación de Costos de Inversión (CAPEX)

El análisis se basó en los planos de anteproyecto, y los rubros principales surgen de las variantes planteadas en la descripción de alternativas.

Desde el punto de vista de la composición de costos, se han manejado:

- Laudos vigentes de mano de obra.
- Información de proveedores de materiales de construcción y de equipos y maquinaria de obra.
- Precios de mercado de construcción de obras civiles, tomados sobre la base de licitaciones de obras similares.
- Costos por montaje de equipos e instalaciones de potencia.
- Precios de equipos electromecánicos, solicitados a representantes de plaza y al exterior.
- Una asignación a los imponderables de 15% considerando que se trabaja en un diseño gráfico a nivel de anteproyecto.

Respecto al último punto, en el Anexo 9.4 se presentan las cotizaciones recibidas.

Para los rubros analizados se ha seguido un procedimiento de cálculo de costos directos de obra y luego se ha aplicado un factor de transferencia a precios de venta, discriminando según se trate de obras y suministros. El mismo incluye costos financieros, gastos administrativos e indirectos, imprevistos y utilidades. Se han utilizado los siguientes factores:

- OBRAS CIVILES: 1,35
- SUMINISTROS: 1,28

Finalmente el precio final de la inversión se integra con el impuesto al valor agregado (IVA) y aporte de Leyes Sociales.

Se presenta a continuación un resumen con el monto de inversión de las actuaciones consideradas a nivel de cuenca:

Acciones en la cuenca	Monto Total CAPEX (U\$D)
Acciones generales de control de nutrientes (Plan de Acciones GOB-MVOTMA-OSE)	N/A
Acciones de control hidráulico de flujos mínimos (embalse Campanero)	14,8
Embalse Aº Casupá	57,1
Acondicionamiento Embalse Aº Canelón Grande para emergencia (canal derivado)	8,8
Tubería conducción agua bruta Emb. Paso Severino - Aguas Corrientes	128,2
Red de monitoreo de calidad de agua para alerta temprana	0,8

Tabla 5-4: Monto de inversión asociado a cada alternativa a nivel de Cuenca.

Se presenta a continuación un resumen con el monto de inversión de las actuaciones consideradas a nivel de planta potabilizadora:

Acciones en Planta	Monto Total CAPEX (U\$D)
Obra de captación N° 4	7,7
Rehabilitación y ampliación PTAP Aguas Corrientes	27,9
Alternativa 1: Pre-oxidación Cl/ClO ₂ + filtración GAC	102,9
Alternativa 2a: Inter-oxidación O ₃ + BAF	81,9
Alternativa 2b: Pre-oxidación O ₃ + BAF	83,9

Tabla 5-5: Monto de inversión asociado a cada alternativa a nivel de planta potabilizadora.

En el Anexo 9.2 se presenta el detalle de cálculo en detalle de esta información.

A continuación, en Tabla 5-6 a Tabla 5-9, se resumen los costos asociados a la inversión y operación de las distintas combinaciones.

A)	<u>Acciones en la cuenca:</u>	Costos Inversión CAPEX (U\$D)	VPN Costos O&M OPEX (U\$D)	<u>Combinación de alternativas</u> <u>N°</u>				
				1	2	3	4	5
A.1	Acciones generales de control de nutrientes (Plan de Acciones GOB-MVOTMA-OSE)	N/A	N/A	1	1	1	1	1
A.2	Acciones de control hidráulico de flujos mínimos (embalse Campanero)	14.806.000	1.585.000	1	1		1	
A.3	Embalse Aº Casupá	57.127.000	6.114.000	1	1	1	1	1
A.4	Acondicionamiento Embalse Aº Canelón Grande para emergencia (canal derivado)	8.835.000	442.000	2	2		2	
A.5	Tubería conducción agua bruta Emb. Paso Severino - Aguas Corrientes	128.177.000	11.780.000			2		2
A.6	Red de monitoreo de calidad de agua para alerta temprana	840.000	72.000	1	1	1	1	1
Subtotal Costos Inversión CAPEX de Acciones en Cuenca (MM U\$D)				81.6	81.6	186.1	81.6	186.1
Subtotal VPN Costos O&M OPEX Acciones en Cuenca (MM U\$D)				8.2	8.2	17.9	8.2	17.9

Tabla 5-6: Costos de inversión CAPEX y operación OPEX, de las distintas combinaciones, asociados a Acciones en la Cuenca

B)	<u>Acciones en Planta de Aguas Corrientes</u>	Costos Inversión CAPEX (U\$D)	VPN Costos O&M OPEX (U\$D)	<u>Combinación de alternativas</u> <u>N°</u>				
				1	2	3	4	5
B.1	<u>Acciones de rehabilitación, ampliación y mejora de corto plazo:</u>							
B.1.1	Obra de captación N°4	7.716.500	N/A	1	1	1	1	1
B.1.2, B.1.3, B.1.4, B.1.5	Ampliación, rehabilitación y mejora en Planta AACC (PAC, unidades sedimentación sur, conversión filtros arena y antracita, ampliación estación de bombeo)	27.887.000	1.542.000	1	1	1	1	1
B.1.6	Estudios en Planta Piloto aplicables a opciones de mediano plazo	600.000	N/A	1	1	1	1	1
Subtotal Costos de Inversión CAPEX de Acciones en Planta, Corto Plazo (MM U\$D)				36.2	36.2	36.2	36.2	36.2
Subtotal VPN Costos O&M OPEX, Acciones en Planta, Corto Plazo (MM U\$D)				1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabla 5-7: Costos de inversión CAPEX y operación OPEX de las distintas combinaciones, asociados a acciones en la Planta a Corto Plazo

B)	<u>Acciones en Planta de Aguas Corrientes</u>	Costos Inversión CAPEX (U\$D)	VPN Costos O&M OPEX (U\$D)	<u>Combinación de alternativas N°</u>				
				1	2	3	4	5
B.2	<u>Acciones de rehabilitación, ampliación y mejora de mediano plazo:</u>							
B.2.1	Alternativa de control de MO y metabolitos objetables con Ozono + BAF							
B.2.1.1, B.2.1.3	Alternativa 2 (B): Incorporación de preozonización y BAF en planta existente (capacidad 600.000 m³/d) + Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono con BAF integrados (300.000 m³/d)	83.867.000	38.369.000		2 ; 3			
B.2.1.2, B.2.1.3	Alternativa 2 (A): Incorporación de interozonización y BAF en planta existente (capacidad 600.000 m³/d) + Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono con BAF integrados (300.000 m³/d)	81.997.000	31.051.000	2 ; 3				
B.2.1.3	Alternativa 2 (A) para conducción Paso Severino- Aguas Corrientes: Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono con BAF integrados (300.000 m³/d)	49.013.000	14.139.000			2 ; 3		
B.2.2	Alternativa de control de MO y metabolitos objetables con GAC							
B.2.2.1, B.2.2.2, B.2.2.3	Alternativa 1: Construcción de nuevo módulo de clarificación lamella (150.000 m³/d) + Construcción de batería GAC aguas abajo de filtros existentes (50%) + Construcción de batería GAC aguas abajo de filtros existentes (50% restante)	102.923.000	27.591.000				2 ; 3	
B.2.2.1, B.2.2.2	Alternativa 1 para conducción Paso Severino - Aguas Corrientes: Construcción de nuevo módulo de clarificación lamella (150.000 m³/d) + Construcción de batería GAC aguas abajo de filtros existentes (50%)	60.955.000	13.989.000					2 ; 3
Subtotal Inversión CAPEX, Acciones en Planta, Mediano Plazo (MM U\$D)				82.0	83.9	49.0	102.9	61.0
Subtotal VPN Costos O&M OPEX, Acciones en Planta, mediano plazo (MM U\$D)				31.1	38.4	14.1	27.6	14.0

Tabla 5-8: Monto de inversión y operación de las distintas combinaciones, asociados a acciones en la Planta a Mediano Plazo

	Combinación de alternativas N°				
	1	2	3	4	5
Total Inversión Combinación (MM U\$D)	199.8	201.7	271.4	220.7	283.3
Total VPN O&M Combinación (MM U\$D)	40.8	48.1	33.6	37.3	33.5
Total Inversión + VPN O&M Combinación (MM U\$D)	240.6	249.8	305.0	258.0	316.8

Tabla 5-9: Monto total de inversión y operación de las distintas combinaciones

6. PRESENTACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

6.1. Definición de criterios de aptitud y calificación para comparación de alternativas

A continuación se presenta la definición de los criterios Funcionales, Económicos y Ambientales de calificación para la evaluación de las distintas combinaciones de alternativas planteadas en la matriz:

Criterios Funcionales:

1. Complejidad Operativa:

Complejidad operativa y de mantenimiento de las instalaciones.

2. Robustez del Sistema de Tratamiento:

Robustez de los procesos para alcanzar los resultados funcionales objetivo.

3. Flexibilidad Operativa:

Flexibilidad para adaptarse a las condiciones de la operación básicas actuales de la Planta.

4. Beneficios en la Calidad del Agua:

Beneficios generados en la Calidad del Agua como impacto de la implementación de la solución.

5. Complejidad de Implementación:

Adaptabilidad de la solución a las condiciones actuales y futuras del servicio.

Para cada factor se define un rango de puntuación (positiva o negativa según corresponda por ejemplo entre +2 y -2, la ventaja del signo es la facilidad de comprensión de positivo y negativo).

VALOR	PUNTUACIÓN
-2	Desventajas serias
-1	Algunas desventajas significativas
0	Neutra (Con algunos problemas pero manejable)
1	Algunas ventajas
2	Ventajas significativas

Tabla 6-1: Valoración de criterios funcionales

Para la valoración complexiva funcional se procede a la suma aritmética de los factores asignados, adoptándose un valor normalizado de 100 para la puntuación máxima de +10 puntos (resulta de asignar +2 a cada factor). El valor relativo normalizado en base

100 para cada combinación, resultará entonces de trasladar la escala de puntuación - 10 a +10 a una escala 0 a 100, realizando una interpolación lineal.

Criterios Económicos:

- a) Costo de Inversión y Operación

Valor Presente Neto (VPN) del flujo de fondos de inversión, de operación y mantenimiento de cada combinación de alternativas para el período involucrado en el estudio.

Se procederá a ordenar la combinación de alternativas asignando un valor 100 a la de menor VPN, y se establecerá una proporcionalidad para asignar los puntajes a las restantes combinaciones.

Criterios Ambientales:

De acuerdo a criterios y metodología establecidos por la DINAMA, para la valoración de la afectación ambiental de las actuaciones que conforman cada combinación de alternativas para esta componente, se han tenido en cuenta los siguientes factores susceptibles potencialmente de sufrir impacto:

- a) Agua superficial
- b) Agua subterránea
- c) Aire
- d) Suelo
- e) Geomorfología
- f) Fauna
- g) Vegetación
- h) Biodiversidad
- i) Empleo
- j) Paisaje
- k) Patrimonio cultural
- l) Demanda de servicios

El grado de impacto sobre cada una de las variables anteriores se evalúa de acuerdo a la siguiente escala de valores:

VALOR	GRADO DE AFECCIÓN
-3	Negativo, muy significativo
-2	Negativo, significativo
-1	Negativo, poco significativo
0	Neutro
1	Positivo, poco significativo
2	Positivo, significativo
3	Positivo, muy significativo

Tabla 6-2: Valoración de criterios ambientales

Para la valoración complexiva ambiental se procede a la suma aritmética de los factores asignados, adoptándose un valor normalizado de 100 para la puntuación máxima de +36 puntos (resulta de asignar +3 a cada factor). Además se asigna un valor de 50 para la alternativa neutra.

Se procederá en estas circunstancias a valorar cada uno de los factores para cada solución, considerando afectaciones durante el período de construcción y posterior operación y a sumar en forma aritmética el puntaje asignado a cada factor para cada uno de los períodos señalados. Se determinará luego un factor compuesto resultante de asignar un peso 20% a la suma asociada al período de construcción y un 80% a la correspondiente a la fase de operación.

Se tendrá entonces finalmente una puntuación base 100 para los factores ambientales.

Calificación complexiva de alternativas

A los efectos de la valoración integrada de la calificación funcionales, económica y ambiental asociadas a cada configuración se propone generar un indicador complexivo que pondere cada uno de los puntajes base 100 obtenidos anteriormente, con la siguiente ponderación:

$$\text{Puntaje Final} = \text{PF} \times \text{Puntaje Funcional} + \text{PA} \times \text{Puntaje Ambiental} + \text{PE} \times \text{Puntaje Económico}.$$

Para la aplicación de dicha formulación se proponen los siguientes pesos:

- Peso aplicable al Puntaje Funcional (PF): 0,40
- Peso aplicable al Puntaje Ambiental (PA): 0,20
- Peso aplicable al Puntaje Económico (PE): 0,40

6.2. Aplicación de criterios de aptitud y calificación para comparación de alternativas

Se expone a continuación los resultados de la aplicación de los criterios para comparación de alternativas.

Las combinaciones a evaluar son las siguientes:

- **Combinación 1:** Inter-oxidación con ozono + BAF
- **Combinación 2:** Pre-oxidación con ozono + BAF
- **Combinación 3:** Inter-oxidación con ozono aplicada solamente a la planta proyectada para 1/3 de la demanda final + conducción desde Paso Severino hasta Aguas Corrientes.
- **Combinación 4:** Pre-oxidación con Cloro o Dióxido de Cloro y aplicación de filtros GAC.
- **Combinación 5:** Pre-oxidación con Cloro o Dióxido de Cloro y aplicación de filtros GAC + Conducción desde Paso Severino hasta Aguas Corrientes.

Cabe destacar que para las siguientes evaluaciones, las combinaciones incluyen las obras a ser consideradas en Cuenca y Planta.

Como fue explicado en el Capítulo 4, mediante la matriz de selección de alternativas, para las combinaciones N° 3 y 5, las cuales presentan la alternativa de conducción Paso Severino – Aguas Corrientes, en las obras referidas a la cuenca, se consideran como innecesarias la tubería de Canelón Grande – Aguas Corrientes y el embalse sobre el arroyo Campanero.

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos.

Evaluación funcional

FACTOR/ ALTERNATIVA	Factor de Peso	Combinación N°				
		1	2	3	4	5
Complejidad Operativa	0,2	-1	-1	-2	0	-1
Robustez del Sistema de Tratamiento	0,2	2	2	1	2	0
Flexibilidad Operativa	0,2	2	2	2	1	1
Beneficios en la Calidad del Agua	0,2	2	2	1	1	1
Complejidad de Implementación	0,2	-1	-1	-2	-1	-2
Total	100%	4	4	0	3	-1
Valoración en base 100		70	70	50	65	45

Tabla 6-3: Aplicación de evaluación funcional para selección de combinaciones de alternativas

Evaluación económica

	<u>Combinación N°</u>				
	1	2	3	4	5
Costos Totales de Inversión CAPEX (U\$D)	199.808.500	201.678.500	271.360.500	220.734.500	283.302.500
VPN Costos O&M OPEX (U\$D)	40.813.000	48.124.000	33.647.000	37.346.000	33.497.000
CAPEX + VPN O&M (U\$D)	240.621.500	249.802.500	305.007.500	258.080.500	316.799.500

Comparación relativa base 100	100	96	79	93	76
--------------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Tabla 6-4: Aplicación de evaluación económica para selección de combinaciones de alternativas

Evaluación ambiental

FACTOR/ALTERNATIVA	<u>Situación: Obra</u>				
	<u>Combinación N°</u>				
	1	2	3	4	5
Agua superficial	0	0	-1	0	-1
Agua subterránea	0	0	-1	0	-1
Aire	-2	-2	-3	-1	-2
Suelo	0	0	-3	0	-3
Geomorfología	0	0	-1	0	-1
Fauna	-1	-1	-2	-1	-2
Vegetación	-1	-1	-3	-1	-3
Biodiversidad	0	0	-3	0	-3
Empleo	3	3	3	2	2
Paisaje	-1	-1	-1	-1	-1
Patrimonio Cultural	0	0	0	0	0
Demanda de servicios	1	1	1	1	1
Total	-1	-1	-14	-1	-14

Tabla 6-5: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas.
Situación: Obra

FACTOR/ALTERNATIVA	Situación: Operación				
	Combinación N°				
	1	2	3	4	5
Agua superficial	0	0	-1	0	-1
Agua subterránea	0	0	0	0	0
Aire	-2	-2	-2	-1	-1
Suelo	0	0	0	0	0
Geomorfología	0	0	0	0	0
Fauna	0	0	0	0	0
Vegetación	0	0	0	0	0
Biodiversidad	0	0	0	0	0
Empleo	3	3	3	1	1
Paisaje	-2	-2	-2	-2	-2
Patrimonio Cultural	0	0	0	0	0
Demanda de servicios	2	2	2	1	1
Total	1	1	0	-1	-2

Tabla 6-6: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas.
Situación: Operación

Combinación	Obra	Operación	Ponderación	Valoración en base 100
1	-1	1	0,60	51
2	-1	1	0,60	51
3	-14	0	-2,80	46
4	-1	-1	-1,00	49
5	-14	-2	-4,40	44

Tabla 6-7: Aplicación de evaluación ambiental para selección de combinaciones de alternativas.
Valoración en base 100

Evaluación complexiva

Para el caso de la evaluación final complexiva, fueron considerados los siguientes pesos:

- Peso aplicable al Puntaje Funcional (PF): 0,40

- Peso aplicable al Puntaje Ambiental (PA): 0,20
- Peso aplicable al Puntaje Económico (PE): 0,40

	Factor de Peso	Combinación N°				
		1	2	3	4	5
Valoración Funcional	0,40	70	70	50	65	45
Valoración Económica	0,40	100	96	79	93	76
Valoración Ambiental	0,20	51	51	46	49	44
Valoración multicriterio	100%	78	77	61	73	57

Tabla 6-8: Aplicación de evaluación complexiva para selección de combinaciones de alternativas.

Como se observa en la Tabla 6-8, el orden de las combinaciones, de más a menos eficiente según valoración económica, funcional y ambiental es el siguiente:

- 1) **Combinación 1 (78%)**: Inter-oxidación con ozono + BAF
- 2) **Combinación 2 (76%)**: Pre-oxidación con ozono + BAF
- 3) **Combinación 4 (74%)**: Pre-oxidación con Cloro o Dióxido de Cloro y aplicación de filtros GAC.
- 4) **Combinación 3 (61%)**: Inter-oxidación con ozono aplicada solamente a la planta proyectada para 1/3 de la demanda final + Conducción desde Paso Severino hasta Aguas Corrientes.
- 5) **Combinación 5 (57%)**: Pre-oxidación con Cloro o Dióxido de Cloro y aplicación de filtros GAC + Conducción desde Paso Severino hasta Aguas Corrientes.

6.3. Selección de combinaciones de alternativas

Según las calificaciones de la Tabla 6-8, se observa una clara diferencia entre las puntuaciones asociados a las combinaciones 3 y 5 comparadas con las restantes. Estas combinaciones implican la ejecución de la conducción de Paso Severino hasta Aguas Corrientes, como fuente opcional de agua bruta, prescindiendo del uso de Ozono + BAF o GAC en la Planta actual de Aguas Corrientes.

Además de las diferencias de valoraciones, estas opciones presentan la inseguridad del beneficio de contar con la fuente de agua bruta de Paso Severino respecto a la actual, ya que como se observa en el Gráfico 6-1, actualmente la calidad de agua en Paso Severino es muy semejante a la del río Santa Lucía en la toma actual de Aguas Corrientes.

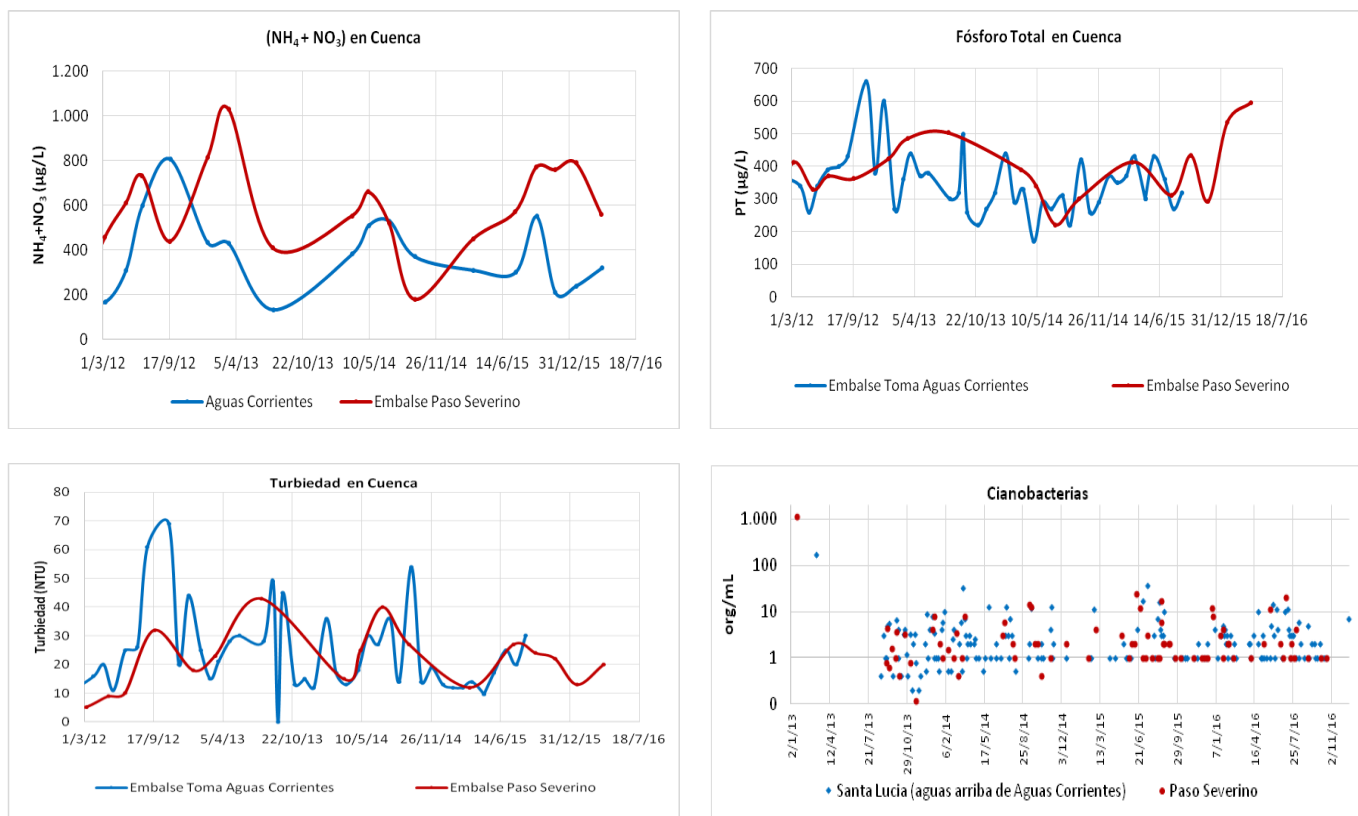


Gráfico 6-1: Parámetros de interés asociados a Paso Severino y embalse de Aguas Corrientes

Las combinaciones 1, 2 y 4 se llevan menos de 5% de diferencia entre sí, pudiendo determinarse cualquiera de las tres como combinación factible.

Sin embargo, se puede observar en Tabla 5-5 la diferencia del monto de inversión de la alternativa de Pre-oxidación con Cl/Cl₂ + aplicación de filtros GAC (caso de Combinación 4) respecto a las otras dos que utilizan ozono (pertenecientes a combinaciones 1 y 2).

Esta diferencia de costos de inversión es de aproximadamente 20 millones de dólares a favor de la alternativa en base a ozono. Además, las alternativas 1 y 2 cuentan con la seguridad de contar con una nueva planta de floculación-sedimentación-filtración (+ozono + BAF) para 1/3 de la demanda futura. Esto asegura flexibilidad y robustez en el tratamiento en caso de condiciones de deterioro de agua bruta.

Debido a lo anteriormente mencionado, se entiende que las dos combinaciones más recomendables son, en ese orden:

- Combinación 1: Inter-oxidación con ozono + BAF
- Combinación 2: Pre-oxidación con ozono + BAF

Como fue discutido en el Capítulo 3.2.2.7, la opción de utilizar el ozono en posición de inter-oxidación tiene la principal ventaja de poder contar con la disminución de NOM en los procesos convencionales previos de coagulación-sedimentación-filtración, capaces además de remover el 90% de las cianobacterias (observado en Tabla 3-6). Esto permite una utilización de ozono más eficiente, enfocada al control de metabolitos de Olor y Sabor.

Considerando las destacadas ventajas presentes en la utilización del ozono en ubicación intermedia respecto a pre-oxidación, se determina como opción seleccionada: **Combinación 1: Inter-oxidación con ozono + BAF.**

A continuación se lista en forma resumida el conjunto de acciones que involucran a la combinación de acciones seleccionada:

1. Acciones generales de control de Nutrientes

A partir del episodio crítico de presencia de metabolitos de olor y sabor de marzo del año 2013; DINAMA se encuentra gestionando 11 medidas de control de vertidos sobre el Santa Lucía, mediante las cuales se pretende disminuir el porte de contaminantes a este curso de agua.

2. Embalse en Arroyo Campanero

Se propone la ejecución de un Embalse en el Arroyo Campanero (cuenca alta del Santa Lucía), a los efectos de lograr un flujo mínimo que garantice las condiciones de no eutricidad a lo largo del cauce principal de la cuenca del río Santa Lucía Grande.

3. Embalse en Arroyo Casupá

Represa de 15 metros de altura sobre el arroyo Casupá que almacenaría 100 hm³, interceptando una cuenca de 685 km². Al igual que en el Caso del Arroyo Campanero, el objetivo de esta acción es a los efectos del control de flujos de base a la cuenca del río Santa Lucía Grande.

4. Conducciones Embalse Arroyo Canelón Grande - Aguas Corrientes

Esta acción constituye la construcción de las obras necesarias para generar una toma de agua alternativa para la planta de Aguas Corrientes con agua bruta proveniente del Arroyo Canelón Grande, así como también generar la posibilidad de desvío de este curso hacia aguas debajo de la planta Potabilizadora en períodos de bajos caudales de flujo.

5. Red de Monitoreo de Calidad de Agua para Alerta Temprana

Se propone la implementación de 6 estaciones de monitoreo continuo ubicadas estratégicamente en el curso del río Santa Lucía y sus afluentes, con el fin de identificar

posibles deterioros de calidad del agua bruta y poder actuar de manera temprana en la planta.

6. Obra de Captación N°4 en Planta Aguas Corrientes

Construcción de la cuarta obra de toma de la planta, compuesta por canal de toma, estación de bombeo, conducciones hacia estación de Bombeo de Vapor y Planta Sur, y cámara de mezcla de Sedimentadores Convencionales.

7. Ampliación, habilitación y mejora del sistema de dosificación CAP en Planta Aguas Corrientes

Adecuación de las instalaciones de dosificación de CAP, básicamente actuando sobre los elementos relativos al contacto a través de la instalación de nuevos depósitos de agitación y contacto del producto, previendo tiempos mínimos de contacto de 30 min.

8. Rehabilitación de las unidades de sedimentación de Planta Sur en Planta Aguas Corrientes

Acciones de rehabilitación y mejora tendientes a incrementar el tiempo de retención hidráulico en floculación e independizar los floculadores de las Unidades N° 4 y 5 respecto al resto de los sedimentadores. Esto último, con el objetivo principal de facilitar las tareas de limpieza y extracción de lodo de las unidades N° 3 y 6 mejorando la calidad del líquido clarificado.

9. Rehabilitación de las unidades de filtración batería Norte en Planta Aguas Corrientes

Acciones de rehabilitación y mejora con el propósito de incrementar la capacidad de las unidades, mejorar el procedimiento de lavado (solución a problemas de distribución de agua e incorporación de aire) e incrementar la calidad del agua filtrada.

10. Incorporación de inter-ozonización y BAF en módulos de tratamiento existentes

Ejecución de instalaciones de inter-ozonización (posterior a sedimentación y previo a filtración) y biofiltración sumado a la batería disponible actualmente en planta para el tratamiento aplicado de contaminantes específicos: materia orgánica, metabolitos generadores de Olor y Sabor, Hierro y Manganeso, Cianotoxinas y DBPs.

11. Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono + BAF integrados

Comprende la ejecución de un nuevo tren completo de tratamiento para los procesos de coagulación, floculación, sedimentación laminar, inter-oxidación con ozono y biofiltración en mando de GAC. La capacidad de esta unidad será de 12.900 m³/h, equivalente a 1/3 de la capacidad total requerida a fin de período.

7. DEFINICIÓN DE ETAPABILIDAD Y RECOMENDACIÓN DE FORMATO DE EJECUCIÓN

En la Tabla 7-1 se define la etapabilidad de inversiones para la opción seleccionada, estimada en un período de inversión de 10 años.

		Monto de Inversión (M U\$D)	Monto de Inversión (%)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<u>Acciones a Nivel de Cuenca</u>												
1,1	Construcción de Embalse Campanero	14,8	7%				50%	50%					
1,2	Construcción de Embalse Casupá	57,1	29%	33%	33%	33%							
1,3	Conducción Embalse Canelón Grande - Aguas Corrientes	8,8	4%			100%							
1,4	Red de Monitoreo de Calidad de Agua para Alertas Tempranas	0,84	0%	100%									
		81,5											
2	<u>Acciones a Nivel de Planta Potabilizadora</u>												
2,1	Obra de captación N°4	7,7	4%	50%	50%								
2,2	Ampliación, rehabilitación y mejora sistema de CAP	11,8	6%		100%								
2,3	Rehabilitación de unidades de sedimentación Planta Sur	2,1	1%			20%	40%	40%					
2,4	Rehabilitación de unidades de filtración batería Planta Norte	11,3	6%			20%	40%	40%					
2,5	Estudios en planta piloto aplicables a opciones de mediano plazo	0,6	0%	100%									
2,6	Ampliación de bombeo de agua potable	2,6	1%					100%					
2,7	Incorporación de inter-ozonización y BAF en planta existente	32,3	16%					50%	50%				
2,8	Construcción de nuevo módulo de tratamiento con Ozono + BAF	49,7	25%									50%	50%
	Total Planta Potabilizadora	118,1											
	Inversión Anual (M U\$D/año)	199,7	100%	24,3	34,7	30,5	12,8	31,5	16,2	0	0	24,9	24,9
	Inversión Acumulada (M U\$D)			24,3	59	89,5	102	134	150	150	150	175	200
	Avance Total (%)			12%	30%	45%	51%	67%	75%	75%	75%	88%	100%

Tabla 7-1: Cronograma de etapabilidad de inversiones

Se destacan dos grandes grupos de acciones: a nivel de Cuenca y a nivel de Planta Potabilizadora.

En lo que respecta a las acciones a realizar en la Cuenca, se considera importante y factible de realizar la red de monitoreo de calidad de agua para alertas tempranas durante el primer año. Además, en este momento se encuentra en fase de proyecto ejecutivo la obra del embalse en el arroyo Casupá, por lo que se estima una inversión para su ejecución comenzando el año próximo durante 2 años más.

Se prevé la construcción del embalse en el arroyo Campanero luego de finalizada la obra en Casupá, pudiendo evaluar su incidencia en calidad y cantidad de agua mediante la red de monitoreo. A su vez, se planea la obra de conducción desde el embalse Canelón Grande hasta Aguas Corrientes en el último año de inversión en la presa Casupá. A través de esta obra se podrá by-pasear el Canelón Grande en condiciones de deterioro de este cuso o alternatively tomar agua bruta de éste en condiciones de caudal mínimo en el Santa Lucía.

A nivel de Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes, se plantea la ejecución de la obra de captación N°4 en el 2018, también actualmente en fase de proyecto ejecutivo. Su inversión se consideró repartida en partes iguales hasta el 2019. También en el primer año se realizarán los estudios en planta piloto, de primordial importancia para evaluar la efectividad de los procesos propuestos y determinar sus parámetros de diseño y costos de inversión y operativos asociados.

Se plantea para el segundo año la ampliación, rehabilitación y mejora del actual sistema de Carbón Activado en Polvo, con la construcción de los tanques de contacto.

Luego de terminadas las obras anteriores, se realizará la rehabilitación de las unidades de sedimentación de Planta Sur y las de la batería de filtración de Planta Norte, estimadas un 20% de la inversión durante la etapa de proyecto en el 2020 y el otro 80% divididos equitativamente entre los siguientes dos años.

Al culminar las obras anteriores, se plantea la ampliación de bombeo de agua potable, y la incorporación de inter-ozonización y BAF en planta existente. Se dejarán dos años de evaluación de estas intervenciones, para en el 2026 comenzar con la construcción del nuevo módulo de tratamiento de floculación-sedimentación laminar-biofiltración, con inter-oxidación mediante ozono.

En el gráfico siguiente se observa el flujo de inversiones anuales en MM U\$S.

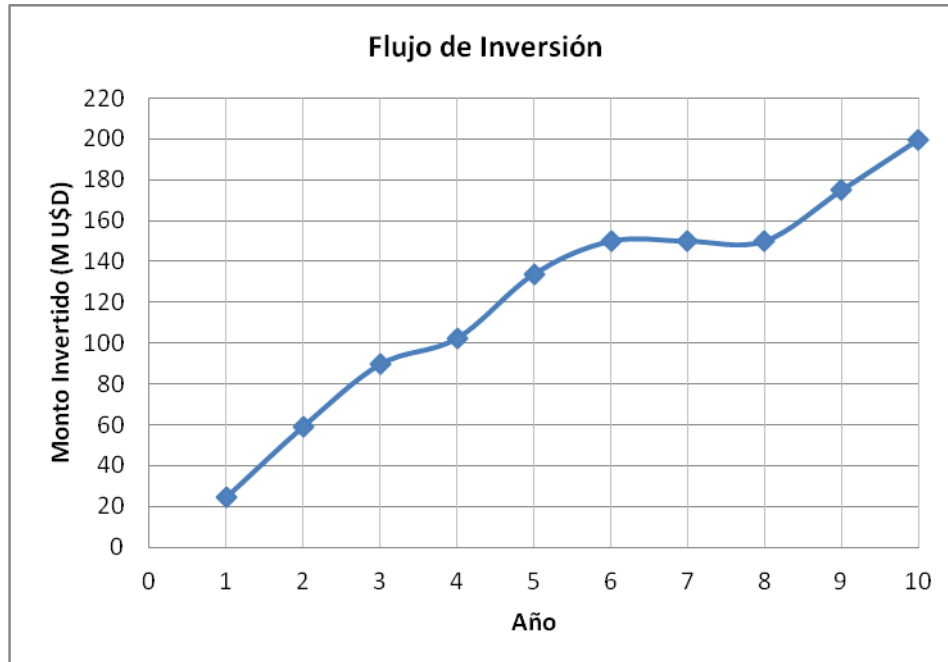


Gráfico 7-1: Flujo de inversiones anuales

8. CONCLUSIONES

El Estudio ha permitido analizar antecedentes y seleccionar la mejor alternativa a nivel de acciones en Cuenca del río Santa Lucía y correctivas en Planta Potabilizadora de Aguas Corrientes, ésto es, validar la mejor estrategia que permita abastecer con agua potable el Sistema Metropolitano de Montevideo en forma segura y eficiente.

Se ha considerado el uso de mejores prácticas disponibles a nivel mundial, y en base a consideraciones objetivas, se ha procedido a prediseñar un plan de acciones a nivel de Cuenca y Planta, que satisface objetivos y resulta de un análisis comparativo basado en criterios objetivos económicos, funcionales y ambientales.

Se considera este Estudio, ejecutado a nivel de Factibilidad, como un paso inicial, en el proceso de desarrollo del Plan de Acción, que conlleva siguientes instancias ampliatorias y confirmatorias de estudios a nivel básico y ejecutivo, incluyendo especialmente estudios a nivel de Planta Piloto, y que progresivamente permitirán confirmar acciones de implementación de instalaciones físicas y gestión operativa de las mismas.

Se destaca finalmente haber alcanzado en un contexto de trabajo fermental conjunto con el Equipo Técnico contraparte de OSE, el diseño de una estrategia y secuencia de intervenciones propuestas, que guardan una secuencia lógica, con fundamentos objetivos y que ha procurado conjugar el mejor aprovechamiento de instalaciones existentes, incorporando a la vez las mejores técnicas y prácticas disponibles a nivel internacional, garantía que permite asegurar con razonable seguridad el objetivo general del Estudio.

9. ANEXO

9.1. Costos Operativos

9.1.1. Conducción Paso Severino - Aguas Corrientes

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Bombas elevadoras de agua bruta	3	1200	3600	100%	86400
					86.400,0
Factor de utilización anual	20% %				
Energía consumida anualmente	6.307.200 kWh x año				
Precio de la energía	0,14 U\$D / kWh				
Consumo anual de energía	883.008,0 U\$D/año				
OPEX Anual Total	883.008,0 U\$D/año				
OPEX Anual Total (IVA inc)	1.077.269,8 U\$D/año				
	13,1 U\$D/1000 m ³				
VPN al 2045	11,8 M U\$D				

9.1.2. PTAP de Aguas Corrientes Rehabilitada (Costo Diferencial)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Agitadores en cont CAP Planta Norte	4	3,7	14,8	100%	355,2
Agitadores en cont CAP Planta Sur	16	2,2	35,2	100%	844,8
Floculadores mec de Planta Sur	12	3	36	100%	864
Soplante de filtros en Planta Norte	1	55	55	15%	198
					2.262,0
Factor de utilización anual	100% %				
Energía consumida anualmente	825.630,0 kWh x año				
Precio de la energía	0,14 U\$D / kWh				
Consumo anual de energía	115.588,2 U\$D/año				
OPEX Anual Total	115.588,2 U\$D/año				
OPEX Anual Total (IVA inc)	141.017,6 U\$D/año				
	0,3 U\$D/1000 m ³				
VPN al 2045	1,5 M U\$D				

9.1.3. Alternativa 1: Pre-oxidación + GAC (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Floculadores mec en Floccodcantador	4	2,2	8,8	100%	211,2
Equipos de Dos de Químicos	4	3,7	14,8	100%	355,2
Bombas elevadoras de agua filtrada	3	200	600	100%	14.400,0
Bombas elevadoras de lav de filtros	2	93	186	33%	1473,1
					16.439,5
Factor de utilización anual equipos	100%	%			
Factor de utilización anual GAC	20%	%			
Energía consumida anualmente	6.000.424,8	kWh x año			
Precio de la energía	0,14	U\$D / kWh			
Consumo anual de energía	840.059,5	U\$D/año			
<u>Consumo de Material CAG</u>					
Volumen de CAG	6.550	m ³			
Tasa de reposición	25%	%/año	Funcionando como CAG		
Reposición anual	328	m ³ /año			
Densidad	1.500	kg/m ³			
Precio de CAG	2,5	U\$D/kg			
Consumo anual de CAG	1.228.125,0	U\$D/año			
OPEX Anual Total	2.068.184,5	U\$D/año			
OPEX Anual Total (IVA inc)	2.523.185,1	U\$D/año			
	6,1	U\$D/1000 m ³			
VPN al 2045	27,6	M U\$D			

9.1.4. Alternativa 2A: Inter-oxidación con ozono + BAF (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Floculadores mec en Planta Nueva	40	2,2	88	100%	2112
Bombas de lav de filtros Planta Nueva	1	110	110	15%	396
Soplante de lav de filtros en Planta Nu	1	55	55	15%	198
Bombas elevadoras a Contactor	2	160	320	100%	7680
Equipos de dosificación de químicos	4	3,7	14,8	100%	355,2
Equipos de generación de ozono	5	473,6	2368	100%	56832
					67.573,2
Factor de utilización anual equipos	100%	%			
Factor de utilización anual ozono y GA	20%	%			
Energía consumida anualmente	5.826.714,0	kWh x año			
Precio de la energía	0,14	USD / kWh			
Consumo anual de energía	815.740,0	USD/año			
<u>Consumo de Oxígeno</u>					
Caudal de producción	926.000	m³/d			
Dosis de ozono	7,0	mg/l			
Consumo diario de ozono	6.482	kg/d			
Consumo específico de oxígeno	10,0	m³ O2/kg O3			
Consumo vol diario de oxígeno (CN)	64.820,0	Nm3/d			
Consumo vol diario de oxígeno (CP)	75,3	Nm3/d			
Densidad de oxígeno líquido	1.141,0	kg/m3			
Consumo másico diario de ox líq	85.899,7	kg/d			
Precio de Oxígeno Líquido	0,22	USD/kg			
	1.379.548,8	USD/año			
<u>Consumo de Material CAG</u>					
Volumen de CAG	1770	m³			
Tasa de reposición	10%	%/año	Funcionando como Biofiltros		
Reposición anual	35,4	m³/año			
Densidad	1500	kg/m3			
Precio de CAG	2,5	USD/kg			
Consumo anual de CAG	132.750,0	USD/año			
OPEX Anual Total	2.328.038,7	USD/año			
OPEX Anual Total (IVA inc)	2.840.207,3	USD/año			
	34,4	USD/1000 m³			
VPN al 2045	31,1	M USD			

9.1.5. Alternativa 2B: Pre-oxidación con ozono + BAF (Sin conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Floculadores mec en Planta Nueva	40	2,2	88	100%	2112
Bombas de lav de filtros Planta Nueva	1	110	110	15%	396
Soplante de lav de filtros en Planta Nu	1	55	55	15%	198
Equipos de dosificación de químicos	4	3,7	14,8	100%	355,2
Equipos de generación de ozono	7	473,6	3315,2	100%	79564,8
					82.626,0
Factor de utilización anual equipos	100%	%			
Factor de utilización anual ozono y GA	20%	%			
Energía consumida anualmente	6.925.568,40	kWh x año			
Precio de la energía	0,14	U\$D / kWh			
Consumo anual de energía	969.579,6	U\$D/año			
<u>Consumo de Oxígeno</u>					
Caudal de producción	926.000	m ³ /d			
Dosis de ozono	9,0	mg/l	Eq a 7 mg/l para 1/3Q y 10 mg/l a 2/3Q		
Consumo diario de ozono	8334	kg/d			
Consumo específico de oxígeno	10,0	m ³ O ₂ /kg O ₃			
Consumo vol diario de oxígeno (CN)	83.340,0	Nm ³ /d			
Consumo vol diario de oxígeno (CP)	96,8	Nm ³ /d			
Densidad de oxígeno líquido	1.141,0	kg/m ³			
Consumo másico diario de ox líq	110.442,4	kg/d			
Precio de Oxígeno Líquido	0,22	U\$D/kg			
	1.773.705,6	U\$D/año			
<u>Consumo de Material CAG</u>					
Volumen de CAG	1.770	m ³			
Tasa de reposición	10%	%/año	Funcionando como Biofiltros		
Reposición anual	35,4	m ³ /año			
Densidad	1.500	kg/m ³			
Precio de CAG	2,5	U\$D/kg			
Consumo anual de CAG	132.750,0	U\$D/año			
OPEX Anual Total	2.876.035,1	U\$D/año			
OPEX Anual Total (IVA inc)	3.508.762,9	U\$D/año			
	42,5	U\$D/1000 m ³			
VPN al 2045	38,4	M U\$D			

9.1.6. Alternativa 1: Pre-oxidación + GAC (con conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Floculadores mec en Flocodecantador	4	2,2	8,8	100%	211,2
Equipos de Dosificación de Químicos	4	3,7	14,8	100%	355,2
Bombas elevadoras de agua filtrada	2	200	300	100%	7200,0
Bombas elevadoras de lav de filtros	1	93	93	33%	736,6
					8.503,0
Factor de utilización anual equipos	100%	%			
Factor de utilización anual	20%	%			
Energía consumida anualmente	3.103.580,4	kWh x año			
Precio de la energía	0,14	U\$D / kWh			
Consumo anual de energía	434.501,3	U\$D/año			
<u>Consumo de Material CAG</u>					
Volumen de CAG	3275	m ³			
Tasa de reposición	25%	%/año	Funcionando como CAG		
Reposición anual	163,75	m ³ /año			
Densidad	1500	kg/m ³			
Precio de CAG	2,5	U\$D/kg			
Consumo anual de CAG	614.062,5	U\$D/año			
OPEX Anual Total	1.048.563,8	U\$D/año			
OPEX Anual Total (IVA inc)	1.279.247,8	U\$D/año			
	15,5	U\$D/1000 m ³			
VPN al 2045	14,0	M U\$D			

9.1.7. Alternativa 2: Inter-oxidación con ozono + BAF (con conducción Paso Severino - Aguas Corrientes)

<u>Consumo de Energía</u>					
Equipo	Equipos Operativos	Potencia u (kW)	Potencia tot (kW)	Factor de Uso (%)	Energía Media (kWh x día)
Floculadores mec en Planta Nueva	40	2,2	88	100%	2112
Bombas de lav de filtros Planta Nueva	1	110	110	15%	396
Soplante de lav de filtros en Planta Nu	1	55	55	15%	198
Bombas elevadoras a Contactor	2	160	320	100%	7680
Equipos de dosificación de químicos	4	3,7	14,8	100%	355,2
Equipos de generación de ozono	2	473,6	947,2	100%	22732,8
					33.474,0
Factor de utilización anual equipos	100%	%			
Factor de utilización anual ozono y GA	20%	%			
Energía consumida anualmente	3.337.472,4	kWh x año			
Precio de la energía	0,14	U\$D / kWh			
Consumo anual de energía	467.246,1	U\$D/año			
<u>Consumo de Oxígeno</u>					
Caudal de producción	308.667	m³/d	1/3 del total		
Dosis de ozono	7,0	mg/l			
Consumo diario de ozono	2160,7	kg/d			
Consumo específico de oxígeno	10,0	m³ O2/kg O3			
Consumo vol diario de oxígeno (CN)	21.606,7	Nm3/d			
Consumo vol diario de oxígeno (CP)	25,1	Nm3/d			
Densidad de oxígeno líquido	1.141,0	kg/m3			
Consumo másico diario de ox líq	28.633,2	kg/d			
Precio de Oxígeno Líquido	0,22	U\$D/kg			
	459.849,6	U\$D/año			
<u>Consumo de Material CAG</u>					
Volumen de CAG	1.770	m³			
Tasa de reposición	10%	%/año	Funcionando como Biofiltros		
Reposición anual	35,4	m³/año			
Densidad	1.500	kg/m3			
Precio de CAG	2,5	U\$D/kg			
Consumo anual de CAG	132.750,0	U\$D/año			
OPEX Anual Total	1.059.845,7	U\$D/año			
OPEX Anual Total (IVA inc)	1.293.011,8	U\$D/año			
	15,7	U\$D/1000 m³			
VPN al 2045	14,1	M U\$D			

9.2. Monto Estimado de Inversión

9.2.1. Actuaciones en Cuenca

9.2.1.1. Presa "El Campanero"

Rubrado - Presa El Campanero	Un	Metraje	Precio unitario (USD)	P Total (USD)
Presa				
Excavación en tierra a depósito	m3	20.000	7	140.000
Excavación en tierra a terraplén	m3	30.000	10	300.000
Excavación en roca a terraplén	m3	20.000	50	1.000.000
Aporte de material para presa	m3	35.000	25	875.000
Vertedero				
Excavación en tierra a terraplén	m3	37.500	10	375.000
Excavación en roca a terraplén	m3	37.500	50	1.875.000
Vertedero hormigón	m	150	4.000	600.000
Obras accesorias				
Inyección estabilizadora e imp	Gl	1	250.000	250.000
Obras transitorias y accesorias	Gl	1	1.000.000	1.000.000
Caminos y servicios	Gl	1	500.000	500.000
Oficinas, locales	m2	200	2.000	400.000
Obra de toma	Gl	1	350.000	350.000
Subtotal				7.665.000
Varios e imprevistos	%	25%	7.665.000	1.916.250
Proyecto y dirección de obra	%	12%	7.665.000	919.800
Total				10.501.050
Leyes sociales	Gl	1	1.365.137	1.365.137
IVA	%	0,22	10.501.050	2.310.231
Expropiaciones	ha	350	1.800	630.000
Monto total de la inversión				14.806.418

9.2.1.2. Presa Casupá

Rubrado - Presa Casupá	Un	Metraje	Precio Unitario (U\$D)	Precio Total (U\$D)
Presa				
Excavación en tierra	m3	25,900	10	259,000
Excavación en roca	m3	11,700	50	585,000
Enrocado o terraplén	m2	204,840	40	8,193,600
Vertedero				
Excavación en tierra	m3	15,000	10	150,000
Excavación en roca	m3	192,560	50	9,628,000
Vertedero hormigón	m	210	4,000	840,000
Obras accesorias				
Obras desvío	Gl	1	250,000	250,000
Inyección estabilizadora e imp.	m	2,170	130	282,100
Ataguías y desagotes	m	710	1,300	923,000
Caminos y servicios	Gl	1	500,000	500,000
Oficinas, locales	m2	200	2,000	400,000
Obra de toma	Gl	1	350,000	350,000
Subtotal				22,360,700
Varios e imprevistos	%	20%	22,360,700	4,472,140
Proyecto y dirección de obra	%	12%	22,360,700	2,683,284
Total				29,516,124
Leyes sociales	Gl	1	3,837,096	3,837,096
IVA	%	0	29,516,124	6,493,547
Expropiaciones	há	3,600	4,800	17,280,000
Monto total				57,126,767

9.2.1.3. *Conducción Canelón Grande - Aguas Corrientes*

C Gde - AACC - Estimación de costos de construcción, D = 2m, 1 tubería			Unidades	Metraje	Precio Unitario	Precio total
Presa de hormigón de 45m de longitud, cota de coronamiento 4.5m incluyen			Gl	1	1,000,000	1000000
Expropiaciones, servidumbre, etc			Gl	1	300,000	300,000
Suministro y colocación de tuberías D = 2m			m	1800	1,600	2,880,000
Obras de toma			Gl	1	300,000	300,000
Obras de conexión en AACC			Gl	1	300,000	300,000
Bypass diámetro 1200mm			m	800	700	560,000
Obras accesorias por interferencias			Gl	1	300,000	300,000
Subtotal						4,640,000
Otras obras accesorias			%	10%	4,640,000	464,000
Imprevistos			%	20%	4,640,000	928,000
Proyecto y DO			%	10%	4,640,000	464,000
Total						6,496,000
IVA			%	22%	6,496,000	1,429,120
Leyes sociales	14%	6,496,000	%	0	6,496,000	909,440
Total						8,834,560

9.2.1.4. Conducción Paso Severino - Aguas Corrientes

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1					5.057.775,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	3.563.000	3.563.000,0	4.810.050,0	4.810.050	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	500,0	2,0	1.000,0	2,7	1.350	
	Replanteo	gl	1,0	15.000	15.000,0	20.250,0	20.250	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,00	33.750,0	33.750	
2	Estación de Bombeo de Agua Bruta	gl	1					4.176.305,40
	Excavación local de sala de bombas	m3	2.800,0	8,0	22.400,0	10,8	30.240,0	
	Local de sala de bombas y tableros	m2	350,0	750,0	262.500,0	1.012,5	354.375,0	
	Subestación eléctrica	m2	200,0	750,0	150.000,0	1.012,5	202.500,0	
	Suministro de Bombas Elevadoras de Carcasa Partida (H = 50 mca , Q = 2500 l/s)	un	4,0	500.000,0	2.000.000,0	675.000,0	2.700.000,0	
	Tuberías de Succión AC Ø 1500 mm	m	20,0	1.240,0	24.800,0	1.587,2	31.744,0	
	Tuberías de Impulsión AC Ø 1200 mm	m	20,0	994,0	19.880,0	1.272,3	25.446,4	
	Accesorios (Válvulas, piezas especiales, etc.)	gl	1,0	650.000,0	650.000,0	832.000,0	832.000,0	
3	Tubería de Conducción Paso Severino - Aguas Corrientes	gl	1					68.981.487,50
	Suministro de tubería PEAD DN 2000 mm	m	35.000,0	1.564,0	54.740.000,0	1.564,0	54.740.000,0	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Colocación tubería DN 2000 mm	m	35.000,0	250,0	8.750.000,0	337,5	11.812.500,0	
	Cruce de Cuerpos de Agua	un	2,0	1.000,0	2.000,0	1.350,0	2.700,0	
	Obras de Protección Antiariete	gl	1,0	1.587.250,0	1.587.250,0	2.142.787,5	2.142.787,5	
	Expropiación faja de servidumbre	Ha	35,0	6.000,0	210.000,0	8.100,0	283.500,0	
4	Obras Eléctricas y de Control	gl	1					9.236.542,05
	Eléctrica y control	gl	1,0	6.841.883,00	6.841.883,0	9.236.542,1	9.236.542	
5	Montajes mecánicos	gl	1					1.160.725,52
	Montaje	gl	1,0	859.796,69	859.796,7	1.160.725,5	1.160.726	
6	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						13.291.925,32
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								101.905.000,00

IVA (U\$D)	22.419.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)	5.207.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)	3.853.000,00

TOTAL INVERSIÓN (U\$D)	128.177.000,00
-------------------------------	-----------------------

9.2.2. Actuaciones en Planta Potabilizadora

9.2.2.1. Ampliación y Rehabilitación

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1					1.594.350,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	745.500	745.500,0	1.006.425,0	1.006.425	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	4.100,0	2,00	8.200,0	2,7	11.070	
	Replanteo	gl	1,0	15.000	15.000,0	20.250,0	20.250	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	2.040,0	120,00	244.800,0	162,0	330.480	
2	Unidad Norte de contacto de Carbón Activado en Polvo (PAC)	gl	1					2.523.493,17
	Excavación Contactor Norte	m3	377,0	8,00	3.015,93	10,80	4.072	
	<i>Hormigón Armado Contactor Norte</i>							
	Hormigón losas de fondo	m3	207,3	600,00	124.407,07	810,00	167.950	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	28,7	850,00	24.393,68	1.147,50	32.931	
	Suministro y Coloración de Placas en Acero Vitrificado	m2	1.049,3	730,00	765.983,12	985,50	1.034.077	
	<i>Cámara de derivación</i>							
	Excavación	m3	9,0	8,00	72,00	10,80	97	
	Hormigón losas de fondo	m3	5,4	600,00	3.240,00	810,00	4.374	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón paredes / tabiques	m3	20,4	850,00	17.326,40	1.147,50	23.391	
	Compuerta mural 1500x1500mm	un	2,0	22.000,00	44.000,00	28.160,00	56.320	
	Tubería de entrada/salida a Contactor Norte AC 1500 mm	m	148,0	1.240,00	183.520,00	1.587,20	234.906	
	Tee AC 1500 mm	un	2,0	20.000,00	40.000,00	25.600,00	51.200	
	Codo 90 AC 1500 mm	un	4,0	13.700,00	54.800,00	17.536,00	70.144	
	Pasamuro AC 1500mm	un	2,0	14.500,00	29.000,00	18.560	37.120	
	Reducción 1500/1200mm	un	4,0	13.000,00	52.000,00	16.640	66.560	
	Pasamuro AC 1200mm	un	4,0	10.200,00	40.800,00	13.056	52.224	
	Válvula mariposa DN 1200 mm	un	4,0	120.000,00	480.000,00	153.600,00	614.400	
	Agitadores mecánicos sumergibles	un	4,0	14.400,00	57.600,00	18.432,00	73.728	
3	Unidad Sur de contacto de Carbón Activado en Polvo (PAC)	gl	1					3.805.064,80
	Excavación Contactor Sur	m3	11.962,7	8,00	95.701,33	10,80	129.197	
	Hormigón losas de fondo	m3	897,2	600,00	538.320,00	810,00	726.732	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.521,1	850,00	1.292.906,67	1.147,50	1.745.424	
	Tubería de conducción hacia Contactor Sur AC 1500 mm	m	70,0	1.240,00	86.800,00	1.587,20	111.104	
	Válvula compuerta DN 1500 mm	un	4,0	150.000,00	600.000,00	192.000,00	768.000	
	Tee AC 1500 mm	un	2,0	20.000,00	40.000,00	25.600,00	51.200	
	Codo 90 AC 1500mm	un	8,0	13.700,00	109.600,00	17.536,00	140.288	
	Agitadores mecánicos de paleta de eje vertical	un	16,0	6.500,00	104.000,00	8.320,00	133.120	
4	Rehabilitación de Unidades de Sedimentación de Planta Sur	gl	1					1.155.014,50
	<i>Canal de Conducción de Agua Coagulada</i>							
	Demolición de canal existente	m3	158,0					
	Hormigón losas de fondo	m3	70,0	600,00	42.000,00	810,00	56.700	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	88,0	850,00	74.800,00	1.147,50	100.980	
	<i>Unidades de Sedimentación</i>							
	Suministro de Floculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 1/s	un	12,0	8.500,00	102.000,00	10.880,00	130.560	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Compuertas mural 2000x2000mm	un	4,0	29.000,00	116.000,00	37.120,00	148.480	
	Demolición de tabique y pantalla difusora	m3	100,0					
	Hormigón losas de soporte de floculadores	m3	29,7	600,00	17.820,00	810,00	24.057	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	605,0	850,00	514.250,00	1.147,50	694.238	
5	Rehabilitación y conversión de filtros de manto único en filtros bicapa de arena y antracita	gl	1					6.094.598,00
	Demolición Falso Fondo Wheeler y canales secundarios de recolección de lavado	m3	481,6					
	Hormigón en canales de recolección de agua de lavado de filtros	m3	93,6	850,00	79.560,00	1.147,50	107.406	
	Hormigón nuevo ducto de distribución	m3	668,0	850,00	567.800,00	1.147,50	766.530	
	Nuevo recubrimiento con mortero	m2	10.480,0	25,00	262.000,00	33,75	353.700	
	Losetas de falso fondo	m3	388,0	700,00	271.600,00	945,00	366.660	
	Boquilla en falso fondo	un	161.280,0	5,00	806.400,00	6,40	1.032.192	
	Soplador de Embolos Rotativos de Baja Presión (Q = 4400 m³/h; dP = 310 mbar)	un	2,0	29.100,00	58.200,00	37.248,00	74.496	
	Tubería de aire de lavado Acero Inoxidable DN 300 mm	m	1.130,0	350,00	395.500,00	448,00	506.240	
	Tubería de aire de lavado Acero Inoxidable DN 50 mm	m	5.604,0	25,00	140.100,00	32,00	179.328	
	Retiro Manto Filtrante	m3	3.880,0	10,00	38.800,00	13,50	52.380	
	Nuevo Manto Soporte de Grava	m3	624,0	170,00	106.080,00	229,50	143.208	
	Nuevo Manto Filtrante Arena	m3	936,0	155,00	145.080,00	209,25	195.858	
	Nuevo Manto Filtrante Antracita	m3	1.560,0	1.100,00	1.716.000,00	1.485,00	2.316.600	
6	Ampliación de Estación de Bombeo Sala Diesel	gl	1					1.411.040,00
	Excavación ampliación local de sala de bombas	m3	255,0	8,00	2.040,00	10,80	2.754	
	Local de sala de bombas y tableros	m2	300,0	750,00	225.000,00	1.012,50	303.750	
	Bombas Elevadoras de Carcasa Partida (Q = 3700 m³/h; H = 160 mca)	un	2,0	400.000,00	800.000,00	512.000,00	1.024.000	
	Tuberías de Succión AC Ø 800 mm	m	30,0	665,00	19.950,00	851,20	25.536	
	Válvula compuerta DN 800 mm	un	2,0	8.000,00	16.000,00	10.800,00	21.600	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Tuberías de Impulsión AC Ø 600 mm	m	10,0	500,00	5.000,00	640,00	6.400	
	Válvula compuerta DN 600 mm	un	2,0	4.500,00	9.000,00	6.075,00	12.150	
	Válvula de retención de clapeta DN 600 mm	un	2,0	5.500,00	11.000,00	7.425,00	14.850	
7	Obras Eléctricas y de Control	gl	1					1.529.477,94
	Eléctrica y control	gl	1,0	1.132.946,62	1.132.946,6	1.529.477,9	1.529.478	
8	Montajes mecánicos	gl	1					459.459,00
	Montaje	gl	1,0	340.340,00	340.340,0	459.459,0	459.459	
9	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						2.785.874,61
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								21.358.000,00

IVA (U\$D)	4.699.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)	2.473.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)	1.830.000,00

TOTAL INVERSIÓN (U\$D)	27.887.000,00
-------------------------------	----------------------

9.2.2.2. Alternativa 1 - Pré-oxidación con Cl/ClO₂ + Filtración GAC

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1,00					4.207.410,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	2.845.500	2.845.500,0	3.841.425,0	3.841.425	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	10.500,0	2,00	21.000,0	2,7	28.350	
	Replanteo	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	480,0	120,00	57.600,0	162,0	77.760	
2	Ampliación Sector Clarificación de Planta Norte	gl	1,00					4.645.535,78
	<i>Conducción Hacia Unidad</i>							
	Tubería de conducción hacia floccodecantadores GAC AC 1200 mm	m	450,0	995,00	447.750,00	1.274	573.120	
	<i>Unidad de Proceso</i>							
	Suministro de Floculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 l/s	un	4,0	6.500,00	26.000,00	8.320,00	33.280	
	Hormigón losas de fondo	m3	510,0	600,00	306.000,00	810,00	413.100	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.340,0	850,00	1.139.000,00	1.147,50	1.537.650	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón parshall de entrada	m3	145,0	850,00	123.250,00	1.147,50	166.388	
	Placas de Hormigón Prefabricado en Floculadores de Primera Etapa	m3	99,8	700,00	69.854,40	945,00	94.303	
	Placas de Hormigón Prefabricado en Floculadores de Segunda Etapa	m3	117,6	700,00	82.328,40	945,00	111.143	
	Módulos de sedimentación laminar	m3	1.498,0	350,00	524.300,00	448	671.104	
	Tubería PRFV Ø 800 mm	m	216,0	280,00	60.480,00	358	77.414	
	Tubería PRFV Ø 600 mm	m	288,0	170,00	48.960,00	218	62.669	
	Tubería PRFV Ø 450 mm	m	216,0	110,00	23.760,00	141	30.413	
	Tubería de PVC Ø 315 mm	m	720,0	75,00	54.000,00	96	69.120	
	Tolvas de acumulación y extracción de lodo	m2	1.498,0	100,00	149.800,00	128	191.744	
	Manifold de extracción de lodo en FD Ø 400 mm	gl	1,0	200.000,00	200.000,00	256.000	256.000	
	<i>Conducciones de Salida</i>							
	Hormigón losas de fondo	m3	180,0	600,00	108.000,00	810,00	145.800	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	185,0	850,00	157.250,00	1.147,50	212.288	
3	Estación Elevadora de Agua Filtrada/Canales de Entrada y Salida	gl	1,00					3.224.219,60
	Bombas propeller de eje horizontal (Q=12.900 m3/h; H=4,2 mca)	un	4,0	168.750,00	675.000,00	216.000	864.000	
	Bombas de turbina vertical de lavado de filtros a tanque (Q=1350 m3/h; H=14 mca)	un	3,0	76.950,00	230.850,00	98.496	295.488	
	Tubería de conducción hacia filtros GAC AC 1600 mm	m	70,0	1.320,00	92.400,00	1.690	118.272	
	Tee AC DN 1600 mm	un	4,0	2.000,00	8.000,00	2.560	10.240	
	Junta de desmontaje DN 1600 mm	un	4,0	30.000,00	120.000,00	38.400	153.600	
	Codo 90° DN 1600 mm	un	4,0	14.500,00	58.000,00	18.560	74.240	
	Válvulas de retención de clapeta DN 1600 mm	un	4,0	85.000,00	340.000,00	108.800	435.200	
	Excavación	m3	5.862,0	8,00	46.896,00	10,80	63.310	
	Demolición en tanque existente	m3	17,0	200,00	3.400,00	270,00	4.590	
	Hormigón losas de fondo	m3	399,6	600,00	239.760,00	810,00	323.676	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón paredes / tabiques	m3	439,2	850,00	373.320,00	1.147,50	503.982	
	Hormigón losas de techo	m3	399,6	700,00	279.720,00	945,00	377.622	
4	Batería de filtros GAC	gl	1,00					50.804.423,55
	<i>Unidades de Filtración</i>							
	Excavación	m3	25.197,0	8,00	201.576,00	10,80	272.128	
	Hormigón losas de fondo	m3	2.664,0	600,00	1.598.400,00	810,00	2.157.840	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	4.174,0	850,00	3.547.900,00	1.147,50	4.789.665	
	Hormigón losas de techo	m3	1.000,0	700,00	700.000,00	945,00	945.000	
	Losetas de falso fondo	m3	468,0	700,00	327.600,00	945,00	442.260	
	Boquilla en falso fondo	un	163.840,0	5,00	819.200,00	6,40	1.048.576	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	780,0	155,00	120.900,00	209,25	163.215	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	6.552,0	3.750,00	24.570.000,00	5.063	33.169.500	
	Válvula mariposa on-off de entrada a filtros DN 700 mm	un	20,0	12.000,00	240.000,00	15.360	307.200	
	Válvula mariposa modulante de salida a filtros DN 800 mm	un	20,0	16.500,00	330.000,00	21.120	422.400	
	Válvula mariposa on-off de entrada de agua de lavado a filtros DN 1000 mm	un	20,0	26.000,00	520.000,00	33.280	665.600	
	Compuerta on-off de salida de agua de lavado 1000 x 1000 mm	un	20,0	17.500,00	350.000,00	22.400	448.000	
	Suministro de tubería de entrada AC DN 700 mm	ml	30,0	580,00	17.400,00	742	22.272	
	Junta de desmontaje DN 700 mm	un	20,0	3.200,00	64.000,00	4.096	81.920	
	Pasamuro DN 700 mm	un	40,0	5.150,00	206.000,00	6.592	263.680	
	Codo 90° AC DN 800 mm	un	20,0	8.540,00	170.800,00	10.931	218.624	
	Pasamuro AC DN 800 mm	un	20,0	6.420,00	128.400,00	8.218	164.352	
	Suministro de tubería de lavado AC 1000 mm	ml	108,0	10.000,00	1.080.000,00	12.800	1.382.400	
	Creucetas AC DN 1000 mm	un	10,0	19.600,00	196.000,00	25.088	250.880	
	Tee AC DN 1000/800mm	un	10,0	14.700,00	147.000,00	18.816	188.160	
	Pasamuro AC DN 1000 mm	un	21,0	9.800,00	205.800,00	12.544	263.424	
	Codo 90 AC DN 1000 mm	un	1,0	10.000,00	10.000,00	12.800	12.800	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Suministro de tubería de salida de lavado PRFV DN 1200 mm	ml	220,0	700,00	154.000,00	896	197.120	
	<i>Depósito de Lavado/Galería</i>							
	Hormigón losas de fondo	m3	379,6	600,00	227.772,00	810,00	307.492	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	259,7	850,00	220.779,00	1.147,50	298.052	
	Hormigón losas de techo	m3	379,6	700,00	265.734,00	945,00	358.741	
	Suministro de tubería de subida AC DN 800 mm	ml	25,0	8.540,00	213.500,00	10.931	273.280	
	Y AC DN 600/800 mm	un	3,0	9.630,00	28.890,00	12.326	36.979	
	Junta de desmontaje DN 600 mm	un	3,0	2.600,00	7.800,00	3.328	9.984	
	Válvula Compuerta DN 600 mm	un	3,0	4.500,00	13.500,00	5.760	17.280	
	Válvula de Retención de Clapeta DN 600 mm	un	3,0	20.000,00	60.000,00	25.600	76.800	
	Suministro de tubería de bajada AC 1000 mm	ml	121,0	10.000,00	1.210.000,00	12.800	1.548.800	
5	Obras Eléctricas y de Control	gl	1,00					5.932.039,02
	Eléctrica y control	gl	1,00	4.394.102,98	4.394.103,0	5.932.039,0	5.932.039	
6	Montajes mecánicos	gl	1,00					1.966.552,99
	Montaje	gl	1,00	1.456.705,92	1.456.705,9	1.966.553,0	1.966.553	
7	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						10.617.027,14
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								81.397.000,00

IVA (U\$D)	17.907.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)	4.890.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)	3.619.000,00

TOTAL INVERSIÓN (U\$D)	102.923.000,00
-------------------------------	-----------------------

9.2.2.3. Alternativa 2A - Inter-oxidación con Ozono + Biofiltración

Rubro	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1,00					3.392.685,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	2.233.000,00	2.233.000,0	3.014.550,0	3.014.550	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	15.000,0	2,00	30.000,0	2,7	40.500	
	Replanteo	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	480,0	120,00	57.600,0	162,0	77.760	
2	Nuevo módulo de potabilización + Oxidación Ozono	gl	1,00					22.507.308,20
	Tubería de entrada de agua bruta al módulo AC DN 1200 mm	m	320,0	995,00	318.400,00	1.274	407.552	
	Válvula compuerta DN 1200 mm	un	2,0	18.000,00	36.000,00	23.040	46.080	
	Canal Parshall de Entrada							
	Hormigón losas de fondo	m3	9,6	600,00	5.760,00	810,00	7.776	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	38,0	850,00	32.300,00	1.147,50	43.605	
	Floculadores							
	Hormigón losas de fondo	m3	307,0	600,00	184.200,00	810,00	248.670	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	877,0	850,00	745.450,00	1.147,50	1.006.358	

Rubro	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón de losas y pasarelas	m3	93,3	600,00	55.980,00	810,00	75.573	
	Suministro de Floculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 1/s	un	40,0	6.500,00	260.000,00	8.320,00	332.800	
	Sedimentadores Laminares							
	Hormigón losas de fondo	m3	700,8	600,00	420.480,00	810,00	567.648	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	2.280,0	850,00	1.938.000,00	1.147,50	2.616.300	
	Módulos de sedimentación laminar	m3	2.520,0	350,00	882.000,00	448	1.128.960	
	Compuerta mural manual 700 x 700 mm - Salida Sedimentadores	un	20,0	7.500,00	150.000,00	9.600	192.000	
	Compuerta mural actuada 600 x 600 mm - Purga de Lodo Sedimentadores	un	20,0	10.000,00	200.000,00	12.800	256.000	
	Contactor de Ozono							
	Hormigón losas de fondo	m3	324,0	600,00	194.400,00	810,00	262.440	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	802,0	850,00	681.700,00	1.147,50	920.295	
	Hormigón en canales de colecta	m3	218,4	850,00	185.640,00	1.147,50	250.614	
	Hormigón en losa superior	m3	324,0	700,00	226.800,00	945,00	306.180	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	4.352,8	45,00	195.874,20	57,60	250.719	
	Unidades de Filtración							
	Hormigón losas de fondo	m3	403,0	600,00	241.800,00	810,00	326.430	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	920,0	850,00	782.000,00	1.147,50	1.055.700	
	Ductos de conducción en Hormigón	m3	253,0	850,00	215.050,00	1.147,50	290.318	
	Losetas de falso fondo	m3	270,0	700,00	189.000,00	945,00	255.150	
	Edificio y galería de filtros h= 10m	m2	917,0	750,00	687.750,00	1.013	928.463	
	Compuerta mural manual 500 x 500 mm - Entrada a Filtros	un	20,0	8.300,00	166.000,00	10.624	212.480	
	Boquilla en falso fondo	un	91.936,0	5,00	459.680,00	6,40	588.390	
	Manto filtrante de Arena	m3	442,0	155,00	68.510,00	198,40	87.693	
	Manto filtrante de Carbón Activado	m3	1.768,0	3.750,00	6.630.000,00	4.800	8.486.400	

Rubro	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Tubería de conducción de aire de lavado Acero Inoxidable DN 300 mm	m	120,0	350,00	42.000,00	448	53.760	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 300 mm	un	20,0	2.200,00	44.000,00	2.816	56.320	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 700 mm	m	140,0	580,00	81.200,00	742	103.936	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 700 mm	un	20,0	12.000,00	240.000,00	15.360	307.200	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 400 mm	m	20,0	340,00	6.800,00	435	8.704	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 400 mm	un	20,0	3.100,00	62.000,00	3.968	79.360	
	Tubería de vaciado de filtros DN 100 mm	un	20,0	90,00	1.800,00	115	2.304	
	Válvula mariposa wafer manual DN 100 mm	un	20,0	250,00	5.000,00	320	6.400	
	Soplador de Embolos Rotativos de Baja Presión (Q = 5000 m³/h; dP = 450 mbar)	un	2,0	29.100,00	58.200,00	37.248	74.496	
	Bombas propeller de eje horizontal - Lavado de Filtros (Q=4000 m³/h; H=7,0 mca)	un	2,0	59.967,00	119.934,00	76.758	153.516	
	Tubería de salida de agua potable AC DN 1800 mm	m	100,0	1.490,00	149.000,00	1.907	190.720	
3	Canales de conducción de agua sedimentada/oxidada	gl	1,00					1.438.561,32
	Excavación	m3	3.800,0	8,00	30.400,00	10,80	41.040	
	Hormigón losas de fondo	m3	190,0	600,00	114.000,00	810,00	153.900	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	635,0	850,00	539.750,00	1.147,50	728.663	
	Hormigón losas de techo	m3	380,0	700,00	266.000,00	945,00	359.100	
	Compuerta on-off de by-pass filtros existentes 1500 x 1500 mm	un	4,0	30.441,18	121.764,71	38.965	155.859	
4	Contactor de Ozono Planta Existente	gl	1,00					4.307.063,29
	Excavación	m3	19.840,0	8,00	158.720,00	10,80	214.272	
	Hormigón losas de fondo	m3	934,2	600,00	560.520,00	810,00	756.702	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.683,3	850,00	1.430.833,33	1.147,50	1.931.625	
	Hormigón losas de techo	m3	612,0	700,00	428.400,00	945,00	578.340	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	8.786,9	45,00	395.409,60	57,60	506.124	
5	Estación elevatoria de agua tratada a ozono y	gl	1,00					968.932,50

Rubro	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
biofiltración								
	Suministro de bombas propeller de eje horizontal (Q=12.900 m3/h; H=3,2 mca)	un	3,0	162.000,00	486.000,00	207.360	622.080	
	Suministro de tubería de conducción AC 1600 mm	m	50,0	1.320,00	66.000,00	1.690	84.480	
	Excavación	m3	660,0	8,00	5.280,00	10,80	7.128	
	Hormigón losas de fondo	m3	37,8	600,00	22.680,00	810,00	30.618	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	175,0	850,00	148.750,00	1.147,50	200.813	
	Hormigón losas de techo	m3	25,2	700,00	17.640,00	945,00	23.814	
6	Sala de equipos de generación de ozono	gl	1,00					7.504.140,00
	Local para la instalación de equipos	m2	600,0	750,00	450.000,00	1.012,50	607.500	
	Suministro de Equipos de Generación de Ozono	un	6,0	898.000,00	5.388.000,00	1.149.440	6.896.640	
7	Conversión de unidades de filtración en biofiltros con GAC	gl	1,00					8.676.164,25
	<i>Filtros Planta Norte (Manto único de Arena)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	3.880,0	10,00	38.800,00	12,80	49.664	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	389,6	155,00	60.394,20	198,40	77.305	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	1.168,9	3.750,00	4.383.450,00	4.800	5.610.816	
	<i>Filtros Planta Sur (Arena y Antracita)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	801,4	10,00	8.013,60	12,80	10.257	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	199,6	155,00	30.935,52	198,40	39.597	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	601,8	3.750,00	2.256.660,00	4.800	2.888.525	
8	Obras Eléctricas y de Control	gl	1,00					4.707.599,74
	Eléctrica y control	gl	1,00	3.487.110,92	3.487.110,9	4.707.599,7	4.707.600	
9	Montajes mecánicos	gl	1,00					2.113.100,16
	Montaje	gl	1,00	1.565.259,38	1.565.259,4	2.113.100,2	2.113.100	
10	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						8.342.333,17
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								63.958.000,00

Rubro	Descripción	Unidad	Cant	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
IVA (U\$D)								14.071.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)								5.362.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)								3.968.000,00
TOTAL INVERSIÓN (U\$D)								81.997.000,00

9.2.2.4. Alternativa 2B - Pre-oxidación con Ozono + Biofiltración

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1,00					3.392.685,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	2.233.000,00	2.233.000,0	3.014.550,0	3.014.550	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	15.000,0	2,00	30.000,0	2,7	40.500	
	Replanteo	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	480,0	120,00	57.600,0	162,0	77.760	
2	Nuevo módulo de potabilización + Oxidación Ozono	gl	1,00					22.507.308,20
	Tubería de entrada de agua bruta al módulo AC DN 1200 mm	m	320,0	995,00	318.400,00	1.274	407.552	
	Válvula compuerta DN 1200 mm	un	2,0	18.000,00	36.000,00	23.040	46.080	
	Canal Parshall de Entrada							
	Hormigón losas de fondo	m3	9,6	600,00	5.760,00	810,00	7.776	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	38,0	850,00	32.300,00	1.147,50	43.605	
	Floculadores							
	Hormigón losas de fondo	m3	307,0	600,00	184.200,00	810,00	248.670	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	877,0	850,00	745.450,00	1.147,50	1.006.358	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón de losas y pasarelas	m3	93,3	600,00	55.980,00	810,00	75.573	
	Suministro de Floculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 1/s	un	40,0	6.500,00	260.000,00	8.320,00	332.800	
	Sedimentadores Laminares							
	Hormigón losas de fondo	m3	700,8	600,00	420.480,00	810,00	567.648	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	2.280,0	850,00	1.938.000,00	1.147,50	2.616.300	
	Módulos de sedimentación laminar	m3	2.520,0	350,00	882.000,00	448	1.128.960	
	Compuerta mural manual 700 x 700 mm - Salida Sedimentadores	un	20,0	7.500,00	150.000,00	9.600	192.000	
	Compuerta mural actuada 600 x 600 mm - Purga de Lodo Sedimentadores	un	20,0	10.000,00	200.000,00	12.800	256.000	
	Contactor de Ozono							
	Hormigón losas de fondo	m3	324,0	600,00	194.400,00	810,00	262.440	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	802,0	850,00	681.700,00	1.147,50	920.295	
	Hormigón en canales de colecta	m3	218,4	850,00	185.640,00	1.147,50	250.614	
	Hormigón en losa superior	m3	324,0	700,00	226.800,00	945,00	306.180	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	4.352,8	45,00	195.874,20	57,60	250.719	
	Unidades de Filtración							
	Hormigón losas de fondo	m3	403,0	600,00	241.800,00	810,00	326.430	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	920,0	850,00	782.000,00	1.147,50	1.055.700	
	Ductos de conducción en Hormigón	m3	253,0	850,00	215.050,00	1.147,50	290.318	
	Losetas de falso fondo	m3	270,0	700,00	189.000,00	945,00	255.150	
	Edificio y galería de filtros h= 10m	m2	917,0	750,00	687.750,00	1.013	928.463	
	Compuerta mural manual 500 x 500 mm - Entrada a Filtros	un	20,0	8.300,00	166.000,00	10.624	212.480	
	Boquilla en falso fondo	un	91.936,0	5,00	459.680,00	6,40	588.390	
	Manto filtrante de Arena	m3	442,0	155,00	68.510,00	198,40	87.693	
	Manto filtrante de Carbón Activado	m3	1.768,0	3.750,00	6.630.000,00	4.800	8.486.400	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Tubería de conducción de aire de lavado Acero Inoxidable DN 300 mm	m	120,0	350,00	42.000,00	448	53.760	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 300 mm	un	20,0	2.200,00	44.000,00	2.816	56.320	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 700 mm	m	140,0	580,00	81.200,00	742	103.936	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 700 mm	un	20,0	12.000,00	240.000,00	15.360	307.200	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 400 mm	m	20,0	340,00	6.800,00	435	8.704	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 400 mm	un	20,0	3.100,00	62.000,00	3.968	79.360	
	Tubería de vaciado de filtros DN 100 mm	un	20,0	90,00	1.800,00	115	2.304	
	Válvula mariposa wafer manual DN 100 mm	un	20,0	250,00	5.000,00	320	6.400	
	Soplador de Embolos Rotativos de Baja Presión (Q = 5000 m³/h; dP = 450 mbar)	un	2,0	29.100,00	58.200,00	37.248	74.496	
	Bombas propeller de eje horizontal - Lavado de Filtros (Q=4000 m³/h; H=7,0 mca)	un	2,0	59.967,00	119.934,00	76.758	153.516	
	Tubería de salida de agua potable AC DN 1800 mm	m	100,0	1.490,00	149.000,00	1.907	190.720	
3	Tubería salida Nuevo Módulo hacia depósitos	gl	1,00					438.840,00
	Tubería salida DN 1800	m	180,0	2100,00	378.000,00	2.688	483.840	
4	Contactor de Ozono Planta Existente	gl	1,00					4.307.063,29
	Excavación	m3	19.840,0	8,00	158.720,00	10,80	214.272	
	Hormigón losas de fondo	m3	934,2	600,00	560.520,00	810,00	756.702	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.683,3	850,00	1.430.833,33	1.147,50	1.931.625	
	Hormigón losas de techo	m3	612,0	700,00	428.400,00	945,00	578.340	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	8.786,9	45,00	395.409,60	57,60	506.124	
5	Conducciones a Contactor Planta Norte y Sur	gl	1,00					634.880,00
	Tubería entrada y salida Contactor Sur	m	100,0	1.240,00	124.000,00	1.587	158.720	
	Válvula mripasa wafer DN 1500mm	un	4,0	52.000,00	208.000,00	66.560	266.240	
	Tubería entrada y salida Contactor Norte	m	150,0	1.240,00	186.000,00	1.587	238.080	
	Válvula mripasa wafer DN 1500mm	un	2,0	52.000,00	104.000,00	66.560	133.120	
6	Sala de equipos de generación de ozono	gl	1,00					9.803.020,00

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Local para la instalación de equipos	m2	600,0	750,00	450.000,00	1.012,50	607.500	
	Suministro de Equipos de Generación de Ozono	un	8,0	898.000,00	7.184.000,00	1.149.440	9.195.520	
7	Conversión de unidades de filtración en biofiltros con GAC	gl	1,00					8.676.164,25
	<i>Filtros Planta Norte (Manto único de Arena)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	3.880,0	10,00	38.800,00	12,80	49.664	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	389,6	155,00	60.394,20	198,40	77.305	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	1.168,9	3.750,00	4.383.450,00	4.800	5.610.816	
	<i>Filtros Planta Sur (Arena y Antracita)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	801,4	10,00	8.013,60	12,80	10.257	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	199,6	155,00	30.935,52	198,40	39.597	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	601,8	3.750,00	2.256.660,00	4.800	2.888.525	
8	Obras Eléctricas y de Control	gl	1,00					4.839.594,00
	Eléctrica y control	gl	1,00	3.584.884,4	3.584.884,4	4.839.594,0	4.839.594	
9	Montajes mecánicos	gl	1,00					2.340.352,80
	Montaje	gl	1,00	1.733.594,7	1.733.594,7	2.340.352,8	2.340.353	
10	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						8.571.928,13
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								65.718.000,00

IVA (U\$D)	14.458.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)	4.988.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)	3.691.000,00

TOTAL INVERSIÓN (U\$D)	83.867.000,00
-------------------------------	----------------------

9.2.2.5. Alternativa 1 - Pré-oxidación con Cl/CIO₂ + Filtración GAC + Conducción Paso Severino / Aguas Corrientes

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1/2					4.207.410,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	2.845.500	2.845.500,0	3.841.425,0	3.841.425	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	10.500,0	2,00	21.000,0	2,7	28.350	
	Replanteo	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	480,0	120,00	57.600,0	162,0	77.760	
2	Ampliación Sector Clarificación de Planta Norte	gl	1,00					4.645.535,78
	<i>Conducción Hacia Unidad</i>							
	Tubería de conducción hacia floccodecantadores GAC AC 1200 mm	m	450,0	995,00	447.750,00	1.274	573.120	
	<i>Unidad de Proceso</i>							
	Suministro de Flocculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 1/s	un	4,0	6.500,00	26.000,00	8.320,00	33.280	
	Hormigón losas de fondo	m3	510,0	600,00	306.000,00	810,00	413.100	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.340,0	850,00	1.139.000,00	1.147,50	1.537.650	
	Hormigón parshall de entrada	m3	145,0	850,00	123.250,00	1.147,50	166.388	
	Placas de Hormigón Prefabricado en Flocculadores de	m3	99,8	700,00	69.854,40	945,00	94.303	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Primera Etapa							
	Placas de Hormigón Prefabricado en Floculadores de Segunda Etapa	m3	117,6	700,00	82.328,40	945,00	111.143	
	Módulos de sedimentación laminar	m3	1.498,0	350,00	524.300,00	448	671.104	
	Tubería PRFV Ø 800 mm	m	216,0	280,00	60.480,00	358	77.414	
	Tubería PRFV Ø 600 mm	m	288,0	170,00	48.960,00	218	62.669	
	Tubería PRFV Ø 450 mm	m	216,0	110,00	23.760,00	141	30.413	
	Tubería de PVC Ø 315 mm	m	720,0	75,00	54.000,00	96	69.120	
	Tolvas de acumulación y extracción de lodo	m2	1.498,0	100,00	149.800,00	128	191.744	
	Manifold de extracción de lodo en FD Ø 400 mm	gl	1,0	200.000,00	200.000,00	256.000	256.000	
	<i>Conducciones de Salida</i>							
	Hormigón losas de fondo	m3	180,0	600,00	108.000,00	810,00	145.800	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	185,0	850,00	157.250,00	1.147,50	212.288	
3	Estación Elevadora de Agua Filtrada/Canales de Entrada y Salida	gl	1/2					1.612.109,80
	Bombas propeller de eje horizontal (Q=12.900 m3/h; H=4,2 mca)	un	4,0	168.750,00	675.000,00	216.000	864.000	
	Bombas de turbina vertical de lavado de filtros a tanque (Q=1350 m3/h; H=14 mca)	un	3,0	76.950,00	230.850,00	98.496	295.488	
	Tubería de conducción hacia filtros GAC AC 1600 mm	m	70,0	1.320,00	92.400,00	1.690	118.272	
	Tee AC DN 1600 mm	un	4,0	2.000,00	8.000,00	2.560	10.240	
	Junta de desmontaje DN 1600 mm	un	4,0	30.000,00	120.000,00	38.400	153.600	
	Codo 90° DN 1600 mm	un	4,0	14.500,00	58.000,00	18.560	74.240	
	Válvulas de retención de clapeta DN 1600 mm	un	4,0	85.000,00	340.000,00	108.800	435.200	
	Excavación	m3	5.862,0	8,00	46.896,00	10,80	63.310	
	Demolición en tanque existente	m3	17,0	200,00	3.400,00	270,00	4.590	
	Hormigón losas de fondo	m3	399,6	600,00	239.760,00	810,00	323.676	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	439,2	850,00	373.320,00	1.147,50	503.982	
	Hormigón losas de techo	m3	399,6	700,00	279.720,00	945,00	377.622	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
4	Batería de filtros GAC	gl	1/2					25.402.211,78
	<i>Unidades de Filtración</i>							
	Excavación	m3	25.197,0	8,00	201.576,00	10,80	272.128	
	Hormigón losas de fondo	m3	2.664,0	600,00	1.598.400,00	810,00	2.157.840	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	4.174,0	850,00	3.547.900,00	1.147,50	4.789.665	
	Hormigón losas de techo	m3	1.000,0	700,00	700.000,00	945,00	945.000	
	Loetas de falso fondo	m3	468,0	700,00	327.600,00	945,00	442.260	
	Boquilla en falso fondo	un	163.840,0	5,00	819.200,00	6,40	1.048.576	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	780,0	155,00	120.900,00	209,25	163.215	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	6.552,0	3.750,00	24.570.000,00	5.063	33.169.500	
	Válvula mariposa on-off de entrada a filtros DN 700 mm	un	20,0	12.000,00	240.000,00	15.360	307.200	
	Válvula mariposa modulante de salida a filtros DN 800 mm	un	20,0	16.500,00	330.000,00	21.120	422.400	
	Válvula mariposa on-off de entrada de agua de lavado a filtros DN 1000 mm	un	20,0	26.000,00	520.000,00	33.280	665.600	
	Compuerta on-off de salida de agua de lavado 1000 x 1000 mm	un	20,0	17.500,00	350.000,00	22.400	448.000	
	Suministro de tubería de entrada AC DN 700 mm	ml	30,0	580,00	17.400,00	742	22.272	
	Junta de desmontaje DN 700 mm	un	20,0	3.200,00	64.000,00	4.096	81.920	
	Pasamuro DN 700 mm	un	40,0	5.150,00	206.000,00	6.592	263.680	
	Codo 90° AC DN 800 mm	un	20,0	8.540,00	170.800,00	10.931	218.624	
	Pasamuro AC DN 800 mm	un	20,0	6.420,00	128.400,00	8.218	164.352	
	Suministro de tubería de lavado AC 1000 mm	ml	108,0	10.000,00	1.080.000,00	12.800	1.382.400	
	Creucetas AC DN 1000 mm	un	10,0	19.600,00	196.000,00	25.088	250.880	
	Tee AC DN 1000/800mm	un	10,0	14.700,00	147.000,00	18.816	188.160	
	Pasamuro AC DN 1000 mm	un	21,0	9.800,00	205.800,00	12.544	263.424	
	Codo 90 AC DN 1000 mm	un	1,0	10.000,00	10.000,00	12.800	12.800	
	Suministro de tubería de salida de lavado PRFV DN 1200 mm	ml	220,0	700,00	154.000,00	896	197.120	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	<i>Depósito de Lavado/Galería</i>							
	Hormigón losas de fondo	m3	379,6	600,00	227.772,00	810,00	307.492	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	259,7	850,00	220.779,00	1.147,50	298.052	
	Hormigón losas de techo	m3	379,6	700,00	265.734,00	945,00	358.741	
	Suministro de tubería de subida AC DN 800 mm	ml	25,0	8.540,00	213.500,00	10.931	273.280	
	Y AC DN 600/800 mm	un	3,0	9.630,00	28.890,00	12.326	36.979	
	Junta de desmontaje DN 600 mm	un	3,0	2.600,00	7.800,00	3.328	9.984	
	Válvula Compuerta DN 600 mm	un	3,0	4.500,00	13.500,00	5.760	17.280	
	Válvula de Retención de Clapeta DN 600 mm	un	3,0	20.000,00	60.000,00	25.600	76.800	
	Suministro de tubería de bajada AC 1000 mm	ml	121,0	10.000,00	1.210.000,00	12.800	1.548.800	
5	Obras Eléctricas y de Control	gl	1,00					3.203.668,98
	Eléctrica y control	gl	1,00	2.373.088,13	2.373.088,1	3.203.669,0	3.203.669	
6	Montajes mecánicos	gl	1,00					1.795.720,67
	Montaje	gl	1,00	1.330.163,46	1.330.163,5	1.795.720,7	1.795.721	
7	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						6.129.998,55
	SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)							46.997.000,00

IVA (U\$D)	10.339.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)	4.890.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)	3.619.000,00

TOTAL INVERSIÓN (U\$D)	60.955.000,00
-------------------------------	----------------------

9.2.2.6. Alternativa 2 - Inter-oxidación con Ozono + Biofiltración + Conducción Paso Severino / Aguas Corrientes

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
1	General	gl	1,00					3.392.685,00
	<i>Proyecto Ejecutivo</i>							
	Proyecto Ejecutivo	gl	1,0	2.233.000,00	2.233.000,0	3.014.550,0	3.014.550	
	<i>Implantación</i>							
	Limpieza de predio	m2	15.000,0	2,00	30.000,0	2,7	40.500	
	Replanteo	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Construcción de local auxiliar para Dirección de Obra con equipamiento de oficina	gl	1,0	10.000	10.000,0	13.500,0	13.500	
	Construcción de local para oficina Contratista	gl	1,0	5.000	5.000,0	6.750,0	6.750	
	Ejecución y colocación de carteles de obra	gl	1,0	2.500	2.500,0	3.375,0	3.375	
	Transporte de equipos de construcción	gl	1,0	25.000	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Instalación de obradores	gl	1,0	100.000	100.000,0	135.000,0	135.000	
	Acondicionamiento del predio	gl	1,0	25.000,00	25.000,0	33.750,0	33.750	
	Caminería vehicular asfalto	m2	480,0	120,00	57.600,0	162,0	77.760	
2	Nuevo módulo de potabilización + Oxidación Ozono	gl	1,00					22.507.308,20
	Tubería de entrada de agua bruta al módulo AC DN 1200 mm	m	320,0	995,00	318.400,00	1.274	407.552	
	Válvula compuerta DN 1200 mm	un	2,0	18.000,00	36.000,00	23.040	46.080	
	Canal Parshall de Entrada							
	Hormigón losas de fondo	m3	9,6	600,00	5.760,00	810,00	7.776	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	38,0	850,00	32.300,00	1.147,50	43.605	
	Floculadores							
	Hormigón losas de fondo	m3	307,0	600,00	184.200,00	810,00	248.670	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	877,0	850,00	745.450,00	1.147,50	1.006.358	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Hormigón de losas y pasarelas	m3	93,3	600,00	55.980,00	810,00	75.573	
	Suministro de Floculadores Mecánicos de Eje Vertical G = 80 1/s	un	40,0	6.500,00	260.000,00	8.320,00	332.800	
	Sedimentadores Laminares							
	Hormigón losas de fondo	m3	700,8	600,00	420.480,00	810,00	567.648	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	2.280,0	850,00	1.938.000,00	1.147,50	2.616.300	
	Módulos de sedimentación laminar	m3	2.520,0	350,00	882.000,00	448	1.128.960	
	Compuerta mural manual 700 x 700 mm - Salida Sedimentadores	un	20,0	7.500,00	150.000,00	9.600	192.000	
	Compuerta mural actuada 600 x 600 mm - Purga de Lodo Sedimentadores	un	20,0	10.000,00	200.000,00	12.800	256.000	
	Contactor de Ozono							
	Hormigón losas de fondo	m3	324,0	600,00	194.400,00	810,00	262.440	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	802,0	850,00	681.700,00	1.147,50	920.295	
	Hormigón en canales de colecta	m3	218,4	850,00	185.640,00	1.147,50	250.614	
	Hormigón en losa superior	m3	324,0	700,00	226.800,00	945,00	306.180	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	4.352,8	45,00	195.874,20	57,60	250.719	
	Unidades de Filtración							
	Hormigón losas de fondo	m3	403,0	600,00	241.800,00	810,00	326.430	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	920,0	850,00	782.000,00	1.147,50	1.055.700	
	Ductos de conducción en Hormigón	m3	253,0	850,00	215.050,00	1.147,50	290.318	
	Losetas de falso fondo	m3	270,0	700,00	189.000,00	945,00	255.150	
	Edificio y galería de filtros h= 10m	m2	917,0	750,00	687.750,00	1.013	928.463	
	Compuerta mural manual 500 x 500 mm - Entrada a Filtros	un	20,0	8.300,00	166.000,00	10.624	212.480	
	Boquilla en falso fondo	un	91.936,0	5,00	459.680,00	6,40	588.390	
	Manto filtrante de Arena	m3	442,0	155,00	68.510,00	198,40	87.693	
	Manto filtrante de Carbón Activado	m3	1.768,0	3.750,00	6.630.000,00	4.800	8.486.400	

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
	Tubería de conducción de aire de lavado Acero Inoxidable DN 300 mm	m	120,0	350,00	42.000,00	448	53.760	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 300 mm	un	20,0	2.200,00	44.000,00	2.816	56.320	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 700 mm	m	140,0	580,00	81.200,00	742	103.936	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 700 mm	un	20,0	12.000,00	240.000,00	15.360	307.200	
	Tubería de entrada/salida de agua a filtros AC DN 400 mm	m	20,0	340,00	6.800,00	435	8.704	
	Válvula mariposa wafer on-off DN 400 mm	un	20,0	3.100,00	62.000,00	3.968	79.360	
	Tubería de vaciado de filtros DN 100 mm	un	20,0	90,00	1.800,00	115	2.304	
	Válvula mariposa wafer manual DN 100 mm	un	20,0	250,00	5.000,00	320	6.400	
	Soplador de Embolos Rotativos de Baja Presión (Q = 5000 m³/h; dP = 450 mbar)	un	2,0	29.100,00	58.200,00	37.248	74.496	
	Bombas propeller de eje horizontal - Lavado de Filtros (Q=4000 m³/h; H=7,0 mca)	un	2,0	59.967,00	119.934,00	76.758	153.516	
	Tubería de salida de agua potable AC DN 1800 mm	m	100,0	1.490,00	149.000,00	1.907	190.720	
3	Canales de conducción de agua sedimentada/oxidada	gl	0					-
	Excavación	m3	3.800,0	8,00	30.400,00	10,80	41.040	
	Hormigón losas de fondo	m3	190,0	600,00	114.000,00	810,00	153.900	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	635,0	850,00	539.750,00	1.147,50	728.663	
	Hormigón losas de techo	m3	380,0	700,00	266.000,00	945,00	359.100	
	Compuerta on-off de by-pass filtros existentes 1500 x 1500 mm	un	4,0	30.441,18	121.764,71	38.965	155.859	
4	Contactor de Ozono Planta Existente	gl	0					-
	Excavación	m3	19.840,0	8,00	158.720,00	10,80	214.272	
	Hormigón losas de fondo	m3	934,2	600,00	560.520,00	810,00	756.702	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	1.683,3	850,00	1.430.833,33	1.147,50	1.931.625	
	Hormigón losas de techo	m3	612,0	700,00	428.400,00	945,00	578.340	
	Tuberías de conducción de ozono	gl	1,0	250.000,00	250.000,00	320.000,00	320.000	
	Difusores de burbuja fina de ozono AISI 304L	un	8.786,9	45,00	395.409,60	57,60	506.124	
5	Estación elevatoria de agua tratada a ozono y	gl	0					-

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
biofiltración								
	Suministro de bombas propeller de eje horizontal (Q=12.900 m3/h; H=3,2 mca)	un	3,0	162.000,00	486.000,00	207.360	622.080	
	Suministro de tubería de conducción AC 1600 mm	m	50,0	1.320,00	66.000,00	1.690	84.480	
	Excavación	m3	660,0	8,00	5.280,00	10,80	7.128	
	Hormigón losas de fondo	m3	37,8	600,00	22.680,00	810,00	30.618	
	Hormigón paredes / tabiques	m3	175,0	850,00	148.750,00	1.147,50	200.813	
	Hormigón losas de techo	m3	25,2	700,00	17.640,00	945,00	23.814	
6	Sala de equipos de generación de ozono	gl	1/3					2.501.380,00
	Local para la instalación de equipos	m2	600,0	750,00	450.000,00	1.012,50	607.500	
	Suministro de Equipos de Generación de Ozono	un	6,0	898.000,00	5.388.000,00	1.149.440	6.896.640	
7	Conversión de unidades de filtración en biofiltros con GAC	gl	0					-
	<i>Filtros Planta Norte (Manto único de Arena)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	3.880,0	10,00	38.800,00	12,80	49.664	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	389,6	155,00	60.394,20	198,40	77.305	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	1.168,9	3.750,00	4.383.450,00	4.800	5.610.816	
	<i>Filtros Planta Sur (Arena y Antracita)</i>							
	Retiro Manto Filtrante	m3	801,4	10,00	8.013,60	12,80	10.257	
	Nuevo Manto Soporte de Arena	m3	199,6	155,00	30.935,52	198,40	39.597	
	Nuevo Manto Filtrante de Carbón Activado Granular	m3	601,8	3.750,00	2.256.660,00	4.800	2.888.525	
8	Obras Eléctricas y de Control	gl	1,00					2.586.425,61
	Eléctrica y control	gl	1,00	1.915.870,82	1.915.870,8	2.586.425,6	2.586.426	
9	Montajes mecánicos	gl	1,00					1.118.587,36
	Montaje	gl	1,00	828.583,23	828.583,2	1.118.587,4	1.118.587	
10	IMPONDERABLES VARIOS - NO METRADOS	15%						4.815.957,92
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS (U\$D)								36.922.000,00

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (U\$D)	Costo Total (U\$D)	Precio Unitario (U\$S)	Precio Total (U\$S)	Subtotal Rubro (U\$S)
IVA (U\$D)								8.123.000,00
MONTO IMPONIBLE (U\$D)								5.362.000,00
LEYES SOCIALES (U\$D)								3.967.880,00
TOTAL INVERSIÓN (U\$D)								49.013.000,00

9.3. Memoria de Cálculo

9.3.1. Alternativa 1 (Ampliación): Pré-oxidación con Cl/CIO₂ + Filtración GAC

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
1 Datos generales					
	Temperatura	d	20	°C	
	Viscosidad dinámica	d	1,03E-04	kgf.s/m ²	
	Viscosidad cinemática	d	1,01E-06	m ² /s	
	Densidad (ρ)	d	998,2	kg/m ³	
2 Módulos de floccodecantación para ampliación de capacidad					
2,1 Datos generales de la unidad					
	Q total 2045	d	926.000	m ³ /d	
		c	38.583		
	Q ampliación	d	6.000	m ³ /h	1/3 de Q total 2045
			1.667	l/s	
	N° Floculadores / módulo	d	2,0	unid	
	N° Celdas en serie	d	2,0	unid	
2,2 Tubería de entrada					
	Diámetro de la tubería	d	1500	mm	
	Número de tuberías	d	1	Unid	
	Velocidad	c	0,9	m/s	
2,3 Floculadores mecánicos					
2,31 Dimensiones de la unidad:					
	Largo	d	6,3	m	
	Ancho	d	6,3	m	
	Profundidad	d	6,0	m	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Volumen de cada celda	c	238	m3	
	Volumen de cada unidad	c	953	m3	
	TRH en unidades floculación mecánica	c	9,5	min	
2,32	<i>Cálculo de paletas:</i>				
	Diámetro de Turbina (D)	d	1,60	m	
	Largo de c/ paleta (B)	c	0,80	m	
	Ancho de c/ paleta (b)	c	0,20	m	Valor proyectado, paleta inclinada 45°
	Número de rotaciones de turbina (n)	d	0,60	1/s	
	Número de rotaciones de turbina (N)	c	36,00	1/min	
	Velocidad perimetral (v)	c	3,02	m/s	
			1,52E+0		
	Número de Reynolds (Re)	c	6	adim	
	Número de potencia (Np)	d	0,74	adim	Ver Figura 7.10.4 pág. 262 John Bratby: Axial-flow unit with cross-baffles
	Potencia hidráulica	c	170,55	kg.m/s	
			1,67	Kw	
	Gradiente de velocidad	c	83	1/s	
	Rendimiento mecánico	d	65%		
	Potencia estimada del motor	c	2,6	kW	
2,33	<i>Verificaciones geométricas:</i>				
	Posición de paletas con respecto a fondo (h)	d	1,70	m	
	Relación L/D	c	3,94	adim	Entre 2,0 y 6,6
	Relación H/D	c	3,75	adim	Entre 2,7 y 3,9
	Relación h/D	c	1,06	adim	Entre 0,9 y 1,1
2,34	<i>Pasaje entre celdas de floculación:</i>				
	Ancho de pasaje	d	1,80	m	
	Altura de pasaje	d	1,80	m	
	Radio hidráulico	c	0,45	m	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Velocidad	c	0,26	m/s	
	Gradiente de velocidad	c	9,67	1/s	
	Coeficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
	Pérdida de carga en pasaje	c	0,007	m	
2,4	Floculadores hidráulicos				
2,41	<i>Datos generales</i>				
	Q ampliación	d	6.000	m3/h	1/3 de Q total 2045
			1.667	l/s	
	Número de unidades de floculación en paralelo	d	2,0	Unid	
	N° Celdas en serie	d	2,0	unid	
2,42	<u>Primera etapa de floculación hidráulica (G=60 s-1):</u>				
	<i>Dimensiones de la unidad:</i>				
	Espesor de chicanas	d	0,130	m	
	Ancho de canal	d	2,80	m	
	Longitud del canal	d	24,50	m	
	Profundidad útil	d	6,00	m	
	Número de canales	d	1,00	Unid	
	Volumen útil E1	c	411,6	m ³	
	Tiempo de retención hidráulica en E1	c	8,2	min	
	Número de chicanas en giros	d	1,0	Unid	
	Número de chicanas en canales	d	17,0	Unid	
	Número total de chicanas	c	18,0	Unid	
	Número de canales entre chicanas	c	19,0	Unid	
	Separación entre placas calculada	c	1,30	m	
	Separación entre placas seleccionada	d	1,10	m	
	Altura de pasajes	c	1,65	m	
2,43	<i>Cálculo de gradiente:</i>				

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Velocidad en canales	c	0,27	m/s	
	Velocidad en pasajes	c	0,18	m/s	
	Pérdida de carga localizada	c	0,11	mca	
	Gradiente	c	46	s-1	
	Radio hidráulico	c	0,52	m	
	Gradiente de velocidad en pasaje	c	7,01	s-1	
2,44	<i>Orificio de drenaje:</i>				
	Área de orificio inferior	c	0,23	m2	
	Diámetro del orificio	c	542	mm	
	Lado del pasaje	c	0,48	m	
2,45	<u>Segunda etapa de floculación hidráulica (G=40 s-1):</u>				
	<i>Dimensiones de la unidad:</i>				
	Espesor de chicanas	d	0,130	m	
	Ancho de canal	d	3,30	m	
	Longitud del canal	d	24,50	m	
	Profundidad útil	c	5,89	m	
	Número de canales	d	1,00	Unid	
	Volumen útil E2	c	476,5	m ³	
	Tiempo de retención hidráulica en E2	c	9,5	min	
	Número de chicanas en giros	d	2,0	Unid	
	Número de chicanas en canales	d	16,0	Unid	
	Número total de chicanas	c	18,0	Unid	
	Número de canales entre chicanas	c	19,0	Unid	
	Separación entre placas calculada	c	1,30	m	
	Separación entre placas seleccionada	d	1,25	m	
	Altura de pasajes	c	1,88	m	
2,46	<i>Cálculo de gradiente:</i>				
	Velocidad en canales	c	0,20	m/s	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Velocidad en pasajes	c	0,13	m/s	
	Pérdida de carga localizada	c	0,06	mca	
	Gradiente	c	32	s-1	
	Radio hidráulico	c	0,60	m	
	Gradiente de velocidad en pasaje	c	4,22	s-1	
2,47	<i>Orificio de drenaje:</i>				
	Área de orificio inferior	c	0,31	m ²	
	Diámetro del orificio	c	628	mm	
	Lado del pasaje	c	0,56	m	
2,48	<u>Parámetros totales en floculador hidráulico</u>				
	Tiempo de retención hidráulico	c	18	min	
	Número de Camp	c	4,1E+04	Adim	
	Pérdida de carga total	c	0,17	m	
2,5	Sedimentadores laminares				
2,51	<i>Datos generales</i>				
	Número de unidades de sedimentación en paralelo	d	2,0	Unid	
	Caudal de diseño de cada unidad	c	833,3	l/s	
			3000,0	m ³ /h	
	Celdas de sedimentación en paralelo por unidad de clarificación	d	1,0	Unid	
	Caudal de diseño de cada celda	c	833,3	l/s	
			3000,0	m ³ /h	
	Ancho de cada celda	d	37,50	m	
	Longitud de unidades	d	20,00	m	
2,52	<u>Cálculo de placas:</u>				
2,52					
1	<i>Geometría de los módulos de sedimentación:</i>				
	Ángulo de inclinación de las placas	d	60,00	°	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
			1,05	rad	
	Longitud de las placas (Lamella)	d	120,00	cm	
	Altura de placas	c	103,92	cm	
	Longitud útil de las placas	c	115,00	cm	
	Ancho de los ductos conformados	d	8,00	cm	
	Altura de los ductos conformados	d	6,00	cm	A efectos del cálculo del N° de Reynolds (Cot. Refill)
	Longitud relativa (Lu/d)	c	14,38	adim	
	Factor de forma de las placas (S)	d	1,38	adim	Ductos de sección rectangular
	Factor de forma (F)	c	5,07		
2,53					
1	Dimensionado de la celda:				
	Velocidad de sedimentación de la partícula	d	2,00	cm/min	NBR 12216: Hasta 2,8 cm/min para plantas de más de 10.000 m3/d (en caso de no contar con ensayos).
		c	28,80	m/d	
		c	3,33E-04	m/s	
	Área superficial útil calculada	c	492,9	m²	
	Área total necesaria	c	515,4	m²	Incluye superficie inutilizada
	Tasa equivalente	c	5,8	m³/m²/h	
	Longitud necesaria	c	13,74	m	
	Longitud asumida	d	20,00	m	
	Área superficial útil establecida	c	727,5	m²	
	Área total necesaria establecida	c	750,0	m²	
	Tasa resultante	c	4,0	m³/m²/h	
		c	96	m³/m²/d	Arboleda: Entre 120 - 180 m3/m2/d. Ed 2000, pag 201.
	Velocidad longitudinal	c	0,13	cm/s	<0,3 cm/s
	Radio hidráulico	c	1,71	cm	
	Número de Reynolds	c	90	adim	<400, implica flujo laminar estable

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Factor de fricción	c	0,7	adim	
	Velocidad de arrastre - Fórmula de Cunha	c	0,11	cm/s	Verifica arrastre de sedimentos
2,53	<u>Distribución de agua floculada:</u>				
2,53					
1	<u>Tuberías de distribución:</u>				
	Número de tuberías	d	18,0	Unid	
	Caudal por tubería de distribución	c	46,3	l/s	
	Diámetro de la tubería	d	800	mm	
	Velocidad	c	0,09	m/s	
2,55					
2	<u>Orificios de distribución:</u>				
	Separación entre orificios de descarga	d	0,90	m	
	Número de orificios en la longitud de la unidad	c	22,0	Unid	
	Diámetro interno de los orificios	d	100	mm	
	Caudal por orificio	c	1,05	l/s	
	Velocidad de distribución en los orificios	c	0,13	m/s	Preferentemente menor a 0,2 m/s
	Pérdida de carga en los orificios	c	0,002	m	
	Área de los orificios	d	0,008	m ²	
	Perímetro mojado	c	0,31	m	
	Radio hidráulico	c	0,025	m	
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Gradiente de velocidad	c	15,42	1/s	
2,56					
2	<u>Verificación de distribución uniforme:</u>				
	Área total de orificios	c	0,35	m ²	
	Área de la sección inicial de la tubería	c	0,50	m ²	
	Relación de áreas	c	0,69	adim	Preferentemente < 0,5 para distribución uniforme
2,63	<u>Recolección de agua sedimentada</u>				

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
2,64	<u>Canaletas secundarias de recolección:</u>				
	Relación d/h máxima (distancia entre canales/altura de agua sobre módulos)	d	3,50	adim	Para una tasa de sedimentación de 125 m ³ /m ² /d
	Altura de agua sobre módulos de sedimentación	d	1,50	m	
	Separación máxima entre canaletas	c	5,25	m	
	Separación entre canaletas adoptada	d	3,10	m	Separación entre ejes
	Número de canaletas	c	12,00	Unid	
	Caudal por canaleta	c	69,44	l/s	
	Longitud de la canaleta	d	17,28	m	
	Ancho interno de la canaleta	d	0,25	m	
	Tirante máximo en el canal	c	0,34	m	Canal con descarga ahogada
2,65	<u>Placa vertedero:</u>				
	Caudal por longitud de vertedero	c	2,01	l/s/m	< a 2,5 l/s/m
	Altura de agua sobre canaleta	c	0,01	m	Vertedero de pared fina
2,66	<u>Vertedero triangular:</u>				
	Altura de vertedero	d	0,05	m	
	Ancho de vertedero	c	0,10	m	
	Ancho total de vertedero	c	0,15	m	
	Número de vertederos	c	115,2	Unid	
	Número de vertederos adoptados	d	115,0	Unid	
	Caudal por vertedero	c	0,30	l/s	
	Altura de agua sobre vertederos	c	0,034	m	Formula de Thompson
			3,4	cm	
2,67	<u>Canal principal de recolección:</u>				
	Número de canales	d	2,00	Unid	
	Caudal de diseño	c	416,67	l/s	
	Ancho interno del canal	d	1,00	m	
	Tirante de agua en el canal	d	0,70	m	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Velocidad	c	0,60	m/s	
3 Modificación en unidades de sedimentación 4 y 5					
3,1 Datos generales de la unidad					
	Q ampliación	d	9.600	m ³ /h	
			2.667	l/s	
	Nº unidades	d	2,0	Unid	
	Nº módulos	d	4,0	Unid	
	Nº de celdas en serie	d	3,0	Unid	
3,2 Canal de conducción a unidades					
	Número de canales en paralelo	d	2,0	Unid	
	Ancho	d	1,80	m	
	Tirante	d	0,90	m	
	Velocidad	c	0,82	m/s	
3,3 Floculadores mecánicos en Unidad N°4					
3,31 Dimensiones de la unidad:					
	Largo	d	11,3	m	
	Ancho	d	10,4	m	
	Profundidad	d	3,7	m	
	Volumen de cada celda	c	435	m ³	
	Volumen de cada módulo	c	1304	m ³	
	TRH en unidades floculación mecánica	c	32,6	min	
3,32 Cálculo de paletas:					
	Diámetro de Turbina (D)	d	1,80	m	
	Largo de c/ paleta (B)	c	0,90	m	
	Ancho de c/ paleta (b)	c	0,23	m	Valor proyectado, paleta inclinada 45°
	Número de rotaciones de turbina (n)	d	0,60	1/s	Variar
	Número de rotaciones de turbina (N)	c	36,00	1/min	
	Velocidad perimetral (v)	c	3,39	m/s	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Número de Reynolds (Re)	c	5,63E-09	adim	Ver Figura 7.10.4 pág. 262 John Bratby: Axial-flow unit with cross-baffles
	Número de potencia (Np)	d	0,74	adim	
	Potencia hidráulica	c	307,33	kg.m/s	
			3,01	Kw	
	Gradiente de velocidad	c	83	1/s	
	Rendimiento mecánico	d	65%		
	Potencia estimada del motor	c	4,6	kW	
3,33	Verificaciones geométricas:				
	Posición de paletas con respecto a fondo (h)	d	1,80	m	
	Relación L/D	c	6,28	adim	Entre 2,0 y 6,6
	Relación H/D	c	2,06	adim	Entre 2,7 y 3,9
	Relación h/D	c	1,00	adim	Entre 0,9 y 1,1
3,34	<i>Pasaje entre celdas de floculación:</i>				
	Ancho de pasaje	d	2,00	m	
	Altura de pasaje	d	2,00	m	
	Radio hidráulico	c	0,50	m	
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Velocidad	c	0,17	m/s	
	Gradiente de velocidad	c	4,79	1/s	
	Coefficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
	Pérdida de carga en pasaje	c	0,003	m	
3,4	<i>Sedimentadores en Unidad N°4</i>				
3,41	<u>Parámetros operativos:</u>				
	Largo	d	56,80	m	
	Ancho	d	31,60	m	
	Profundidad útil	d	4,50	m	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Tiempo de retención hidráulico	c	3,4	h	Entre 1,5 a 4,0 h
	Tasa de sedimentación	c	1,34	m ³ /m ² /h	< a 1,75 m ³ /m ² /h
3,42	<u>Pantalla distribuidora:</u>				
	Ancho de pantalla	d	31,60	m	
	Altura de pantalla	d	3,00	m	
	Separación entre orificios	d	0,40	m	
	Número de orificios	c	592,5	unid	
	Caudal por orificio	c	1,1	l/s	
	Diámetro del orificio	d	100,0	mm	
	Velocidad	c	0,14	m/s	
	Coeficiente Cd	d	0,61	Adim	
			14.170,		
	Número de Reynolds (Re)	c	3	Adim	
	Relación x/S	d	3,0		Ver Gráfico 9,31 pag 340 de Rocha Vianna
	x	c	1,2	m	
	Gradiente de velocidad	c	12,6	1/s	
	Pérdida de carga	c	0,02	mca	
3,43	<u>Vertederos de recolección de clarificado:</u>				
	Número de vertederos	d	14,0	Unid	
	Caudal por vertedero de recolección	c	47,6	l/s	
	Ancho del vertedero	d	0,40	m	
	Tirante sobre canaleta de recolección	c	0,20	m	
	Longitud total de vertederos	d	428,40	m	
	Carga sobre vertederos	c	1,6	l/s/m	< a 2,5 l/s/m
	Tirante sobre vertederos	c	0,01	m	
4 Ampliación de Elevadora de Agua Potable					
	Capacidad 1a línea de bombeo	d	650	m ³ /h	
	Capacidad 4a línea de bombeo	d	12000	m ³ /h	

Ítem	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Capacidad 5a línea de bombeo	d	11000	m ³ /h	
	Capacidad 6a línea de bombeo	d	10000	m ³ /h	
	Capacidad máxima total de líneas de bombeo	d	33650	m ³ /h	
	Capacidad adicional mínima requerida	c	4.933	m ³ /h	
	Factor de Servicio	d	1,5	m ³ /h	
	Capacidad de diseño	c	7.400	m ³ /h	
	Número de equipos de bombeo	d	2	Unid	
	Capacidad de cada equipo	c	3.700	m ³ /h	
	Carga de bombeo	d	160	mca	

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Q total sedimentadores Sur	d	20.000	m ³ /h	
N° sedimentadores Planta Sur	d	4		
Q sedimentador N°4	c	5.000	m ³ /h	

Floculadores. Unidad Sedimentación 4				
	B Unidad	d	69	m
	H Floculadores	d	3,7	m
	N° Floculadores	d	6	
	Espesor paredes	d	0,3	m
	Espesor total paredes	c	1,5	m
	B útil sedimentador	c	67,5	m
	L floculador	c	11,25	m
	b floculador	d	11,25	m
	Volumen total floculadores	c	2810	m ³

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tiempo de Retención Floculadores	c	33,7	min	Valor recomendado: 30 min
Sedimentadores. Unidad Sedimentación 4				
L sedimentadores	d	60,3	m	
N° unidades en paralelo	d	2	unid	
b cada unidad	d	34,5	m	
b sedimentador total	c	69	m	
Área total sedimentador	c	4157	m ²	
Tasa de sedimentación	c	1,2	m/h	Valor recomendado: 1,2 m/h
TRH	c	3,1	h	
Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Floculadores. Unidad Sedimentación 5				
B Unidad	d	62	m	
H Floculadores	d	4,5	m	
N° Floculadores	d	6		
Espesor paredes	d	0,3	m	
Espesor total paredes	c	1,5	m	
B útil sedimentador	c	60,5	m	
L floculador	c	10,1	m	
b floculador	d	10,1	m	
Volumen total floculadores	c	2745	m ³	
Tiempo de Retención Floculadores	c	39,6	min	Valor recomendado: 30 min
Sedimentadores. Unidad Sedimentación 5				
L sedimentadores	d	60,3	m	
N° unidades en paralelo	d	2	unid	
b cada unidad	d	31	m	
b sedimentador total	c	62	m	
Área total sedimentador	c	3736	m ²	

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tasa de sedimentación	c	1,3	m/h	Valor recomendado: 1,2 m/h
TRH	c	3,4	h	

9.3.2. Alternativa 1 (Proceso): Pré-oxidación con Cl/ClO₂ + Filtración GAC

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
1	Adsorción con GAC				
1,1	Datos generales				
	Caudal máximo a fin de período	d	38.600	m ³ /h	
	EBCT	d	10,0	min	
	Tasa de filtración	d	12,5	m ³ /m ² /h	
	Altura del manto filtrante	d	2,1	m	
1,2	Prediseño unidades				
	Número de filtros	d	20	unid	
	Caudal máximo de cada filtro	c	1.930,0	m ³ /h	
	Área de cada filtro	c	154,4	m ²	
	Ancho útil	d	8,0	m	
	Largo útil	c	19,3	m	
	Volumen de manto filtrante	c	324,2	m ³	
	EBCT *	c	10,1	min	
1,3	Conducciones				
	Diámetro de tubería de entrada de agua decantada	d	700	mm	
	Velocidad	c	1,4	m/s	
	Diámetro de tubería de salida de agua filtrada	d	800	mm	
	Velocidad	c	1,1	m/s	

Diámetro de tubería de agua de lavado

d 1000 mm

Velocidad

c 2,3 m/s

1,4 Estación de bombeo

Caudal de diseño

d 38.600 m³/h

Número de equipos de bombeo

d 3,0 Unid

Caudal de cada equipo

d 12.866,7 m³/h
3.574,1 l/s

Ducto de hormigón:

Ancho del ducto de conducción

d 3,0 m

Base del ducto de conducción

d 2,0 m

Velocidad

c 1,79 m/s

Tubería de acero:

Número de tuberías

d 3,0 Unid

Base del ducto de conducción

d 1.600,0 mm

Velocidad

c 1,78 m/s

Columna de subida

Diámetro de la tubería

d 1600,0 mm

Velocidad

c 1,78 m/s

Coeficiente C

d 130 Adim

J

c 1,40 m/km

Longitud geométrica

d 12,00 m

Pérdida carga parcial

0,0168 m

Piezas Especiales

Cantidad (NºpiezasxKu)

Entrada

d 1 0,5

Ampliación

d 0 0,0

Te directa

d 0 0,0

Te lateral

d 1 1,3

Codos 90°	d	0	0,0
Codos 45°	d	0	0,0
Codos 22.5°	d	0	0,0
Codos 11.25°	d	0	0,0
Válvula de retención de clapeta	d	1	7,5
Salida	d	1	1,0
Pérdida de carga por piezas especiales	c	1,66	m
Pérdida carga parcial en impulsión	c	1,68	m

Altura geométrica

Nivel de succión	d	11,50	m	
Cota de descarga	d	14,00	m	Punto de descarga mas 0,5 m
Dhgeom	c	2,50	m	

Carga resultante para equipos de bombeo

Carga de bombas	c	4,18	m
Potencia Hidráulica	c	146,31	Kwatt
Rendimiento Hidráulico	d	75%	
Potencia al eje	c	195,1	Kwatt
Rendimiento Mecánico	d	85%	
Potencia del motor	c	229,5	Kwatt
Potencia total	c	688,5	Kwatt

1,5 Lavado

Tasa de lavado	d	0,70	m/min
Caudal de lavado	c	6484,80	m³/h

1,51 Expansión del manto

Porcentaje de expansión	d	30%	Obtenidos de curva de fabricante
Expansión del manto	c	0,63	m

1,52 Canaleta de salida

Caudal de diseño	d	1,80	m ³ /s
Ancho del canal de colecta	d	1,40	m
Altura da canaleta principal de recolección	d	1,30	m
Profundidad máxima de lámina de agua en canal	c	0,79	m
Diámetro de la tubería de desagüe	d	1000	mm
Carga al eje de la tubería de salida	c	0,72	m

Verifica ser menor a la altura da calha

1,53 Tubería de drenaje

Pendiente de la tubería	d	0,25%	m/m
Caudal de diseño	d	1,801	m ³ /s
Diámetro de colector calculado	c	1.211,5	mm
Diámetro de colector seleccionado	d	1200	mm

1,54 Depósito de lavado

Duración de cada lavado	d	10,00	min
Número de lavados consecutivos	d	3,00	Unid
Volumen de depósito de lavado	c	3242,4	m ³
Altura útil	d	3,40	m
Superficie	c	953,65	m ²
Largo	d	10,0	m
Ancho	c	95,4	m
Volumen para el lavado de todo los filtros	c	21.616,0	m ³
Horas de operación	d	8,0	h
Caudal de elevación a depósitos	c	2.702,0	m ³ /h
Diámetro de tubería de conducción a depósito	d	700,0	mm
Velocidad	c	2,0	m/s
Número de bombas operativas	d	2,0	Unid
Caudal de cada equipo de bombeo	c	1351,0	m ³ /h

Son 2+1 equipos

Nivel de Succión	d	12,0	m	
Nivel máximo de Descarga	d	21,2	m	
Desnivel geométrico	c	9,2	m	
Pérdida de carga	d	5,0	m	Estimada
Carga de equipo de bombeo	c	14,2	mca	

9.3.3. Alternativa 2 (Ampliación): Inter-oxidación con ozono + Biofiltración GAC

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
1 Datos generales					
	Temperatura	d	20	°C	
	Viscosidad dinámica	d	1,03E-04	kgf.s/m ²	
	Viscosidad cinemática	d	1,01E-06	m ² /s	
	Densidad (ρ)	d	998,2	kg/m ³	
	Q total 2045	d	926.000	m ³ /d	
		c	38.583		
	Q ampliación	d	12.861	m ³ /h	1/3 de Q total 2045
			3,6	m ³ /s	
2 Tubería de entrada					
	Diámetro de la tubería	d	1200	mm	
	Número de tuberías	d	2,0	Unid	
	Velocidad	c	1,6	m/s	
3 Canal Parshall					
	Ancho de garganta	d	8,0	pies	
	Ancho del canal	d	2,8	m	
	Capacidad máxima	d	73,6	l/s	
	Capacidad mínima	d	2929,0	l/s	
	Ancho total de canal AA	d	102,6	cm	

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Altura de líquido AA (H)	c	0,76	m	Tirante en canal
	Velocidad AA	c	1,67	m/s	
	Pérdida de carga	d	0,07	m	Estimada
	Altura de líquido aa (H3)	d	1,5	m	
	Velocidad aa	c	0,85	m/s	
	Altura de escalón calculada (X)	c	1,0	m	H2=65%*H
	Altura de escalón seleccionada (X)	d	1,0	m	
	Salto de nivel en parshall	c	1,1	m	Aseguro descarga libre
	Gradiente de velocidad	d	900,0	s-1	Estimada
4 Floculadores Mecánicos					
4,1	<i>Dimensiones de la unidad:</i>				
	Nº Floculadores / módulo	d	20	unid	
	Nº Celdas en serie	d	2	unid	
	Largo	d	5,7	m	
	Ancho	d	5,2	m	
	Profundidad	d	4,5	m	
	Volumen de cada celda	c	133	m3	
	Volumen de cada unidad	c	267	m3	
	TRH en unidades floculación mecánica	c	24,9	min	
4,2	<i>Cálculo de paletas:</i>				
	Diámetro de Turbina (D)	d	1,60	m	
	Largo de c/ paleta (B)	c	0,80	m	
	Ancho de c/ paleta (b)	c	0,20	m	Valor proyectado, paleta inclinada 45°
	Número de rotaciones de turbina (n)	d	0,50	1/s	Variar
	Número de rotaciones de turbina (N)	c	30,00	1/min	
	Velocidad perimetral (v)	c	2,51	m/s	
	Número de Reynolds (Re)	c	1,26E+06	adim	
	Número de potencia (Np)	d	0,74	adim	Ver Figura 7.10.4 pág. 262 John Bratby: Axial-flow unit

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
					with cross-baffles
	Potencia hidráulica	c	98,70	kg.m/s	
			0,97	Kw	
	Gradiente de velocidad	c	85	1/s	
	Rendimiento mecánico	d	65%		
	Potencia estimada del motor	c	1,5	kW	
4,3	Verificaciones geométricas:				
	Posición de paletas con respecto a fondo (h)	d	1,70	m	
	Relación L/D	c	3,56	adim	Entre 2,0 y 6,6
	Relación H/D	c	2,81	adim	Entre 2,7 y 3,9
	Relación h/D	c	1,06	adim	Entre 0,9 y 1,1
4,4	Pasaje entre celdas de floculación:				
	Ancho de pasaje	d	1,20	m	
	Altura de pasaje	d	1,20	m	
	Radio hidráulico	c	0,04	m	
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Velocidad	c	0,12	m/s	
	Gradiente de velocidad	c	11,26	1/s	
	Coeficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
	Pérdida de carga en pasaje	c	0,002	m	
5 Decantadores Laminares					
5,1	Datos generales				
	Número de unidades de sedimentación en paralelo	d	20,0	Unid	
	Caudal de diseño de cada unidad	c	178,6	l/s	
			643,1	m³/h	
	Celdas de sedimentación en paralelo por unidad de clarificación	d	2,0	Unid	
	Caudal de diseño de cada celda	c	89,3	l/s	

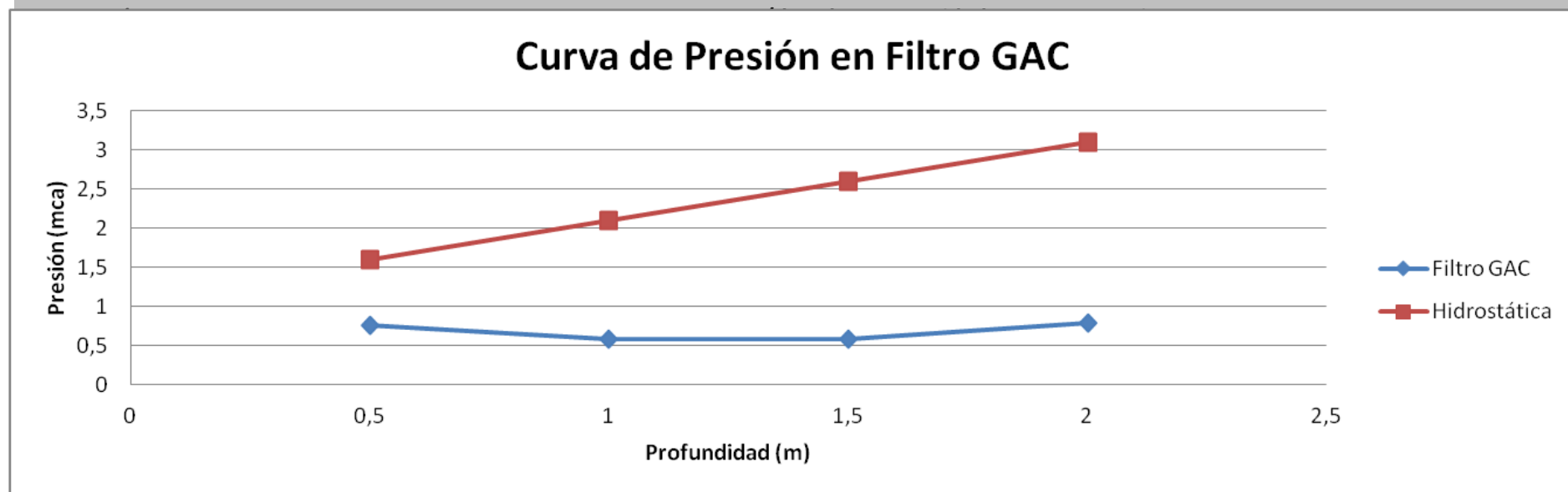
Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
			321,5	m ³ /h	
	Ancho de cada celda	d	2,10	m	
	Longitud de unidades	d	30,00	m	
5,2	<u>Cálculo de placas:</u>				
	<i>Geometría de los módulos de sedimentación:</i>				
	Ángulo de inclinación de las placas	d	60,00	°	
			1,05	rad	
	Longitud de las placas (Lamella)	d	120,00	cm	
	Altura de placas	c	103,92	cm	
	Longitud útil de las placas	c	115,00	cm	
	Ancho de los ductos conformados	d	8,00	cm	
	Altura de los ductos conformados	d	6,00	cm	A efectos del cálculo del N° de Reynolds (Cot. Refill)
	Longitud relativa (Lu/d)	c	14,38	adim	
	Factor de forma de las placas (S)	d	1,38	adim	Ductos de sección rectangular
	Factor de forma (F)	c	5,07		
5,3	<i>Dimensionado de la celda:</i>				
	Velocidad de sedimentación de la partícula	c	2,00	cm/min	NBR 12216: Hasta 2,8 cm/min para plantas de más de 10.000 m3/d (en caso de no contar con ensayos).
		c	28,80	m/d	
		c	3,33E-04	m/s	
	Área superficial útil calculada	c	52,8	m ²	
	Área total necesaria	c	54,1	m ²	Incluye superficie inutilizada
	Tasa equivalente	c	5,9	m ³ /m ² /h	
	Longitud necesaria	c	25,75	m	
	Longitud asumida	d	30,00	m	
	Área superficial útil establecida	c	61,7	m ²	
	Área total necesaria establecida	c	63,0	m ²	
	Tasa resultante	c	5,1	m ³ /m ² /h	

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Velocidad longitudinal	c	122	m ³ /m ² /d	Arboleda: Entre 120 - 180 m ³ /m ² /d. Ed 2000, pag 201.
	Radio hidráulico	c	0,17	cm/s	<0,3 cm/s
	Número de Reynolds	c	1,71	cm	
	Factor de fricción	c	113	adim	<400, implica flujo laminar estable
	Velocidad de arrastre - Fórmula de Cunha	c	0,6	adim	
		c	0,13	cm/s	Verifica arrastre de sedimentos
5,4	<u>Distribución de agua floculada:</u>				
5,41	<u>Orificios de distribución:</u>				
	Separación entre orificios de descarga	d	0,50	m	
	Número de orificios en la longitud de la unidad	c	59,0	Unid	
	Diámetro interno de los orificios	d	110	mm	
	Caudal por orificio	c	1,51	l/s	
	Velocidad de distribución en los orificios	c	0,16	m/s	Preferentemente menor a 0,2 m/s
	Pérdida de carga en los orificios	c	0,003	m	
	Área de los orificios	d	0,010	m ²	
	Perímetro mojado	c	0,35	m	
	Radio hidráulico	c	0,028	m	
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Gradiente de velocidad	c	19,06	1/s	
5,42	<u>Verificación de distribución uniforme:</u>				
	Área total de orificios	c	1,12	m ²	
	Área de la sección inicial del ducto	c	1,75	m ²	
	Relación de áreas	c	0,64	adim	Preferentemente < 0,5 para distribución uniforme
5,5	<u>Recolección de agua sedimentada</u>				
5,51	<u>Canaletas secundarias de recolección:</u>				
	Relación d/h máxima (distancia entre canales/altura de agua sobre módulos)	d	3,50	adim	Para una tasa de sedimentación de 125 m ³ /m ² /d
	Altura de agua sobre módulos de sedimentación	d	1,00	m	

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Separación máxima entre canaletas	c	3,50	m	
	Separación entre canaletas adoptada	d	2,50	m	Separación entre ejes
	Número de canaletas	c	12,00	Unid	
	Caudal por canaleta	c	7,44	l/s	
	Longitud de la canaleta	d	2,10	m	
	Ancho interno de la canaleta	d	0,20	m	
	Tirante máximo en el canal	c	0,09	m	Canal con descarga ahogada
	<i>Placa vertedero:</i>				
	Caudal por longitud de vertedero	c	1,77	l/s/m	< a 2,5 l/s/m
	Altura de agua sobre canaleta	c	0,01	m	Vertedero de pared fina
	<i>Vertedero triangular:</i>				
	Altura de vertedero	d	0,05	m	
	Ancho de vertedero	c	0,10	m	
	Ancho total de vertedero	c	0,15	m	
	Número de vertederos	c	14,0	Unid	
	Número de vertederos adoptados	d	14,0	Unid	
	Caudal por vertedero	c	0,27	l/s	
	Altura de agua sobre vertederos	c	0,032	m	Formula de Thompson
			3,2	cm	
5,52	<i>Canal principal de recolección:</i>				
	<i>Número de canales</i>	d	1,00	Unid	
	Caudal de diseño	c	178,63	l/s	
	Ancho interno del canal	d	0,70	m	
	Tirante de agua máximo en el canal	d	1,60	m	
	Velocidad	c	0,16	m/s	
6 Biofiltros de Carbón Activado Granular					
6,1 Datos generales					
	Caudal de diseño de la planta	d	3572,53	l/s	

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Número de unidades de filtración en paralelo	d	20,0	Unid	
	Caudal de diseño de cada unidad	c	178,63 643,1	l/s m³/h	
6,11	<i>Geometría de la unidad:</i>				
	Ancho de la unidad	d	5,20	m	
	Largo de la unidad	d	16,50	m	
	Superficie filtrante	c	85,80	m²	
6,12	<i>Características del medio filtrante:</i>				
	Espesor del manto de GAC	d	1,20	m	Entre 1,8 y 2,1
	Tamaño efectivo GAC (Te)	d	1,00	mm	Entre 1,2 y 1,5 mm
	Porosidad inicial GAC (Po)	d	0,48	Adim	
	Coeficiente de uniformidad GAC (Cu)	d	1,40	Adim	
	Peso específico de GAC	d	1,50	kg/l	
	Coeficiente de esfericidad GAC(Ce)	d	0,50	Adim	
6,2	Unidades de filtración				
	Tasa de filtración (TF)	c	7,5	m³/m²/h	Kawamura recomienda entre 5 a 12,5 m³/m²/h
	Tiempo de contacto (EBCT)	c	9,6	min	Kawamura recomienda entre 7,5 a 10 min
	Carga mínima de agua sobre el manto	d	2,00	m	
6,21	<i>Manto filtrante sucio:</i>				

Camada		Sigma	Tamaño ef.(mm)	Presión sup.(m)
1 - Carbón Activado		0,15	1,00	2,00
2 - Carbón Activado		0,10	1,00	1,72
3 - Carbón Activado		0,08	1,00	1,70
4 - Carbón Activado		0,05	1,00	1,74
Totales				



6,3 Lavado de filtros con agua

6,31 Datos generales:

Caudal de lavado

d 4000 m³/h

Tasa de lavado resultante

c 0,78 m/min

6,32 Expansión de manto filtrante:

Expansión del manto

c 47 m/h

c 31%

Entre 30 y 40 %

c 0,37 m

Altura total de manto expandido

c 1,57 m

Distancia de manto expandido a sistema de recolección

d 1,00 m

Distancia de manto sin expandir a sistema de recolección

c 1,37 m

Es necesario incrementar altura del filtro

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
6,4 Lavado de filtros con aire					
	Tasa de lavado con aire	d	0,9	m/min	55 m3/m2/h por pliego
	Factor de servicio	d	1,05	Adim	
	Caudal de aire de lavado	c	4955,0	m³/h	
			1,38	m³/s	
	Número de soplantes en funcionamiento	d	1,00	Unid	
	Caudal de cada soplante	c	4955,0	m³/h	
	Carga de agua a vencer	d	4,00	mca	
			0,40	kgf/cm²	
	Perdida de carga en la tubería de conducción de aire	d	0,030	kgf/cm²	
	Pérdida de carga en boquillas filtrantes	d	0,020	kgf/cm²	
	Presión diferencial del soplador	c	0,450	kgf/cm²	
	Diámetro de la tubería principal de aire	d	300,0	mm	
	Velocidad	c	19,47	m/s	
6,5 Sistema de drenaje (boquillas filtrantes)					
	Densidad de toberas	d	52,00	Unid/m2	
	Nº toberas por filtro	c	4462	Unid	
	Caudal por tobera en lavado	c	0,90	m3/h	
	Caudal por tobera en filtración	c	0,14	m3/h	
7 Tubería de salida					
	Diámetro de la tubería	d	1600	mm	
	Número de tuberías	d	1	Unid	
	Velocidad	c	1,8	m/s	
	Coeficiente C	d	130	Adim	Acero Inoxidable
	J	c	1,4	m/km	
	Tramo horizontal	d	110	m	
	Perdida de carga distribuida conducción	c	0,15	m	
	Piezas Especiales		Cantidad	(NºpiezasxKu)	

Item	Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Entrada	d	1		0,5
	Te directa	d	0		0
	Te lateral	d	0		0
	Codos 90º	d	0		0
	Válvula / Llave	d	1		0,2
	Reducción	d	1		0,15
	Salida	d	1		0,5
	Perdida de carga localizada conducción	c	0,14	m	
	Pérdida carga total en conducción	c	0,29	m	
	<i>Perfil hidráulico:</i>				
	Nivel máximo en depósito de agua filtrada	d	11,45	m	
	Nivel máximo en salida a filtros	c	11,74	m	
8 Ampliación de Elevadora de Agua Potable					
	Capacidad 1a línea de bombeo	d	650	m³/h	
	Capacidad 4a línea de bombeo	d	12000	m³/h	
	Capacidad 5a línea de bombeo	d	11000	m³/h	
	Capacidad 6a línea de bombeo	d	10000	m³/h	
	Capacidad máxima total de líneas de bombeo	d	33650	m³/h	
	Capacidad adicional mínima requerida	c	4.933	m³/h	
	Factor de Servicio	d	1,5	m³/h	
	Capacidad de diseño	c	7.400	m³/h	
	Número de equipos de bombeo	d	2	Unid	
	Capacidad de cada equipo	c	3.700	m³/h	
	Carga de bombeo	d	160	mca	

9.3.4. Alternativa 2 (Proceso): Inter-oxidación con ozono + Biofiltración GAC

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
1	<u>Oxidación con Ozono</u>				
1,1	<u>Datos generales</u>				
	Caudal máximo a fin de período	d	38.600	m³/h	Capacidad inicial para Q= 32.450 m³/h
	Dosis de O3	d	7,0	mg/l	
1,2	<u>Unidades de generación</u>		10.722		
	Eficiencia en transferencia de O3	d	95%		
	Capacidad total de generación horaria	c	284,4	kg/h	
		c	625,8	lb/h	
	Capacidad total de generación diaria	c	6.826,1	kg/d	163826,5263
		c	15.018,9	ppd	
	Capacidad de cada equipo de generación	d	3.500,0	ppd	
	Número de equipos de generación	d	5,0	Unid	Se seleccionan 5 equipos + 1 de respaldo
	Capacidad máxima de generación	c	17.500,0	ppd	
1,3	<u>Contactor de Planta Proyectada</u>				
	Caudal de diseño	c	12.866,7	m³/h	1/3 de caudal a fin de período
	Número de tanques en paralelo	d	2	Unid	
	Número de etapas de contacto	d	3	Unid	
	Número de etapas de reacción	d	1	Unid	
	Número de etapas de desozonización	d	1	Unid	
	Número total de etapas en serie	d	5,0	Unid	
	Tiempo de contacto	d	12	min	Entre 5 a 20 min
	Tiempo de reacción	d	2	min	
	Tiempo de desozonización	d	4	min	
	Factor de Baffle	d	0,65	Adim	

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Profundidad útil de la unidad	d	6,00	m	Entre 5,5 a 6,1 m
	Ancho de cada módulo	d	10,50	m	
	Longitud de c/ módulo de contacto	c	10,47	m	
	Longitud de c/ módulo de reacción	c	5,24	m	
	Longitud de c/ módulo de desozonización	c	10,47	m	
	Velocidad en tabiques ascensionales	d	0,76	m/s	
	Ancho de tabiques ascensionales	c	0,22	m	
	<u>Canal de entrada</u>				
	Ancho del canal	d	4,00	m	
	Tirante en el canal	d	3,00	m	
	Velocidad en canal	c	0,30	m/s	
	<u>Vertedero de entrada</u>				
	Ancho de cada vertedero	d	10,50	m	
	Tirante sobre vertedero	c	0,25	m	
	<u>Vertedero de salida</u>				
	Ancho de cada vertedero	d	10,50	m	
	Tirante sobre vertedero	c	0,25	m	
1,4	<u>Contactor de Planta Existente</u>				
	Caudal de diseño	c	25.733,3	m ³ /h	2/3 de caudal a fin de período
	Número de tanques en paralelo	d	4	Unid	
	Número de etapas de contacto	d	3	Unid	
	Número de etapas de reacción	d	1	Unid	
	Número de etapas de desozonización	d	1	Unid	
	Número total de etapas en serie	d	5,0	Unid	Entre 5 a 20 min
	Tiempo de contacto	d	12	min	
	Tiempo de reacción	d	2	min	

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Tiempo de desozonización	d	4	min	
	Factor de Baffle	d	0,65	Adim	
	Profundidad útil de la unidad	d	6,00	m	Entre 5,5 a 6,1 m
	Ancho de cada módulo	d	10,50	m	
	Longitud de c/ módulo de contacto	c	10,47	m	
	Longitud de c/ módulo de reacción	c	5,24	m	
	Longitud de c/ módulo de desozonización	c	10,47	m	
	Velocidad en tabiques ascensionales	d	0,76	m/s	
	Ancho de tabiques ascensionales	c	0,22	m	
	<u>Canal de entrada</u>				
	Ancho del canal	d	4,00	m	
	Tirante en el canal	d	3,00	m	
	Velocidad en canal	c	0,60	m/s	
	<u>Vertedero de entrada</u>				
	Ancho de cada vertedero	d	10,50	m	
	Tirante sobre vertedero	c	0,25	m	
	<u>Vertedero de salida</u>				
	Ancho de cada vertedero	d	10,50	m	
	Tirante sobre vertedero	c	0,25	m	
1,5	<u>Bombas elevadoras a contactor de Ozono</u>				
	Cantidad de bombas	d	3	u	
	Bombas en operación	d	2	u	
	Reserva	c	1	u	
	Caudal por bomba	c	12867	m3/h	
	Caudal por bomba	c	3574,1	l/s	
Columna de subida					

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Diámetro externo	d	1600,0	mm	
	Espesor de pared	d	12,7	mm	
	Diámetro interno	c	1574,6	mm	
	Velocidad	c	1,84	m/s	
	Coeficiente C	d	130	Adim	
	J	c	1,51	m/km	
	Longitud geométrica	d	6,85	m	
	Pérdida carga parcial		0,0104	m	
	<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
	Entrada	d	1	0,5	
	Ampliación	d	0	0,0	
	Te directa	d	0	0,0	
	Te lateral	d	1	1,3	
	Codos 90º	d	1	0,9	
	Codos 45º	d	0	0,0	
	Codos 22.5º	d	0	0,0	
	Codos 11.25º	d	0	0,0	
	Válvula de retención de clapeta	d	1	7,5	
	Salida	d	1	1,0	
	Pérdida de carga por piezas especiales	c	1,92	m	
	Pérdida carga parcial en impulsión	c	1,94	m	
Altura geométrica					
	Nivel de succión	d	15,60	m	
	Cota de descarga	d	17,20	m	Punto de descarga mas 0,5 m
	Dhgeom	c	1,60	m	
Carga resultante para equipos de bombeo					

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Carga de bombas	c	3,54	m	
	Potencia Hidráulica	c	123,83	Kwatt	
	Rendimiento Hidráulico	d	75%		
	Potencia al eje	c	165,1	Kwatt	
	Rendimiento Mecánico	d	85%		
	Potencia del motor	c	194,2	Kwatt	
	Potencia total	c	388,5	Kwatt	
1,6	<u>Canal de conducción a filtros</u>				
	Longitud del canal	d	270,00	m	
	Pendiente mínima	d	0,10%		
	Perdida de carga	c	0,27	m	

Solve for: Discharge Manning's Formula

Mannings Coefficient: 0,013

Slope: 0,000140 m/m

Depth: 2,00 m

Bottom Width: 4,00 m

Discharge: 7,2813 m³/s

Flow Area: 8,0 m²

Wetted Perimeter: 8,00 m

Top Width: 4,00 m

Critical Depth: 0,70 m

Critical Slope: 0,002785 m/m

Velocity: 0,91 m/s

Velocity Head: 0,04 m

Specific Energy: 2,04 m

Froude Number: 0,21

Flow Type: Subcritical

Solve Report... Close Help

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
1,7	<u>Filtros de arena convertidos a GAC trabajando como biofiltros</u>				
	Caudal de diseño	d	20.500,00	m³/h	
	Número de filtros	d	20,00	Unid	
	Ancho de cada filtro	d	8,16	m	
	Longitud de cada filtro	d	19,10	m	
	Área de cada filtro	c	155,86	m²	
	Tasa de filtración promedio	c	6,58	m/h	
	Espesor del manto de GAC	d	0,75	m	
	Tamaño efectivo GAC (Te)	d	1,00	mm	
	Espesor del manto de arena	d	0,25	m	
	Tamaño efectivo arena (Te)	d	0,50	mm	
	Relación l/e	c	1.250,00	Adim	
	Tiempo de contacto (EBCT)	c	9,12	min	
1,8	<u>Filtros de arena y antracita convertidos a GAC trabajando como biofiltros</u>				
	Caudal de diseño	d	5.300,00	m³/h	
	Número de filtros	d	8,00	Unid	
	Ancho de cada filtro	d	5,30	m	Estimado a verificar
	Longitud de cada filtro	d	18,90	m	
	Área de cada filtro	c	100,17	m²	
	Tasa de filtración promedio	c	6,61	m/h	
	Espesor del manto de GAC	d	0,75	m	
	Tamaño efectivo GAC (Te)	d	1,00	mm	
	Espesor del manto de arena	d	0,25	m	
	Tamaño efectivo arena (Te)	d	0,50	mm	

Item	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Relación l/e	c	1.250,00	Adim	
	Tiempo de contacto (EBCT)	c	9,07	min	
	Caudal total de producción biofiltros	c	25.800,00	min	Capacidad máxima 2045 = 38.600 m³/h

9.3.5. Alternativa 2 (Proceso): Verificación de las tasas de filtración

Parámetro	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Q total 2045	d	926.000	m³/d	
	c	38.583	m³/h	
A - Filtros Viejos				
Caudal procesado	d	20.449		Variable a modificar
Producción relativa al total	c	53%		
Área filtrante Filtros Viejos	d	3.117	m²	
Tasa de filtración	c	6,6	m/h	
Profundida del manto	d	1,00	m	
EBCT	c	9,1	min	Valor a chequear
B - Filtros Nuevos				
Caudal procesado	d	5.273	m³/h	Variable a modificar
Producción relativa al total	c	14%		
Área filtrante Filtros Nuevos	d	801	m²	
Tasa de filtración	c	6,6	m/h	
Profundida del manto	d	1,00	m	
EBCT	c	9,1	min	Valor a chequear
C - Filtros Nuevos-Nuevos				
Caudal procesado	d	12.861	m³/h	
Producción relativa al total	c	33%		
Área filtrante Filtros Nuevos-Nuevos	d	1.700	m²	

Tasa de filtración	c	7,6	m/h
Profundida del manto	d	1,20	m
EBCT	c	9,5	min

9.4. Cotizaciones Recibidas

9.4.1. Equipamiento de Ozono (Xylem)



XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

A / To: SEINCO	Tel.:
Atención: Ing. Jorge O. Bellagamba	Fax:
De / From: Ing. Gabriela Lecumberry	Referencia: PDOevo
Tema / Subject: Cotizacion Sistema de OZONO	Fecha / Date: 28.04.2017
	Hojas / Pages: 17

COTIZACION N° 5045

De acuerdo a lo solicitado tenemos el agrado de cotizar:

ITEM 1 - Equipo Generador de Ozono ppal WEDECO tipo PDOevo 2500 with LPSU700

Cantidad 6 (seis): Cada generador es capaz de producir **56.699 gO₃/h** con una concentración de 10 wt%. Utilizando agua de enfriamiento a 15°C y contando con una fuente de LOX.

Este sistema de ozono esta diseñado para cumplir con los requerimientos del cliente y brindar una solución fácil de instalar y de operar con un alto nivel de confiabilidad.

Las unidades están equipadas con detectores ambientes de ozono que monitorean al sistema. Si la concentración ambiente de ozono excede los niveles permitidos, el sistema se apaga automáticamente y se dispara una alarma.

Además, se incluyó un sistema de enfriamiento (air cooler chiller) para cada generador de ozono. La propuesta se completa con los dispositivos de monitoreo adecuados para el control del proceso y la seguridad personal.

Los sistemas de ozonización WEDECO están diseñados para adaptarse a los requerimientos del cliente y ofrecer una solución de fácil instalación y operación con un alto grado de fiabilidad. Estos equipos son pretesteados antes de ser embarcados bajo las condiciones de uso real durante 24 hrs.

Alcance del Suministro

Descripcion	Cant.	Incluido	No incluido (si aplica)	Observaciones
Gas de alimentacion			X	Fuente de alimentación provista por el cliente
	1	X		Nitrogen Boost Kit c/ Compressor
Ozone generation unit	5+1	X		Type: PDOevo 2500 LPSU 700
PSU for Ozone generator	5+1	X		WEDECO EFFIZON VF700
Sistema de introducción de ozono			X	
Tanques de contacto (obra civil)			X	

1/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
 Constitucion 2061
 11800 Montevideo - Uruguay
 Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
 E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

Destructor de ozono residual	2	X		COD incluye soplador y separador de particulas tipo 1060
Suministro de agua refrigerada	5+1	X		Air cooled Chiller Type: GLT165 HN
Instrumentacion de suministro de aire			X	
Dispositivos de Medicion				
- Monitor de ozono en el ambiente	5+1	X		Incluido en el generador, Honeywell con luz indicadora y sirena
- Monitor de oxigeno en el ambiente			X	
- c(O ₃) en la mezcla de gas	5+1	X		Control de dosis (DC) incluye WEDECO HC 400+
- c(O ₃) en agua			X	Se puede ofrecer opcional
- c(O ₃) en gas de salida	1	X		WEDECO MC 400+
- c(O ₃) en gas seco de salida			X	Se puede ofrecer opcional
- c(O ₃) en gas de salida portatil			X	Se puede ofrecer opcional
- Monitor de punto de rocío			X	
Distribuidor de Potencia	1	X		
Sistema de PLC principal	1	X		Siemens serie S7-300 con conexion Profibus
Sistema PLC local	5+1	X		Siemens serie S7-300 basada en el control del generador incluyendo TP 177
Embalaje	1	X		Incluido
Transporte			X	Condicion Ex works Herford (Alemania)
Trabajos civiles / construccion / Container			X	
Cañerías de conexionado en sitio			X	Cañerías de interconexionado de componentes WEDECO incluida
Cableado en obra			X	Cables para conexionado de componentes WEDECO incluida
Ensayo de fábrica		X		
Servicios:				

2/17 - Cot5045 - Sistema de desinfeccion de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

- Instalacion			X	
- Inspeccion			X	
- Supervision			X	Se incluyen hasta 56 días hombre de un tecnico especializado WEDECO en la planta.
- Puesta en marcha del sistema		X		
- Entrenamiento en sitio		X		
- Documentación	3	X		Impresa / CDs
Repuestos				
- generador de ozono			X	
Otros			X	

TOTAL SISTEMA DE OZONO EN CONDICION <u>EX WORKS</u> HERFORD (ALEMANIA)	USD 4.490.016,00
---	-------------------------

*Los costos de transporte no están incluidos en los costos

FORMA DE PAGO: A convenir

PLAZO DE ENTREGA: Aproximadamente 15 a 16 meses a partir de recibir O/C y aclaradas las especificaciones técnicas.

VALIDEZ DE LA OFERTA : 90 días

GARANTIA DE PRODUCTOS XYLEM

Todos los productos XYLEM tienen una garantía de 18 meses a partir de la fecha de entregado el equipo al cliente, o de 12 meses a partir de su puesta en funcionamiento, lo que primero ocurra.

La garantía cubre el reemplazo de las piezas defectuosas y según las siguientes condiciones:

- **Que el problema haya sido ocasionado por** deficiencias en los materiales empleados o en la mano de obra de fabricación (El desgaste normal y el mal uso no están cubiertos por esta garantía).
- **Que se haya** seguido atentamente las instrucciones del manual de uso que se entrega con todos nuestros productos.

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

- **Que no se haya efectuado:** aperturas del equipo, reparaciones o intentos de realizarlas por parte de personal ajeno a la red de servicios autorizados XYLEM.

La presente garantía no cubre daños que puedan provenir de :

- a) Falta de protección eléctrica,
- b) Funcionamiento con tensiones no adecuadas,
- c) Sobrecargas,
- d) Maltrato o uso indebido,
- e) Falta de mantenimiento **según se especifican en los manuales de uso.**

Serán a cargo del cliente todas las reparaciones motivadas por desgaste de uso o uso inadecuado.

Esta garantía incluye reparaciones tales como la sustitución de piezas defectuosas y no incluye los gastos de embalaje ni envío (salvo acuerdo en contrario) debiendo ser remitidos los reclamos a las oficinas centrales de Xylem Water Solutions Uruguay indicando el tipo de falla.

Saludos

Ing. Gabriela Lecumberry

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

1 Xylem Overview

Xylem is a leading global water technology provider, enabling customers to transport, treat, test and efficiently use water in public utility, residential and commercial building services, industrial and agricultural settings. The company does business in more than 150 countries through a number of market-leading product brands, and its people bring broad applications expertise with a strong focus on finding local solutions to the world's most challenging water and wastewater problems.



Xylem's treatment business offers a portfolio of products and systems designed to effectively meet the demands and challenges of treating water and wastewater. From smarter aeration to advanced filtration to chemical-free disinfection, Xylem leverages its well-known Treatment brands, Flygt, Leopold, Sanitaire, and Wedeco, to offer hundreds of solutions backed by a comprehensive, integrated portfolio of services designed to ensure we can meet our customers' needs in a number of different industries including municipal water and wastewater, aquaculture, biogas and agriculture, food and beverages, pharmaceuticals, and mining.

Our scientists and engineers utilize their deep applications expertise and continually listen and learn from our customers' situations to create solutions that not only use less energy and reduce life-cycle costs, but also promote the smarter use of water.



Wedeco has accepted the challenge of the 21st century. With the Wedeco brand for UV Disinfection, Ozone Oxidation & AOP solutions, we own the advanced technologies for chemical-free and environmentally friendly treatment of drinking water, wastewater and process water as well as further industrial treatment processes. We constantly invest a large portion of our energy in the development of high-tech components, systems and equipment, as well as in the study of new areas of application for UV, Ozone & AOP. In doing so, we have always given special attention to the increase in energy efficiency of our Products equipped with our unique UV lamps and Ozone electrodes.



5/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

The special characteristics of the **Wedeco Ecoray UV lamp** are its special doping and the unique long-life coating. Because of these features, a constantly high UV light yield is achieved with a substantially extended lamp service life at the same time. In addition, by using this technology it is not necessary to apply liquid mercury inside the lamp. Wedeco UV lamps cannot be surpassed in economic efficiency.

In relation to expenditure of energy, the High-Intensity/Low-Pressure Technology provides a light yield three times higher than comparable UV lamps of widely used Medium Pressure Technology. A higher light yield also means a lower heat generation at the same time.

Thanks to this, Wedeco UV lamps become less susceptible to varying water temperatures. Even the formation of deposits on the quartz sleeves as well as lamp aging is considerably lower than with alternative UV lamp technologies in Herford and Essen.



WEDECO Ecoray UV lamp



Xylem's Wedeco ozone systems combine maximum flexibility and reliable operating characteristics for small to large ozone capacities. The ozone generator system and control unit can be combined and supplemented with option sets that allow for various application requirements.

Effizon evo 2G ozone electrodes are the core of our technology and achieve an unmatched level of reliability and energy efficiency. The electrodes are manufactured completely from inert materials, without the need for fuses or coatings, making them highly resistant to corrosion. This means that the Wedeco ozone generators are practically maintenance free with no need for regular cleaning or replacement of the electrodes.

We rely on consistently high-quality standards in all divisions of the company. Moreover, product quality and manufacturing operations are constantly monitored and optimized in continuous improvement processes. Established quality controls give Xylem and you the security of knowing that Wedeco UV, Ozone & AOP systems will always operate reliably.

For more information please visit us on our homepage:
<http://www.xylem.com/treatment/us/brands/wedeco>



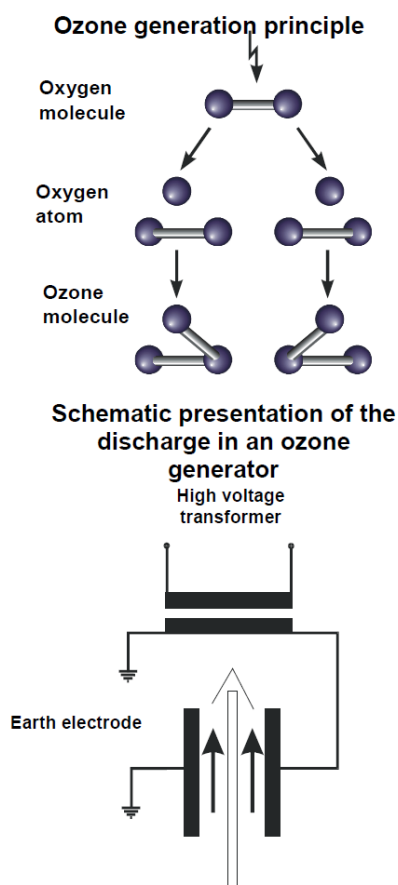
**WEDECO Effizon® evo 2G
Ozone electrode**

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

2 General Process Description

2.1 PROCESS DESCRIPTION



Next to fluorine, ozone is the strongest oxidising agent, and when correctly applied, able to contribute enormously to improve the condition of our life and environment. Ozone derives most of its beneficial properties from its ability to oxidise pollutants. The gas is an unstable molecule and therefore must be generated at the point of use. The decomposition product of the reactive molecule is oxygen, making it environmentally friendly.

Ozone has been known for more than 100 years, and has proven itself ecologically and economically attractive in many applications.

Ozone is produced on-site by means of silent electrical discharge from oxygen containing feedgas (cold plasma). Typically used feed gasses are oxygen or dried air.

Ozone is generated in a small gap between two electrodes, which are isolated from each other by a dielectric tube made of homogenous borosilicate glass. During the ozone generation process oxygen molecules are initially split inside the cold plasma. The plasma is formed by a high voltage transformer, operating at variable medium frequency, which is applied to electrodes. The resulting oxygen atoms react with oxygen molecules forming ozone. Released heat will be removed by cooling water.

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

2.2 OZONE GENERATOR PDOevo

2.2.1 EFFIZON®evo Technology

The heart of WEDECO's ozone generating system is a WEDECO EFFIZON®evo ozone generator, which represent the state-of-the-art in ozone generation technology. The feedgas crosses the ozone generator through annular thin spaces between the dielectric tubes as well as the space between the medium voltage electrodes and dielectrics. The electrodes are maintained at medium voltage, and the vessel is connected to the earth. The high electric field in the two annular spaces produces the ozone in a silent electrical discharge (cold plasma).



Image taken of a WEDECO PDOevo 7500 ozone generator with PSU

A part of the electric energy necessary for this ozone generation is transformed into heat. This heat is removed by the cooling water passing through the vessel. This patented design combines high ozone gas concentration, very low specific power consumption at all ozone gas concentrations and unmatched reliability.

The EFFIZON®evo ozone generator is constructed with baffled cooling water sections made of high grade stainless steel and manufactured to exacting standards. It consists of a cylindrical vessel closed at both ends by a removable flanged bottom with a glass window on both sides. Inside this cylinder, a specific number of stainless steel tubes are welded between two fixed tubes plates in a compact arrangement.

The design of WEDECO's ozone generating element provides low dielectric stress and a high dielectric breakdown factor of safety. The ozone generating elements consist of discrete duran glass tubes (dielectric) with a diameter of lower than 11 mm and a discrete stainless steel medium voltage electrode. Centring devices of the dielectrics and Electrodes creating two discharge rooms (spaces) for the ozone generation while allowing gas to flow on both sides of the tube.

8/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

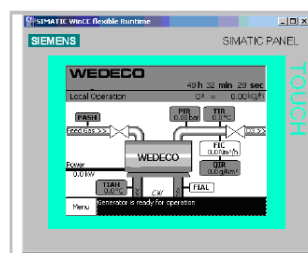
XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

For long term reliability the dielectric operates at max. 15% of the dielectric breakdown voltage rating. This eliminates the problem of periodic dielectric failures during ozone production, saving on system downtime, maintenance and spares costs while simultaneously eliminating the need for high cost, unreliable fusing devices. As a consequence WEDECO offers a replacement guarantee for the dielectric tubes for a period of ten (10) years operation.

All WEDECO ozone generating systems fulfill the requirements for ozone producing systems used in water treatment according to German Industrial Standard (DIN) 19627, with mechanical equipment (e.g., pressure vessels) having TÜV approval and the electrical systems meeting VDE (Association of German Electrical Engineers) standards.

The ozone generating system will be horizontally mounted and internally completely piped, instrumented and cabled in WEDECO's factory prior to delivery. This will allow the pre-testing (FAT) prior to delivery and significantly reduce the installation and start-up time required on site.



Operator Panel PDOevo Serie

Material	
Vessel and grounded tubes	SS 316
Support	SS 316
Gasket	PTFE
Dielectric	Duran glass (Thickness = 1,5 mm)

2.2.2 PLC - system

Every single ozone generation system is independent controlled automatically and is equipped with a Siemens S7 –300 PLC that controls the Power supply system. An integrated high resolution touch panel display is able to show trend diagrams for all parameters and error messages in clear letters. Predefined parameters shall be protected by security codes.

In detail the following functions are checked:

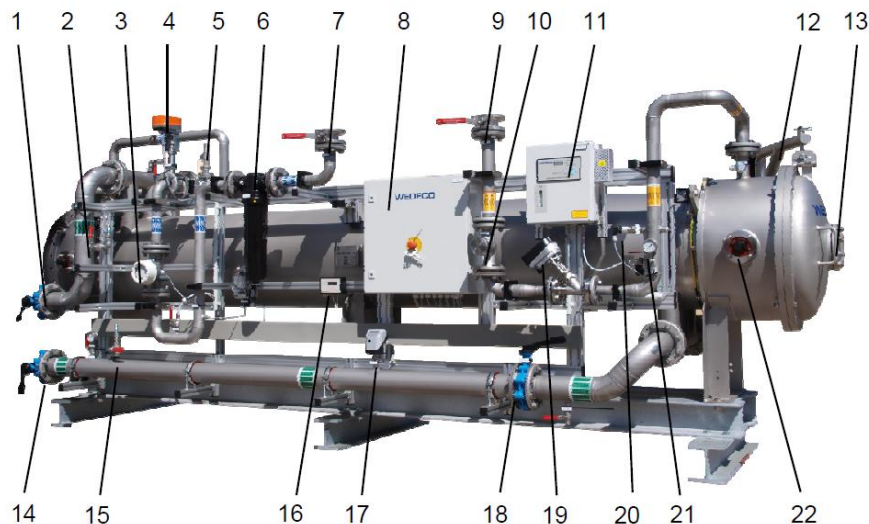
- ozone generation (control of transformer operation, frequency converter, temperature)
- the ozone concentration measurement devices for total ozone generation
- the measurement results of the ambient air measurement
- cooling water flow
- cooling water temperature

The system will shut off or go to stand-by operating mode automatically if major faults occur.

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L. (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

Ozone Generating System components



1. Cooling water outlet	12. Jib arm
2. Temperature sensor	13. Inspection glass
3. Gas flow meter	14. Cooling water inlet
4. Gas inlet valve	15. Safety valve (opt.)
5. Safety valve	16. Ambient air monitor
6. Gas inlet filter	17. Cooling water flow monitor
7. Feed gas inlet	18. Drain valve
8. Junction box	19. Gas control valve
9. Ozone gas outlet	20. Pressure sensor
10. Check valve	21. Pressure gauge
11. Ozone concentration monitor	22. Connection to PSU

2.2.3 Technical Data Ozone Generator

Design Specifications

Feedgas supply	LOX	
Feedgas pressure	4,5 - 6 bar	
Ozone concentration	148 g/Nm ³	10,0 wt%
Ozone production range	5 - 100 %	
Outlet gas pressure	0,9 bar(g)	
Cooling water temperature	15 °C	
Cooling water pressure	1 - 3,5 bar	

10/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
 Constitucion 2061
 11800 Montevideo - Uruguay
 Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
 E-mail: gabriela.lecumberry@xylem.com

System	
Material in contact with gas	ss316 TI / ss316L / ss304 / glass
Material in contact with cooling water	ss316 TI / PVC
PLC-type	Siemens S7-300
Protection class	IP 54

Performance			
	design per unit	design total	Max per unit
O ₃ production	56699 g/h	283495 g/h	64911 g/h
LOX demand	396,3 Nm ³ /h	1981,7 Nm ³ /h	453,7 Nm ³ /h
O ₂ /O ₃ GAS flowrate	383,1 Nm ³ /h	1915,5 Nm ³ /h	438,6 Nm ³ /h
Cooling water demand	74,2 m ³ /h	371,2 m ³ /h	86,5 m ³ /h
Specific energy consumption converter	8,4 kWh/kg	8,4 kWh/kg	8,5 kWh/kg
Total energy consumption converter	473,6 kW	2367,8 kW	551,9 kW

Main electrical connection	
V / Hz	400/50/3/N/PE
Netform	TN-C or TN-S-net
Apparent power	4055,0 kVA
Humidity / Temperature	< 90 % / 0 - 35 °C

Dimensions:	
Skid: L x W x H [Generator]	5,2 x 1,35 x 2 m
Shipping weight	6480
Operating weight	7440

Dimensions:		
Type	1 xVF 700	per generator
Cooling principle Trafo	oil cooled	
	per unit	
Apparent Power	811 kVA	
Base frame 1: L x W x H [PSU, PLC]	3,6 x 1,6 x 2,7	
Weight base frame 1	5000 kg	
Base frame 2: L x W x H [Trafo]	1,3 x 1,7 x 2,1	
Weight base frame 2	3200	

Compliant according to:	
German Industrial Standard (DIN) 19627	Ozone producing systems used in water treatment
TÜV	Mechanical equipment (e.g., pressure vessels)
VDE (Association of German Electrical Engineers) standards	Electrical Systems

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
 Constitucion 2061
 11800 Montevideo - Uruguay
 Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
 E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

2.3 CATALYTIC OZONE DESTRUCTION SYSTEM

This ozone destruct system removes non-dissolved gas and converts any residual ozone present to oxygen using catalytic material. Non-dissolved ozonated gas will be collected at the outlet of the ozonisation chamber and ozone will be destroyed in the catalytic destruction unit so that the concentration will not be higher than 0,1 ppm. The air stream, withdrawn from the reactor enters the ozone destructor to a preheating zone where the offgas will be heated to a temperature of 15 - 20 °C above the entrance temperature. With this temperature the gas flow is conducted to the catalytic reactor zone, where the ozone will be catalytically destroyed. The condensate which is collected in the bottom of the destructor is led back into the contactor.

Technical Data		
Type	COD 1060	
Quantity	2	
gasflowrate	957,75	Nm ³ /h
Max gasflow	1060	Nm ³ /h
installed heating capacity	10,8	kW
connected power fan	11	kW
dimensions outdoor version D x W x H (approx.)	1015 x 870 x 1350	mm

To prevent the ozone destructor against water droplets WEDECO strongly advises the installation of a demistor unit in front of the ozone destructor

Please note: WEDECO strongly advises the installation of a vacuum breaker valve to protect the contactors against damage from under- or overpressure.

XYLEM Water Solutions Uruguay

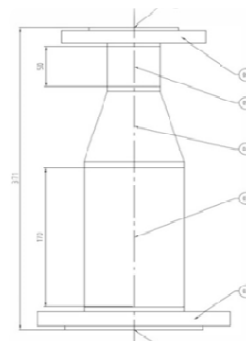
XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

2.4 DEMISTER UNIT

To prevent the ozone destructor against condensing water,, WEDECO will supply a demister unit.

The Demisters is a mesh type coalescer, intended to aggregate the mist into droplets that are heavy enough to separate from the vapor stream.

WEDECO recommends to install the demister directly on the outlet on top of the contact tank so that the drops could fall back into the tank. Different sizes are available matching design gas flows from 28 - 410 Nm³/h.



Sample image of a Demister

Technical Data

Material	Stainless steel 316
----------	---------------------

2.5 AIR COOLED CHILLER

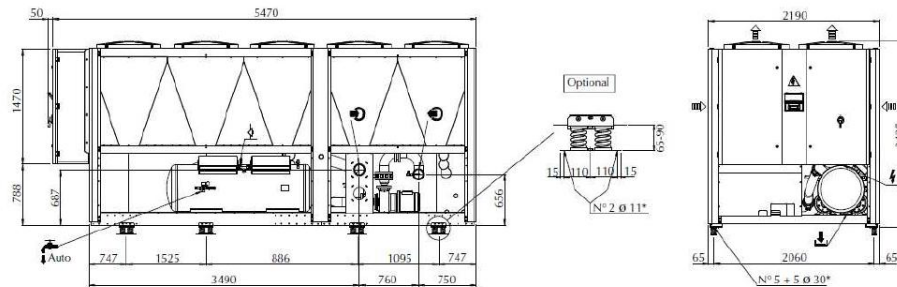
The ozone generation unit will be fed from a chiller unit independent from external cooling water supply. The coolant provided is enough to sufficiently cool the ozone generator running at 100% of the design production. The chiller provides on the closed loop side a cooling water (1/3 Antifrogen, 2/3 drinking water) temperature of app 10 °C. The open loop side of the chilling system (condenser) is air cooled (inlet air temperature ≤ 35°C).

The closed loop cooling circulation pump obtains refrigerant from the cooler and leads it through the ozone generator. An exchange of heat takes place and the refrigerant will be discharged in the cooler again.

The unit is designed for outdoor installation and shall be mounted close to the ozone generator. The unit includes a cold water pump with expansion tank, valves, full internal assembly, fully instrumented, piped and wired as well as oil and coolant for start-up operation. Internal displays shows operation and malfunction messages.

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com



Sample Drawing of a WEDECO Air cooled chilling system

Technical Data		
Type	GLT165 HE	
Quantity	5 + 1 (stand-by)	
cooling demand generator	473,6	kW
cooling capacity	490	kW
average power consumption (23°C)	285	kW
average power consumption (35°C)	285	kW
connection power	528	A
dimensions W x D x H	2190x4530x2425	mm
weight	4137	kg

2.6 MEASUREMENT DEVICES

2.6.1 Ozone detector for ambient air control

The ozone generator will have one ozone detector for ozone in ambient air control attached as standard safety device.

The Satellite XT is a robust transmitter for monitoring ozone concentration in air. The electrochemical sensor chosen the specific contaminant is highly selective and thereby reduces fault alarms. The amplifier of the transmitter assures a safe transmission of the measurement signal towards the controller. Potentiometer and measurement contacts behind a service lid allow for easy calibration on-site.

- For use in non-hazardous areas
- Sensors with long-term stability, thereby reduced follow-up costs
- Highly selective
- Easy handling



Sample Image of a Satellite
XT

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
Constitucion 2061
11800 Montevideo - Uruguay
Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

- 0.2 .. 1 mA or 4 .. 20 mA output signal

Service lid for:

- Measurement of output signal
- Simple one-man calibration on-site
- Plug-in sensor cell in stainless steel sleeve, replaceable without opening the casing

Technical Data		
Manufacturer	Honeywell or. Eqv.	
Type	Satellite XT	
Detection range standard	ppm	0-1
Humidity	% r.h.	20 - 90
Pressure	hPa	900 - 1100
Output signal	mA	0,2 .. 1 or 4 .. 20
Power supply	V	18 .. 24
Ambient temperature	°C	-20°... +40
Dimensions(W x H x D)	mm	95 x 145 x 50
Weight	g	650

The sensors will be connected to a flashlight and a signal horn for visual and acoustic alarm in case of ozone leakage.

2.6.2 Flashlight and Horn

Additionally to the standard ambient air sensor, one ambient air ozone display, one acoustic horn and one flashlight will be delivered. Those three components are already mounted on an aluminium plate. The protection class IP 54 enables an outside installation of the equipment. Two alarm signals of the ozone sensor can be processed as follows:

By passing the ozone concentration of 0,1 ppm the flashlight activates, the ozone generator continue its production.

By passing the ozone concentration of 0,2 ppm the acoustic horn activated and the ozone generator will shut down.

At any time the ozone monitor shows the actual concentration.

The standard-option „FH“ contains the following features:

- 1 x ozone monitor, flashlight and acoustic horn.
- 1 x extension of the local PLC incl. programming.
- 1 x extension of the documentation (circuit



Image of the option Flashlight & Horn

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L. (Sucursal Uruguay)
 Constitucion 2061
 11800 Montevideo - Uruguay
 Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
 E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

diagram, drawings, etc.).

- 10 m connection cable

2.6.3 Dose control

As standard the ozone production capacity of WEDECO ozone generators type PDOevo is manually adjusted by changing the gas flow or by regulating the converter power.

The standard option "dose control" ensures, after pre-selection of a specific ozone dosage, the fully automatic adjustment of the ozone production capacity by providing an analogue input signal of 4-20 mA (by others).

The customer provides the analogue signal as 4-20mA (e.g. raw water flow rate). The operator defines the ozone dosage at the touch panel. This dosage multiplied by the analogue signal (e.g. flow rate) results in the requested ozone capacity.

In principle, there are two methods adjust the calculated ozone mass:

- Adjustment of ozone concentration in product gas at constant gas flow
- Adjustment of gas flow at constant ozone concentration in product gas

The standard option „DC“ user friendly provides both adjustment methods:

The standard option „DC“ includes the following goods and services:

- 1 x Analog gas flowmeter (Type ABB),
- 1 x Ozone concentration measurement in product gas (Type HC 400+),
- 1 x Extension of control concept including necessary programming
- 1 x Extension of documentation (wiring diagram, drawings, etc.).

2.6.3.1 Ozone in product gas analyzer HC400plus

The Model WEDECO HC 400+ is a robust process analyzer for ozone. It is measuring the ozone concentration in gas samples using the UV photometric principle. The photometer is available in a NEMA 4X wall mount enclosure. The sensor module contained in the Model WEDECO HC 400+ uses detectors which have a very narrow band of spectral sensitivity, eliminating the need for UV band pass filters which are subject to deterioration by UV or humidity. Two detectors are used: one for the ozone measurement, the other to compensate for changes in UV lamp intensity. This unique design provides a sensor which will operate for extended periods without calibration or maintenance.



Sample Image of a WEDECO HC 400+

16/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

XYLEM Water Solutions Uruguay

XYLEM Water Solutions Argentina S.R.L (Sucursal Uruguay)
 Constitucion 2061
 11800 Montevideo - Uruguay
 Teléfono: 598 2 400 58 18 - Fax: int 102
 E-mail: gabriela.lecumberry@xyleminc.com

Built-in diagnostics provide warning signals in case operating parameters are out of range. Test values can be viewed while the Model WEDECO HC 400+ is operating. These displays, warnings, and self-diagnostics, along with the modular design, allow maximum uptime. In addition, any function that can be set or monitored from the front panel can be remotely set or viewed through the bidirectional RS-232 port.

Technical Data	
quantity	one for each ozone generator
Measurement Principle	UV Absorption (Beer Lambert Law)
Ranges	0-5% w/w to 0-25% w/w, 0-100g/Nm3 to 0-
Measurement Units	% w/w, g/Nm3
Accuracy	± 1% of Full Scale
Precision/Repeatability	± 0.5% of Full Scale
Display Resolution	0.01 % w/w, 0.1 g/Nm3
Response Time	<5 seconds to 95%
Compensation	Pressure, Temperature (NTP = 273.15K,
Gas Inlet Pressure Range	3.0 – 30.0 psig
Gas Flow Rate	0.2 – 2.0 LPM
Temperature Range	5-45°C
Dimensions (HxWxD)	407 mm x 401 mm x 204 mm
Weight	15.3 lbs (6.9 kg)
Power	110-240V~, 50/60Hz, 1.1A
Analog Output	0-5V or 4-20mA isolated output
Status Outputs	System OK, Invalid Reading, UV Lamp Fault
RS-232(Optional RS-485)	57.6 Kbaud, DB-9 connector
Approvals	CE
Degree of Protection	IP65 (NEMA 4X)

2.7 WEDECO SERVICE

The inspection of the installation, the connection of the delivered items to the local media, programming on site, start-up and training of the customers personnel can be provided by qualified WEDECO service technician by up to 56 man-days. Additional services will be supplied if necessary and charged according to WEDECO's standard service rates.



WEDECO Service technicians are active world-wide for commissioning, training and maintenance.

17/17 - Cot5045 - Sistema de desinfección de OZONO - SEINCO - 28.04.2017.doc

9.4.2. Equipamiento de Ozono (Suez)



Ozone System
SEINCO - Uruguay



Plant Size: 270 kg/h Ozone and 66 kg/h in stand-by

Capital Cost Estimate

Estimate based on 270 kg/h at 10% concentration with a system consisting of five (5) ozone generators, each rated for 66 kg/ h. Budget consider one (1) ozone generators for stand by.

Plant Item	Number of Units	Budget Price \$
LOX System - including:		Not Included
Ozone Generator & Power Supply Unit (skid mounted ozone generator)	6	\$ 9.000.000
Instrumentation and Monitors	1 lot - (see note 1)	Incl. above
Field Valves	1 lot - (see note 1)	Incl. above
Ozone Dissolution Systems	0	Not Included
Destruct Units and Off-gas Blowers	0	Not Included
Miscellaneous Items, e.g.:	(see note 1)	Incl. above
N ₂ supply, Freight, Warranty, Project Mgt.,		
Factory Testing, Commissioning, etc.		
Total Capital Cost		\$ 9.000.000

NOTES:

1. Typical Allowance - at this time, detailed scope of supply unspecified

Sistema de Ozônio

Ano de Start up da planta = 2000



Área do sistema de ozônio



Chegada da água bruta



Peneiras Suez



Geradores de Ozônio





Sistema de injeção de ozônio por Difusores Radiais



Destruidor de Ozônio



Alarmes de controle de vazamento

Central de Controle

9.4.3. Otros equipos varios

Jorge Omar Bellagamba

De: Lecumberry, Gabriela - Xylem [Gabriela.Lecumberry@xyleminc.com]
 Enviado el: viernes, 23 de junio de 2017 12:57
 Para: Jorge Omar Bellagamba
 Asunto: RE: S875: OSE CAF - Equipos Aguas Corrientes
 Datos adjuntos: Alternativa1 - bomba unica.pdf; Alternativa1 - VIT.docx; Alternativa2 - bomba unica.pdf; Alternativa2 - Lavado de Filtros.pdf

Hola Jorge,
 Adjunto selección y precios de lo que te podemos cotizar.

i) Alternativa 1

1. Floculadores Mecánicos Verticales de Flujo Axial - Floccodecantadores (Cantidad = 4 ; Gradiente = 40 a 80 1/s; Pot = 2,2 kW). **NO CONTAMOS CON EQUIPOS**

2. Bombas Propeller de flujo axial - Conducción a Filtros GAC (Cantidad = 3+1; Q = 12.900 m³/h; H= 4,2 mca).

PL7125/905 1410 – PRECIO UNITARIO: USD 125.000 CIF Mdeo

VER DATA SHEET ADJUNTA

3. Bombas de turbina vertical - Carga de Depósito de Lavado (Cantidad = 2+1; Q = 1.350 m³/h; H= 14,0 mca).

VIT-FFFM 18LHXC 1 Stage(s) – PRECIO UNITARIO: USD 57.000 CIF Mdeo

VER DATA SHEET ADJUNTA

ii) Alternativa 2

4. Floculadores Mecánicos Verticales de Flujo Axial - Planta Nueva (Cantidad = 40 ; Gradiente = 40 a 80 1/s; Pot = 1,5 kW). **NO CONTAMOS CON EQUIPOS**

1. Bombas Propeller de flujo axial - Conducción a Contactor (Cantidad = 2+1; Q = 12.900 m³/h; H= 3,2 mca).

PL7121/905 425N4 – PRECIO UNITARIO: USD 120.000 CIF Mdeo

VER DATA SHEET ADJUNTA

2. Bombas Propeller de flujo axial - Lavado de filtros de Planta Nueva (Cantidad = 1+1; Q = 4.000 m³/h; H= 7 mca).

PL7065/706 620 – PRECIO UNITARIO: USD 44.420 CIF Mdeo

VER DATA SHEET ADJUNTA

3. Soplantes para Lavado de Filtros - Planta Nueva (Cantidad = 1+1; Q = 5.000 m³/h; dP = 450 mbar). **NO CONTAMOS CON EQUIPOS**

iii) Intervenciones Comunes a Ambas Alternativas

1. Floculadores Mecánicos Verticales de Flujo Axial - Unidades Convencionales (Cantidad = 12 ; Gradiente = 40 a 80 l/s; Pot = 4,5 kW). **NO CONTAMOS CON EQUIPOS**
- 2.
3. Soplanges para Lavado de Filtros - Planta Sur (Cantidad = 1+1; Q = 4400 m³/h; dP = 310 mbar). **NO CONTAMOS CON EQUIPOS**
4. Bombas centrífugas de carcasa partida - Elevadoras de agua potable (Cantidad = 2; Q = 3.700 m³/h; H= 160 mca). **No contamos con equipos de carcasa partida que llegue a esa altura, ni tampoco con centrífugas de succión axial.**

iv) Impulsión Paso Severino - Aguas Corrientes

1. Bombas centrífugas de carcasa partida - Impulsión Paso Severino / Aguas Corrientes (Cantidad = 3+1; Q = 2.500 l/s; H= 50,0 mca). **No contamos con equipos de carcasa partida para caudales mayores a 1250 l/s**

Espero que ahora si este correcto.
Cualquier duda me consultas.

Saludos

Ing. Gabriela Lecumberry
Dpto. Técnico Comercial
O: (+598) 2400 5818 Int. 102
M: (+598) 95 829669
gabriela.lecumberry@xyleminc.com
www.xylem.com.uy



FLYGT | GODWIN | LEOPOLD | SANITAIRE | WEDECO



En **NUESTRO TALLER**

PARA BRINDARLES UN MEJOR SERVICIO AHORA TAMBIEN REPARACION & ALQUILER DE BOMBAS

Constitución 2061/63, Montevideo.

(+598) 24005818

xylem
Let's Solve Water

PEDRO GIL S.L.
construcciones mecánicas

Salvador Albert i Riera, 9 (Pol. Ind. Vallmorena)
08339 - Vilassar de Dalt - Barcelona - España
Tel: (34) 93 753 71 71 Fax: (34) 93 753 73 00
e-mail: ventas@pedrogil.com - www.pedrogil.com



VILASSAR DE DALT 20 JUNIO 2017

RETEC

SR. GUSTAVO
S/REF: AACC OSE

OFERTA TECNICA N.80285/2017/221

SRES,
DE ACUERDO CON SU SOLICITUD, NOS ES GRATO DETALLARLES NUESTRA MEJOR OFERTA :

SOPLANTE DE EMBOLOS ROTATIVOS (SISTEMA ROOTS)

160018 GRUPO PG-30-F1 RNT-35.20 PRESION DN-250
431950 MOTOR 3000/MIN55kWEJE60 TOPIE3 400-690V 50HzIP55 B3 (CAJA SUPERIOR) EFICIENCIA IE3 CON PATAS

CONDICIONES DE SERVICIO

FLUIDO A VEHICULAR : EXENTO DE ACEITE		: AIRE
PESO ESPECIFICO	KG/M3	: 1,203
CAUDAL ASPIRADO	M3/MIN	: 73,3
CAUDAL ASPIRADO	M3/HOR	: 4400
PRESION DE ASPIRACION	BAR ABS.	: 1
TEMPERATURA DE ASPIRACION	GRADOS C	: 20
PRESION IMPULSION	BAR ABS.	: 1,31
DIFERENCIA DE PRESION	BAR	: 0,310
TEMPERATURA FINAL	GRADOS C	: 49
VELOCIDAD MAX. SOPLANTE	V/MIN	: 2400
VELOCIDAD DEL SOPLANTE	V/MIN	: 1845
VELOCIDAD DEL MOTOR	V/MIN	: 2965
POTENCIA ABSORBIDA	KW	: 46,2
POTENCIA DEL MOTOR	KW	: 55
MARCA DEL MOTOR		:
DATOS TECNICOS DEL MOTOR		: IP 55/50 Hz
FACTOR INERCIA DE LA SOPLANTE	KW*M2	: 7,400000
DIAMETRO NOMINAL DE LA SOPLANTE	MM	: 250
RUIDO CON CABINA en campo abierto a 1m de distancia dB(A)		: 80
RUIDO SIN CABINA en campo abierto a 1m de distancia dB(A)		: 89
TOLERANCIA DEL CAUDAL ASPIRADO Y LA POTENCIA ABSORBIDA + - 5 %		
ALTURA (M)		: 0
HUMEDAD RELATIVA (%)		: 0

PINTURA :

Desengrasado químico, una capa de 60 micras (+/- 10 micras) de pintura/imprimación Azul Ral-5012
Cabinas: Chapa galvanizada, capa de 35-40 micras Gris Ral-7044/7039

MATERIALES DE CONSTRUCCION :

CUERPO/LATERALES/CARTER:
PISTÓN-EJE TAMAÑOS 60.20 A 33.30:
PISTONES - TAMAÑOS 34.20 A 36.20:
EJES TAMAÑOS 34.20 A 36.20:
ENGRANAJES:
BANCADA:
DOCUMENTACION: S/DIN 50.048 2.2:
TODO STANDARD DEL FABRICANTE

FUNDICION GG20
ACERO FORJADO CK 45
FUNDICIÓN NODULAR GGG-50
ACERO CK 45
ACERO 18 CR MO 4 TRATADOS Y RECTIFICADOS
ACERO ST 37

El soplante ofertado es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

*2006/42/CE para máquinas
2014/30/UE compatibilidades electromagnéticas
2014/68/UE para equipos de presión
2014/35/UE para equipos de baja tensión*

GARANTIA: 18 MESES DESDE LA ENTREGA O 12 MESES DESDE LA PUESTA EN MARCHA



OTROS EXTRA (CONSULTE CON NUESTRA OFICINA)

- CONTRATO DE MANTENIMIENTO (Revisión en planta, cambio de filtro, aceite y correas, control de vibraciones)
- SUPERVISIÓN PUESTA EN MARCHA
- PANEL DE CONTROL DIGITAL (Temperatura, presión, control de horas, vibraciones, consumo)
- MOTOR MÁXIMA EFICIENCIA EFF1
- VALVULA DE ALIVIO (PARA ARRANQUE CON CARGA)
- COMPENSADOR AXIAL PARA PRESIONES SUPERIORES A 700 MBAR.
- PRESOSTATOS, TERMOSTATOS, TERMÓMETROS, ETC
- REPUESTOS RECOMENDADOS 2 Y 5 AÑOS

OFERTA ECONOMICA N.80285/2017/221

		CANTIDAD	EURO/UNID	TOT.LINEA
160018	GRUPO PG-30-F1 RNT-35.20 PRESION DN-250	2	14.000,00	28.000,00
431950	MOTOR 3000/MIN55kWEJE60 TOPIE3 400-690V 50HzIP55 B3 (CAJA SUPERIOR) EFICIENCIA IE3 CON PATAS	2	2.000,00	4.000,00
				32.000,00

ACCESORIOS INCLUIDOS

	CANTIDAD
562085 POLEA TRAPEZOIDAL SPB DIN2211 EQUIL. DINAMICA	2
562080 POLEA TRAPEZOIDAL SPB DIN2211 EQUIL. DINAMICA	2
566028 CORREA TRAPEZOIDAL DIN - 7753 SPB3000	10
426005 MANGUITO DE GOMA DN 250 NEOPRENO 140 GRADOS	2
487018 TUBO BRIDA DN-250 /L=260mm	2
700665 PACKAGE PG-30-F1 DN-250 EMBALADO INCLUYE EMBA	2
345805 BANCADA-SILENCIADOR DN-250 PG-30-F1 PRESION	1
381006 CARTUCHO FILTRO 395/400 DN-250 B-51C/B-53C	1
438048 PIE ELASTICO BSB 160 dureza 70 ShoreM20 ref135.384 PARA GRUPOS F1 DN-200/250 A PARTIR DE 01/2013	4
458215 SILENCIADOR ASPIRACION-L PG-30-F1 DN-250 (INCLUYE TAPA)	1
509025 CONJUNTO VALVULA RETENCION DN-250 CINCADA CON TOPE Y JUNTAS DE VITON	1
511143 VALVULA SEGURIDAD VSP DN-200 CINCADA PRESION CAMPANA EN BRONCE/ MODELO 2009	1

ACCESORIOS OPCIONALES

	CANTIDAD	EURO/UNID	TOT.LINEA
672005 CABINA DN-250 PG-30-F1 RAL7044/7039 230-400V 50Hz ATENCION: NO VALIDA PARA TAMAÑO RNT-36.10	2	3.900,00	7.800,00
9997359 5 L. ACEITE SINTETICO ISO VG-220	8	80,00	640,00
			8.440,00

CONDICIONES DE SUMINISTRO

EMBALAJE UNITARIO : MARÍTIMO NO INCLUIDOS 600 EUROS UNIDAD
 PORTES : EX WORKS SHANGHAI
 PLAZO ENTREGA : 8 SEMANAS
 FORMA DE PAGO : 1 TRANSFERENCIA ANTES DE ENVÍO
 PLAZO DE VALIDEZ DE LA OFERTA : 3 MESES
 IMPUESTOS (I.V.A.) : APARTE

A la espera de ser merecedores de su confianza, quedamos a su disposición para facilitarles cuantas aclaraciones precisen.

Cordialmente

C.M. PEDRO GIL S.L.

Jorge Omar Bellagamba

De: Ing Tabare Larrosa [tabare.larrosa@temac.com.uy]
Enviado el: viernes, 23 de junio de 2017 12:57
Para: obellagamba@seinco.com.uy
CC: Juan Martinez (TEMAC S.A.)
Asunto: Re: Fwd: Fwd: Fwd: S875: OSE CAF - Equipos Aguas Corrientes

Hola Jorge,

Abajo dejo información técnica, precio y plazo por los soplantes seleccionados

Quedo a las órdenes.

Saludos.

- Soplantes para Lavado de Filtros - Planta Nueva (Cantidad = 1+1; Q = 5.000 m³/h; dP = 450 mbar).

- Modelo HB950C
- Potencia 110KW
- Caudal 5193m³/h
- Presión diferencial 450mbar
- Tensión 400V/50Hz/3ph
- Motor de eficiencia IE3
- Incluye silenciadores, filtro con monitorización, compensador, válvula de escape, motor con termistores, tensado automático de las correas, aislamiento contra vibraciones, protector completo de la correa.
- Precio U\$S 29.100 + iva c/u
- Plazo 12 semanas
- Duración de la oferta 120 días
- Forma de pago a definir
- Link a hoja técnica, <http://www.kaeser.es/images/P-900-SP-tcm11-6779.pdf>



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

PROPOSTA TÉCNICA-COMERCIAL



Cliente:	SEINCO
Referência do cliente:	SOLICITAÇÃO POR E-MAIL NA DATA 17/06/2017.
Referência Aerzen do Brasil:	SQ-17-000030.

Jundiaí, 27, de Junho de 2017.

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Prezado Sr.

Agradecemos pela oportunidade de podermos apresentar a nossa melhor solução para o seu processo produtivo.

A AERZENER MASCHINENFABRIK conta com mais de 150 anos de experiência como pioneira no desenvolvimento de várias gerações de sopradores e compressores, sendo uma das principais fornecedoras de soluções orientadas ao cliente quando o tema é ar comprimido isento de óleo, gases, vácuo e medidores de vazão, estando presente no Brasil agora há 17 anos com ampla estrutura de Vendas, Pós Vendas e Assistência Técnica.

Sempre à sua disposição para prestar quaisquer esclarecimentos que se fazem necessários,

Atenciosamente,

Aerzen do Brasil

Aline Silva
Analista Comercial / Commercial Analyst
New business division

Rua Dionysio Rito, 300.
CEP 13213-189 - Jundiaí - SP
Tel.: (+55 11) 4612-4021

e-mail: aline.silva@aerzen.com.br

Hiroshi Itami
Coordenador Comercial / Commercial Coordinator
New business division

Rua Dionysio Rito, 300.
CEP 13213-189 - Jundiaí - SP
Tel.: (+55 11) 4612-4021
Cel.: (+55 11) 9 9818-8645 / 9 9204-2803

e-mail: hiroshi.itami@aerzen.com.br

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Índice

Descrição geral do produto	3
Documentação Técnica	6
Procedimento de Pintura padrão Aerzen	7
Escopo de Fornecimento	8
Item 01 – soprador AERZEN DELTA BLOWER G5 MODELO GM 90S	8
Condições Comerciais	11
TERMOS COMERCIAIS GERAIS (TCG)	12
Aerzen News – CUSTOMER SUPPORT	14



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Descrição geral do produto

SOPRADOR DELTA BLOWER G5 **GM3S – GM240S (30 a 15.000m³/h) até 1000 mbar (g)** **ISENTOS DE ÓLEO PARA AR E GASES NEUTROS**



*imagem meramente ilustrativa, podendo variar de acordo com o escopo de fornecimento.

Os sopradores da família DELTA BLOWER G5 (5ª Geração Tecnológica) são equipamentos robustos, duráveis e são o coração de inúmeros processos. A AERZEN possui 150 anos de experiência trabalhando com sopradores lobulares, portanto a G5 possui as maiores inovações tecnológicas possíveis, disponibilizando aos clientes sopradores isentos de óleo (Ar isento de óleo – ISO8573-1 Classe Zero, certificado TÜV) para ar e gases neutros.

A família de equipamentos G5 possuem custos reduzidos durante seu ciclo de vida, fácil instalação e operação, baixa manutenção, baixo nível de ruído e, portanto alta disponibilidade de operação, assim atendendo nossos clientes ano após ano, década após década.



Controle de fluxo de
25 a 100%



Vazões de 30 a
15.000m³/h



Pressão de -500 até
1000mbar(g)



Diâmetros nominais de
DN 50 a DN 400

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115

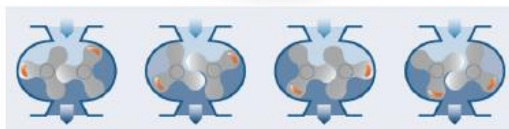
3



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

A durabilidade das unidades de sopradoras (bareshaft) da AERZEN é lendária, devido à baixa manutenção e alta vida útil. Para que seja possível atingir esse alto padrão a unidade de compressão é produzida na Alemanha seguindo o mais rígido controle de qualidade. Mesmo assim a AERZEN mantém equipe de serviço disponível para atendimento em todo o Brasil.



Os equipamentos da família G5 com cabine foram concebidos para instalação lado-a-lado, desta forma gerando mais de 40% de economia no tamanho da sala/abrigo dos equipamentos. Conforme figura abaixo sua manutenção é realizada na parte frontal e/ou traseira, caso seja necessário sacar o motor e/ou unidade compressora, isto será possível retirando a tampa superior da carenagem.



*imagem meramente ilustrativa, podendo variar de acordo com o escopo de fornecimento.

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division
Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

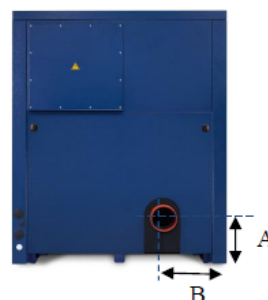
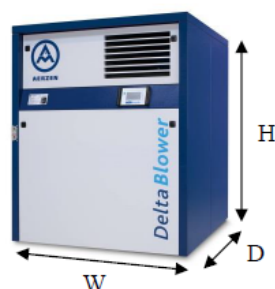
CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Dimensões e Pesos



MODELO	H	D	W	A	B	DN	PESO S/ CABINE	PESO C/ CABINE
GM3S	1055	800	800	228	245	50	148 kg	212 kg
GM4S	1280	1135	925	258	228	80	207 kg	299 kg
GM7L	1280	1135	925	258	228	80	212 kg	304 kg
GM10S	1280	1135	925	258	228	80	236 kg	328 kg
GM10S	1500	1350	1250	294	375	100	336 kg	496 kg
GM15L	1500	1350	1250	294	375	100	351 kg	511 kg
GM25S	1500	1350	1250	294	375	125	407 kg	567 kg
GM30L	1900	1800	1500	356	435	150	690 kg	1020 kg
GM35S	1900	1800	1500	356	435	150	780 kg	1110 kg
GM50L	1900	1800	1500	356	435	150	830 kg	1160 kg
GM50L	2111	2055	1700	357	525	200	905 kg	1475 kg
GM60S	2111	2055	1700	357	525	200	1035 kg	1605 kg
GM80L	2308	2200	1900	456	600	250	1550 kg	2200 kg
GM90S	2308	2200	1900	456	600	250	1620 kg	2270 kg
GM130L	2345	2850	2100	410	635	300	2436 kg	3410 kg
GM150S	2345	2850	2100	410	635	300	2796 kg	3750 kg
GM220L	3500	4304	2800	410	800	400	4981 kg	8240 kg
GM240S	3500	4304	2800	410	800	400	5371 kg	8630 kg

Se necessário favor solicitar o desenho dimensional do equipamento.



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Documentação Técnica

Documentação técnica conforme padrão da Aerzen do Brasil, considerando somente comentários em itens que não alterem a concepção do equipamento:

Documentos técnicos no padrão Aerzen (inclusos no escopo)

- a. Certificado de materiais dos principais componentes (unidade compressora);
- b. Certificado TUV – Classe Zero / Ar isento de óleo;
- c. Desenho da placa de identificação;
- d. Desenho dimensional do equipamento;
- e. Diagrama elétrico do painel de controle AERtronic (se incluso no escopo)
- f. Folha de dados de instrumentos;
- g. Folha de dados do motor elétrico e dimensional (se incluso no escopo);
- h. Folha de dados ou curva de desempenho;
- i. Manual de instalação, operação e manutenção;
- j. Procedimento de pintura;
- k. Teste de performance do equipamento (unidade compressora);

Documentos técnicos especiais no padrão Aerzen (exclusos do escopo, salvo citado)

- l. Certificado de calibração de instrumentos;
- m. Certificado de ensaio de rotina para motor;
- n. Certificado de ensaio de tipo para motor;
- o. Cronograma de fornecimento;
- p. Databook;
- q. Placa de identificação em INOX 304/316;
- r. Plano de inspeção e testes (PIT)

A documentação consolidada será enviada junto com o equipamento em mídia digital (email).

Inspeção e teste no padrão Aerzen (exclusos do escopo, salvo citado)

- a. Diligenciamento;
- b. Inspeção presenciada pelo cliente (Inspeção final visual e dimensional);



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Procedimento de Pintura padrão Aerzen

Design A: Padrão para Ambientes Agressivos

Acabamento	30µm - Revestimento de acabamento em RAL 5001
Intermediária	30µm - Camada Intermediária em RAL 7035
Fundo	40µm - Base em marrom Avermelhado
✓ 100µm de espessura total	
✓ Temperaturas de até 270°C	

A pintura aplicada nos equipamentos AERZEN atende o mais alto nível de qualidade, assegurando desta forma elevada durabilidade.

A tinta utilizada é especialmente desenvolvida para as peças dos equipamentos AERZEN e é particularmente notável por sua excelente característica aglutinante bem como a sua elasticidade, sua base é um agente aglutinante de resina sintética de secagem rápida possuindo um alto grau de resistência à água.

Procedimento de pintura:

Aplicação da tinta base:

KH-tinta de aderência A200 – artigo num.: 224-0202, marrom avermelhado do fabricante Relius, com espessura da camada em 40µm.

Camada intermediária:

Como prime industrial, RELEST proteção 224 1K-Ak – Primer, fabricante BASF

Cor brilhante de acordo com RAL 7035 com espessura da camada em 30µm.

Revestimento de acabamento:

Como revestimento de acabamento é utilizado verniz de resina alquídica azul esverdeado, RAL 5001, grau de brilho de 35% / 60°. Com espessura da camada em 30µm.

ZP – verniz de camada simples DS do fabricante Relius.

Deritex 35 thix SH RAL 5001 do fabricante Dr. Demuth GmbH & Co KG.

Espessura total da pintura é de 100µm podendo trabalhar sob altas temperaturas de até 270°C.

Nota¹: Se for necessário um procedimento e/ou cor de pintura especial, favor consultar nosso departamento técnico/comercial.

Nota²: O procedimento de pintura do motor elétrico permanece conforme o padrão de seu fornecedor, salvo citado na proposta.

7

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Escopo de Fornecimento

Item 01 – soprador AERZEN DELTA BLOWER G5 MODELO GM 90S.

Itens padrão (inclusos no escopo):

- ✓ AERZEN DELTA BLOWER G5 – unidade sopradora (bareshaft);
 - Carcaça: EN-GJL-200 (GG20) equivalente ao ASTM A48 classe 30;
 - Rotores e eixos de acordo com o modelo:
 - GM3S ao GM80L em CN45;
 - GM90S e GM130L em EN-CJS-500-7;
 - GM150S ao GM240S, rotor em EM-CJS-400-18-LT, eixo em C45N.
 - Engrenagens de sincronismo: material: 16 Mn Cr 5E equivalente AISI 5115; dentes endurecidos e retificados;
 - Mancais: rolamentos;
 - Lubrificação por salpico;
 - Vedação da câmara de compressão: através de quatro selos de anel de labirinto e defletores de óleo;
 - Vedação do eixo de acionamento: através de retentor;
 - Sentido de fluxo: vertical descendente;
 - Sentido de rotação: anti-horário olhando para o eixo de acionamento;
 - Pintura padrão: cor final RAL 5001
- ✓ Filtro de admissão de ar com silenciador e indicador de saturação;
- ✓ Sistema de transmissão polia/correias com tensionamento automático, possibilitando eficiência de transmissão constante;
- ✓ Motor elétrico de alta eficiência WEG IPW55 - TEFC W22 – 60Hz/3Φ;
- ✓ Manômetro de Ø63 mm – 0 a 2 bar (g);
- ✓ Válvula de segurança;
- ✓ Válvula de retenção (tipo flap) integrada;
- ✓ Silenciador de descarga de alta eficiência;
- ✓ Mangote de borracha com abraçadeiras na descarga;
- ✓ Base de aço carbono única para o conjunto;
- ✓ Amortecedores de vibração;
- ✓ Kit de serviço (óleo, funil, mangueira p/ dreno, macaco e calços);

Itens especiais (inclusos no escopo):

- ✓ Cabine acústica, garantindo um nível de ruído inferior de 77 dBA;
- ✓ Termostato / Termômetro;
- ✓ Pressostato.

8

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Folha de dados:

Gás	Ar Atmosférico				
	Variável	Mínimo	Nominal	Máximo	Unidade
Vazão na admissão*:	Q		5024		m³/h
Pressão de sucção:	P1		1,013		bar a
Pressão de descarga:	P2		1,513		bar a
Pressão diferencial:	ΔP		500		mbar
Temperatura de sucção:	T1		35		°C
Temperatura de descarga:	T2		84		°C
Rotação do soprador:	n		2242		rpm
Potência consumida*:	Pk		89,8		kW
Motor elétrico:	WEG 150CV - 04 polos – 3f/50HZ – IE2 220/380/440 VAC.				
Nível de ruído s/ Cabine Acústica**:	102				dB(A)

*Tolerância de $\pm 5\%$;

**Nível de ruído medido em campo aberto a um metro do equipamento (tolerância de ± 2 dB(A)), em acordo com a DIN 45635.



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Lista de Desvios Técnicos e Comentários

Qualquer modificação no escopo apresentado nesta proposta deverá ser informada a Aerzen para a devida alteração e dependendo da modificação, o prazo de entrega e a proposta técnica/comercial poderão ser modificados.

A Aerzen limita-se ao fornecimento dos itens descritos nesta proposta, mesmo que não contemplados na lista de desvios técnicos.

Acusamos o recebimento dos seguintes documentos:

Item	Nº Documento/Item/Página	Descrições de desvios técnicos e exceções
1	Limites de Fornecimento	Não estão previstos no escopo desta proposta salvo indicados no escopo de fornecimento: ✓ Projeto de instalação; ✓ Instalação dos equipamentos; ✓ Obras civis para suporte dos equipamentos; ✓ Interligação mecânica e materiais (tubulação, válvulas, mangueiras, conexões, vedantes, etc.); ✓ Projeto e/ou dimensionamento de cabos elétricos; ✓ Interligação elétrica e materiais (cabos, terminais, chave seccionadora, QGD, etc.); ✓ Qualquer material ou serviço não mencionado na presente proposta;
2	Embalagem	Equipamentos embalados com plástico bolha e acondicionados em pallet de madeira, esta embalagem está prevista nos valores dos equipamentos, sem ônus extra.
3		Os equipamentos propostos não são aptos a operar em área classificada (salvo citado).
4		Informamos que estamos prevendo o fornecimento de motores padrão Aerzen não sendo possível alterar sua forma construtiva.
5		Estamos listando em item específico nesta proposta a relação de cada documento do databook. Não estamos prevendo a inclusão de outros documentos.
6		Ferramentas especiais não são aplicáveis para instalação e partida técnica dos equipamentos.
7		Informamos que os componentes utilizados nos equipamentos de nossa fabricação e comercialização são padronizados conforme normas DIN e IEC e foram dimensionados conforme o padrão de projeto da Aerzen, não sendo possível altera o projeto.
8		Não fornecemos diagrama PI&D do equipamento (salvo citado).

10

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Condições Comerciais

Item	Qtd	Descrição do Produto	Preço unitário	Preço Total
01	02	GM90S	US\$ 43,366. 56	US\$ 86,733.12
Total Geral*				US\$ 86,733.12

*Os preços dos itens serão reajustados para mais ou para menos, conforme o valor do Dólar (PTAX 800 - valor de venda) na data de faturamento caso excedam 5%, tendo como base o valor considerado na elaboração da proposta: Dólar = R\$ 3,307.

Condições de Pagamento:	CAD.
Prazo de Entrega:	Até 120 dias após recebimento do pedido.
Condições de Frete:	F.O.B. – Cliente retira na Aerzen do Brasil – Jundiaí/SP.
Impostos:	SEM IMPOSTOS. IPI 0% - reduzida a zero conforme decreto 7212/2010. NCM: 8414.80.13
Partida Técnica:	NÃO INCLUSO.
Validade da proposta:	30 dias.

11

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division
Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

TERMOS COMERCIAIS GERAIS (TCG)

1. **Disposição geral** – A proposta é feita de acordo com as seguintes cláusulas e condições que dela fazem parte integrante para todos os efeitos legais.
2. **Prazo de validade** – A proposta permanecerá válida por 30 (trinta) dias, após os quais ficará sujeita à revisão, salvo se estipulado em contrário na proposta.
3. **Especificações e limite de fornecimento** – Em estrita observância ao disposto na proposta.
4. **Preços** – Entendem-se para mercadoria, com ICMS, PIS e COFINS inclusos, sem IPI, EXW na AERZEN do BRASIL Ltda., Jundiaí – SP, salvo se estipulado em contrário na proposta.
Quaisquer variações de tributos ou contribuições que incidem ou venham incidir sobre a presente Compra e Venda e/ou sobre produtos vendidos, direta ou indiretamente, sobre o valor da mercadoria e ocorridas entre a data da proposta e a do faturamento serão de responsabilidade da COMPRADORA.
Havendo variação cambial acima/abaixo de 5% na moeda estrangeira utilizada entre a proposta e o momento do faturamento, a AERZEN do BRASIL Ltda se reserva o direito de atualizar o valor automaticamente.
5. **Aceitação do Pedido** – O pedido será considerado válido após recebimento do pedido do cliente e da confirmação de pedido por escrito da AERZEN do BRASIL Ltda. A AERZEN do BRASIL Ltda. terá 7 (sete) dias para confirmar a aceitação total ou parcial do pedido, antes disto nenhuma obrigação poderá ser atribuída à AERZEN do BRASIL Ltda.
6. **Alterações** – Serão possíveis alterações dos dados técnicos originais durante o período de fabricação, implicando, entretanto, na revisão dos preços e prazos de entrega.
7. **Cancelamento** – O cancelamento total ou parcial do pedido pela COMPRADORA, se aceito pela AERZEN do BRASIL Ltda. acarretará a aplicação de multa equivalente a 20% (vinte por cento) do valor total ou parcial do pedido para equipamentos padrão (standard) a título de ressarcimento de despesas, a ser paga contra apresentação de Nota de Débito, ou deduzida de importância de adiantamentos pagos (se existente). No caso de máquinas e/ou peças engenheiradas ou especiais a AERZEN do BRASIL Ltda se reserva o direito de fazer a medição do avanço do projeto e emitir Nota de Débito de acordo com o valor calculado.
8. **Pagamentos** – Serão efetuados de acordo com as condições de pagamento estabelecidas na proposta. Na ausência de pagamento na data estipulada faculta à AERZEN do BRASIL Ltda. a imediata interrupção da entrega do equipamento, ou ainda a solicitação de devolução deste, quando já estiver em posse da COMPRADORA, bem como a correção do débito pela variação da SELIC (Sistema Especial de Liquidação de Custódia), mais juros de 1% (um por cento) por semana, limitados a 10% do valor total do pedido, ficando a AERZEN do BRASIL Ltda. autorizada a emitir duplicata complementar correspondente a essa diferença.
9. **Prazo de entrega** – o prazo de entrega estipulado na proposta é estimativo, passando a vigorar a partir da confirmação do pedido por escrito e/ou recebimento do sinal, conforme disposto no Item 5. Poderá ser prorrogado, sem prejuízo da aplicação de multa, e voltará a fluir quando superado o fato que deu origem à prorrogação, no caso de ocorrência dos seguintes fatos:
 - a) Atraso no pagamento de qualquer parcela do pedido;
 - b) Atraso no fornecimento de informações técnicas;
 - c) Atraso na devolução dos desenhos e/ou documentos enviados pela AERZEN do BRASIL Ltda para aprovação;
 - d) Atraso na inspeção ou testemunho de testes nas datas previamente marcadas;
 - e) Caso fortuito ou de força maior. Equipara-se a força maior a entrega em atraso ou com defeitos, de material fornecido por terceiros, bem como a impossibilidade de obtenção de matérias-primas;
 - f) Demora na entrega de partes, acessórios ou informações cujo fornecimento seja de responsabilidade da COMPRADORA.
10. **Reserva de Domínio** – Toda venda é realizada com PACTO DE RESERVA DE DOMÍNIO de acordo com os artigos 521 e seguintes da Lei 10.406 de 2002. Assim, a Nota Fiscal-fatura de venda não transfere à COMPRADORA o domínio do bem, o que se efetivará somente após a liquidação de todas as parcelas de pagamento. A falta de pagamento de qualquer parcela devida – caracterizada pelo protesto do Título – possibilitará à AERZEN do BRASIL Ltda. a retomada do bem, perdendo a COMPRADORA, as importâncias eventualmente pagas.
11. **Entrega** – Os embarques serão feitos por conta e risco da COMPRADORA, cessando no ato do carregamento posto na, AERZEN do BRASIL Ltda.,
As mercadorias deverão ser retiradas no prazo de 7 (sete) dias, a contar da data do comunicado por escrito de que o material se encontra pronto. Caso, findo o referido prazo não tenha sido providenciada sua retirada ou fornecidas instruções de expedição, a AERZEN do BRASIL Ltda se reserva o direito da entrega das mercadorias por transportadora de sua livre escolha, debitando à COMPRADORA todas as despesas decorrentes e poderá cobrar uma taxa de armazenagem equivalente ao valor da multa imposta a AERZEN do BRASIL Ltda. por atraso de entrega. Caso o pedido não preveja o pagamento de multa por atraso, fica estipulado o valor de 1,5% a título de custos de armazenagem e administrativos sobre o valor total do pedido.
12. **Responsabilidade** – A AERZEN do BRASIL Ltda. não se responsabiliza perante a COMPRADORA ou terceiros por quaisquer perdas, danos ou lucros cessantes, diretos ou indiretos, a pessoas ou coisas, em qualquer tempo, decorrentes da utilização do equipamento de sua fabricação, seus componentes ou acessórios ou de suas falhas eventuais.
13. **Garantia** – A garantia do produto é de 18 meses da entrega ou 12 meses do comissionamento (o que ocorrer primeiro), cobrindo exclusivamente a substituição ou reparação gratuita, posto em AERZEN do BRASIL Ltda., de qualquer peça que apresente defeito de material ou de mão de obra, desde que tenha sido montado obedecendo aos requisitos de instalação e proteção, e operado somente sob as condições normais para as quais foi fabricado.
Esta garantia é condicionada à notificação imediata dos defeitos apresentados e respectiva constatação pela AERZEN do BRASIL Ltda.
A Garantia somente é reconhecida desde que a máquina tenha sido comissionada pela própria AERZEN do BRASIL Ltda ou corpo técnico por ela credenciado.
Esta garantia não se aplica a mercadorias que, pela sua natureza (por exemplo, peças de desgaste) tenham vida útil inferior a 12 (doze) meses.

12

Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

A garantia cessará no caso de violação do equipamento, exceto quando houver explícita autorização da AERZEN do BRASIL Ltda. para fazê-lo.

A reparação, modificação ou substituição de materiais defeituosos não implicará na prorrogação do prazo de garantia fixado, quer do equipamento em si, quer da peça substituída.

Mercadoria adquirida de terceiro receberá somente a garantia por ele fornecida.

As despesas dos técnicos como hotel, passagens e refeição não estão incluídas na garantia, estes custos são por conta do cliente.

14. Foro – Fica eleito o foro da cidade de Jundiaí para a solução de quaisquer divergências oriundas do contrato, com exclusão de qualquer outro, por mais privilegiado que seja.
15. Os Termos Comerciais gerais (TCG) aqui descritos representam as condições locais onde opera a AERZEN do BRASIL Ltda.. Os mesmos se apóiam aos General Terms and Conditions (GTC) do Grupo AERZEN, disponíveis em nosso site www.aerzen.com.

Cotia - SP, ____ de _____ de _____.

AERZEN do BRASIL Ltda.

COMPRADORA

Testemunhas:

1. _____
Nome: _____
R.G.: _____

2. _____
Nome: _____
R.G.: _____



AERZEN
EXPECT PERFORMANCE

Ar comprimido, soluções para gases e vácuo

Aerzen News – CUSTOMER SUPPORT

Gostaríamos de apresentar a sua empresa nosso conceito de serviços de pós vendas: **atendimento global – em qualquer lugar e sempre que você precisar.**

- ✓ Visita técnica para avaliação das condições;
- ✓ Comissionamento de equipamentos;
- ✓ Oficina em nossa fábrica para reparos;
- ✓ Reparos no site do cliente;
- ✓ Fornecimento de peças sobressalentes **ORIGINAIS**, itens em estoque, e
- ✓ Contratos personalizados de peças e serviços;



Aerzen do Brasil Ltda – New Business Division

Rua Dionysio Rito, 300
CEP 13213-189 – Dist. Ind. III (FAZGRAN)
Jundiaí – SP – Brasil

Tel.: (+55 11) 4612-4021
www.aerzen.com.br

CNPJ 03.434.855/0001-19
IE 278.073.211.115

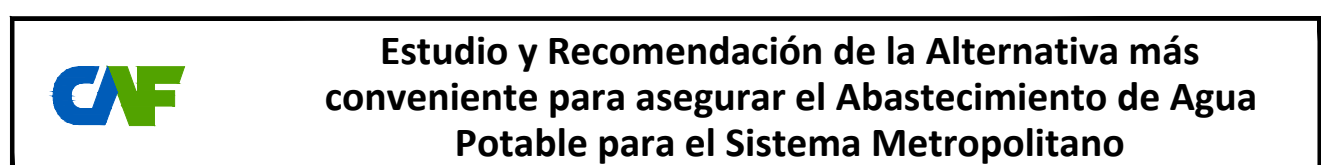
14

ESCALA 1:200



- ## NOTAS

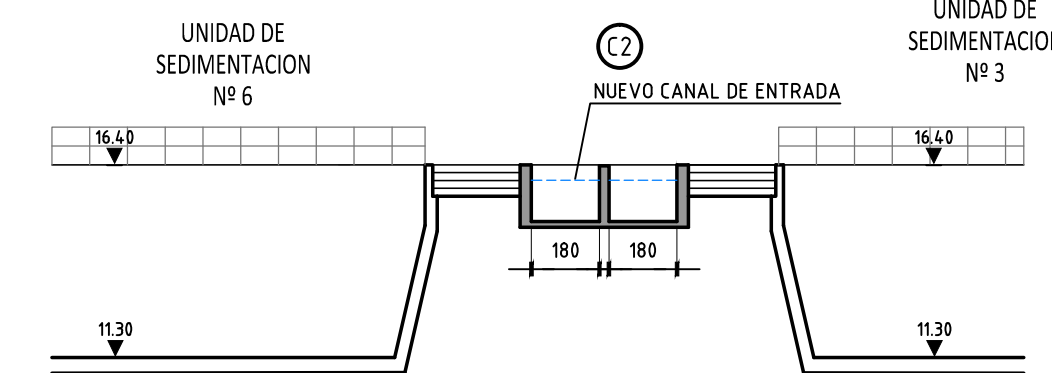
ESCALA 1:200



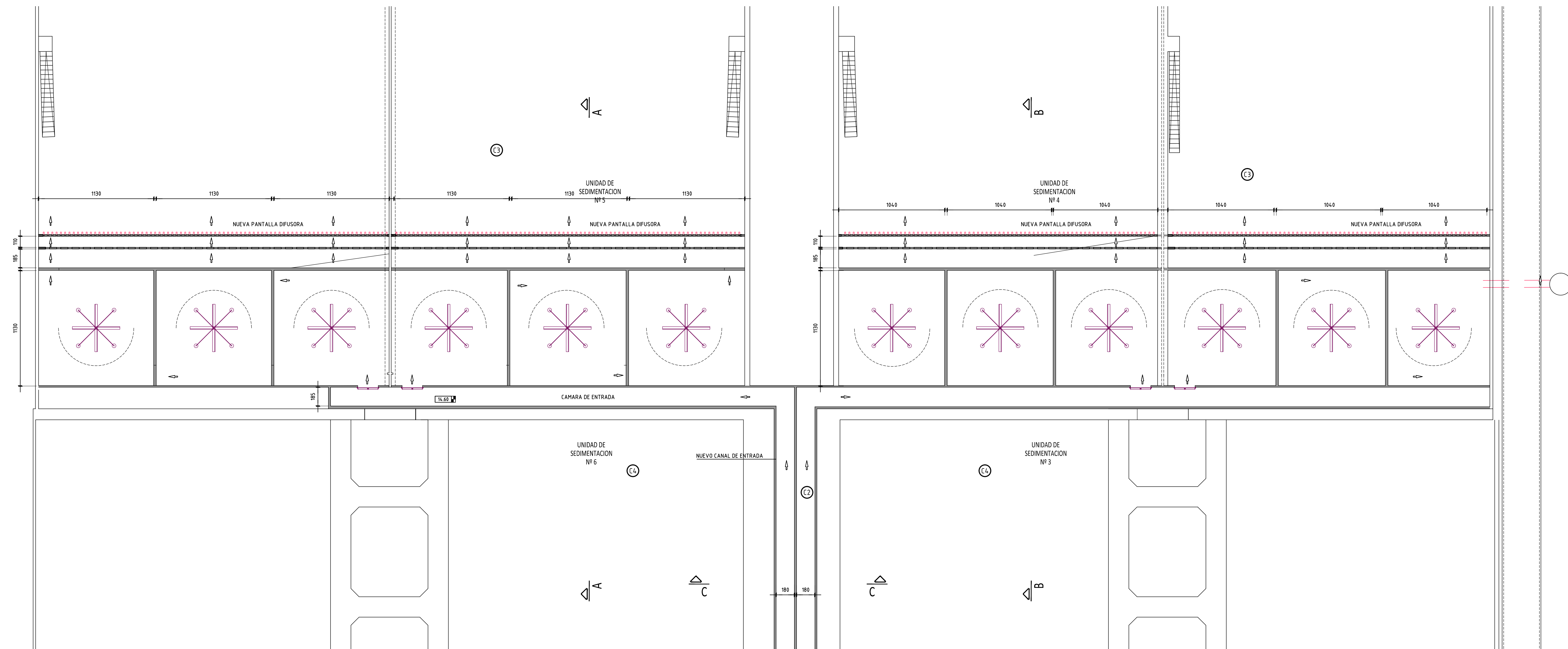
PROYECTO: 	COORDINADOR: ING. F. GROSS	PROYECTO: ING. N. CUNHA	PROYECTO: ING. J. O. BELLAGAMBA
	PROYECTO: ING. J. DEWOLFE	PROYECTO: ING. W. BECKER	DIBIJANTE: D. IBARGUREN
N° REVISION:		FECHA REVISION:	

		Obras Sanitarias del Estado	
GERENCIA DE AGUA POTABLE		"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano" OBRAS DE REHABILITACIÓN DE CORTO PLAZO NUEVOS TANQUES DE CONTACTO PARA ADSORCIÓN PAC PLANTAS Y CORTES	
Ing. Celm. SAUL CASAT GERENTE		FECHA junio 2017 ESCALA 1:250 PLANO N° H051	
Ing. MARGARITA PANTOS SUB-GERENTE	PROYECTO Ing. Gabriela Cruz	PROYECTO Ing. Alejandro Caspeiro	
	PROYECTO Ing. Claudia Bessouat	PROYECTO Ing. Fernando Lima	

AUTOR: DIBARGUREN
AUTOR: DIBARGUREN
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:50:08
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:50:08
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:51:38
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:51:38



ESCALA 1:200



- C. SEDIMENTADORES HORIZONTALES TRANSFORMADOS (CAPACIDAD = 20.000 m³/h)
 1. NUEVO CANAL PARSHALL DE MEZCLA
 2. NUEVO CANAL CENTRAL DOBLE, DE AGUA COAGULADA
3. UNIDADES N° 4 Y 5. INCORPORACIÓN DE 6 FLOCULADORES MECÁNICOS POR UNIDAD
 - a) CÁMARA DE ENTRADA
 - b) COMPUERTAS DE ENTRADA A FLOCULADORES
 - c) FLOCULADORES MECÁNICOS. 6 UNIDADES EN UNIDAD N°4; 6 UNIDADES EN UNIDAD N° 5.
 - d) CANAL DE SALIDA DE AGUA FLOCULADA
 - e) PANTALLA DIFUSORA
4. UNIDADES N°3 Y 6 A MANTENER CON AJUSTES EN PENDIENTES DE FONDO

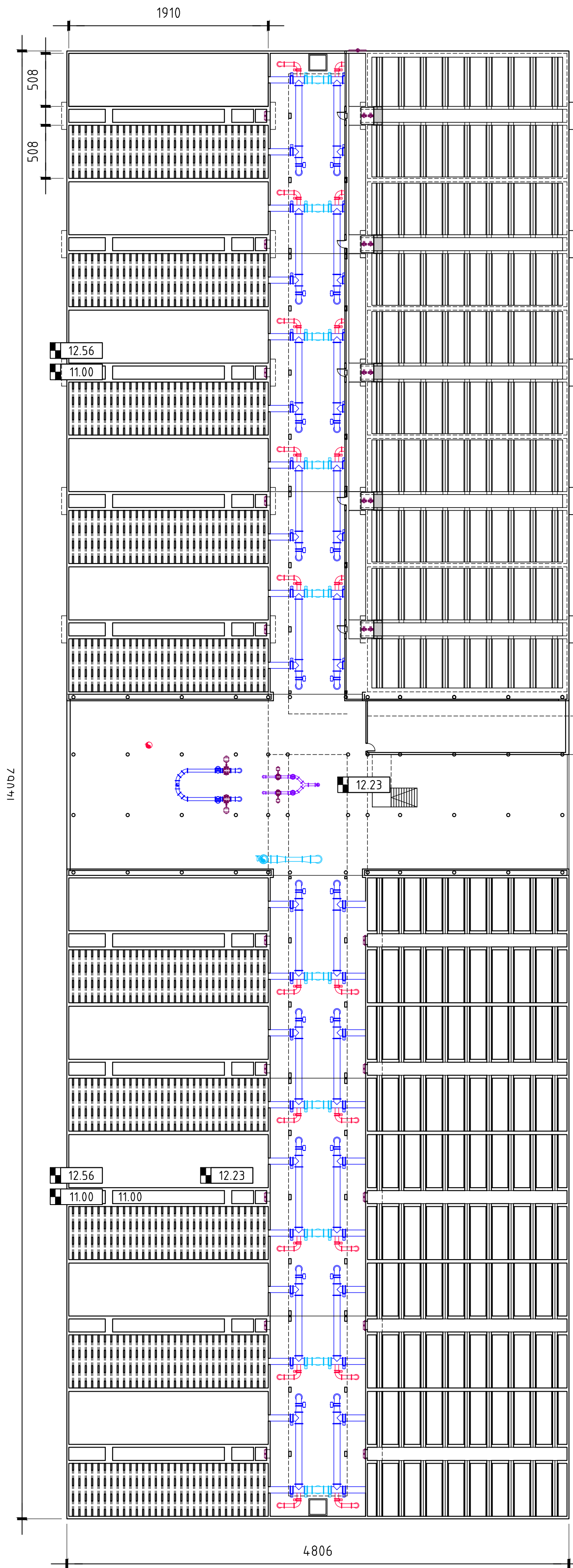
1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

1) NIVELES SEGÚN CERO AGUAS CORRIENTES (-1.36 CERO OFICIA)

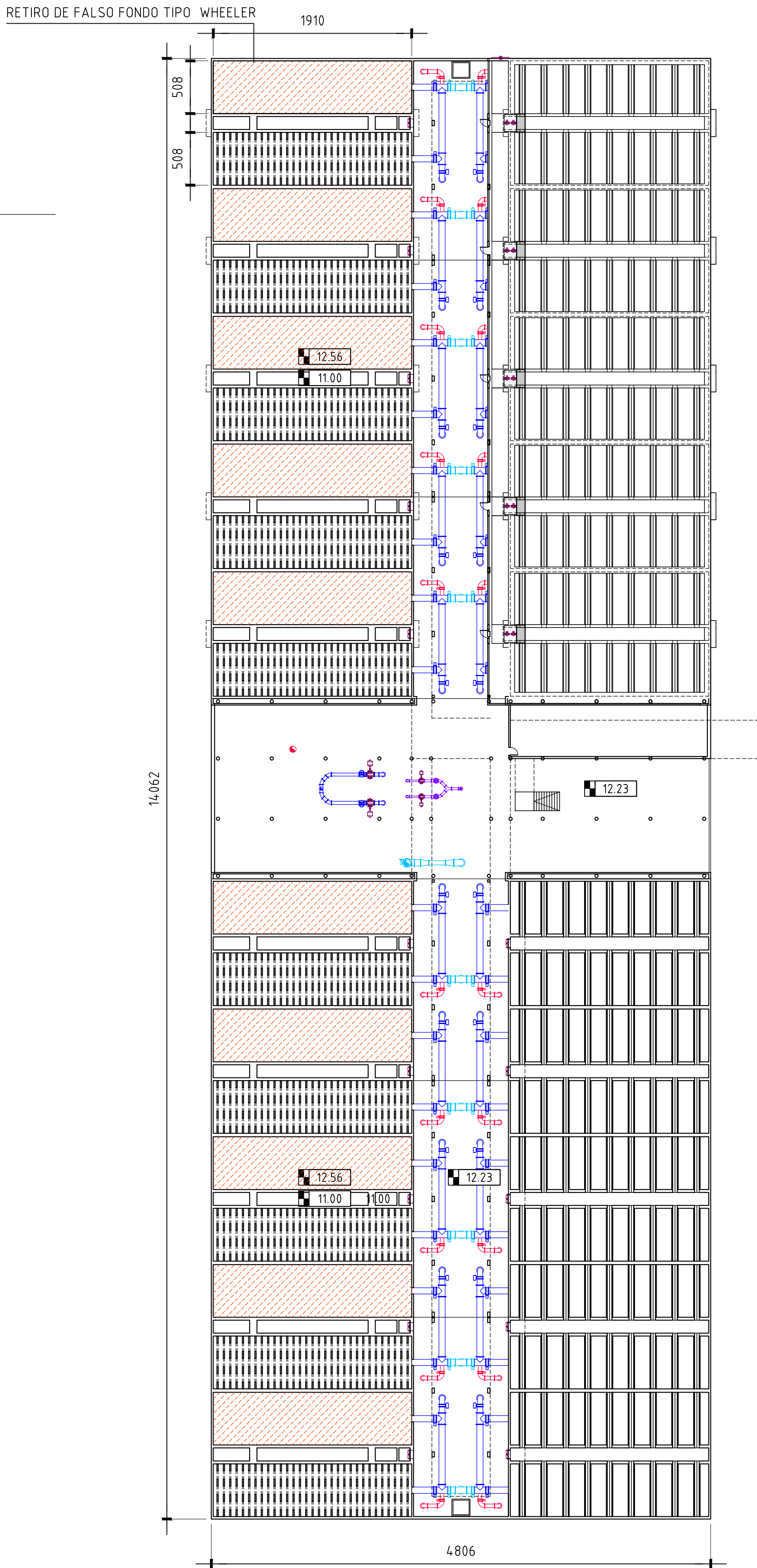
 Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano			
PROYECTO: 	COORDINADOR: ING. F. GROSS	PROYECTO: ING. N. CUNHA	PROYECTO: ING. J. O. BELLAGAMBA
PROYECTO: ING. J. DEWOLFE	PROYECTO: ING. W. BECKER	DIBUJANTE: D. IBARRGURE	
N° REVISION:			FECHA REVISION:

AUTOR: DIBARGUREN
AUTOR: DIBARGUREN
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:50:08
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:50:08
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:51:46
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:51:46

PLANTA GENERAL
SITUACIÓN EXISTENTE



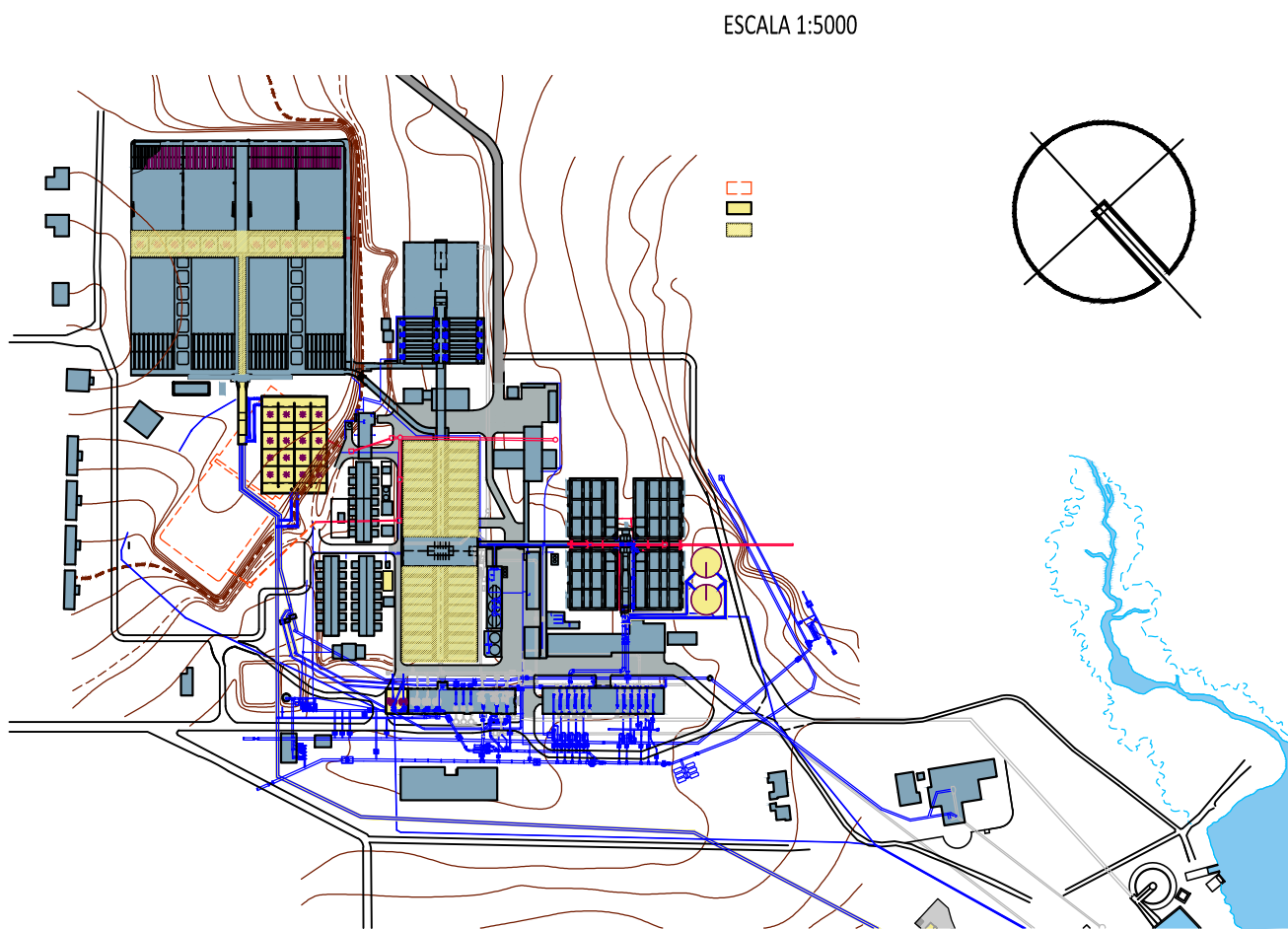
PLANTA GENERAL
DEMOLICIÓN



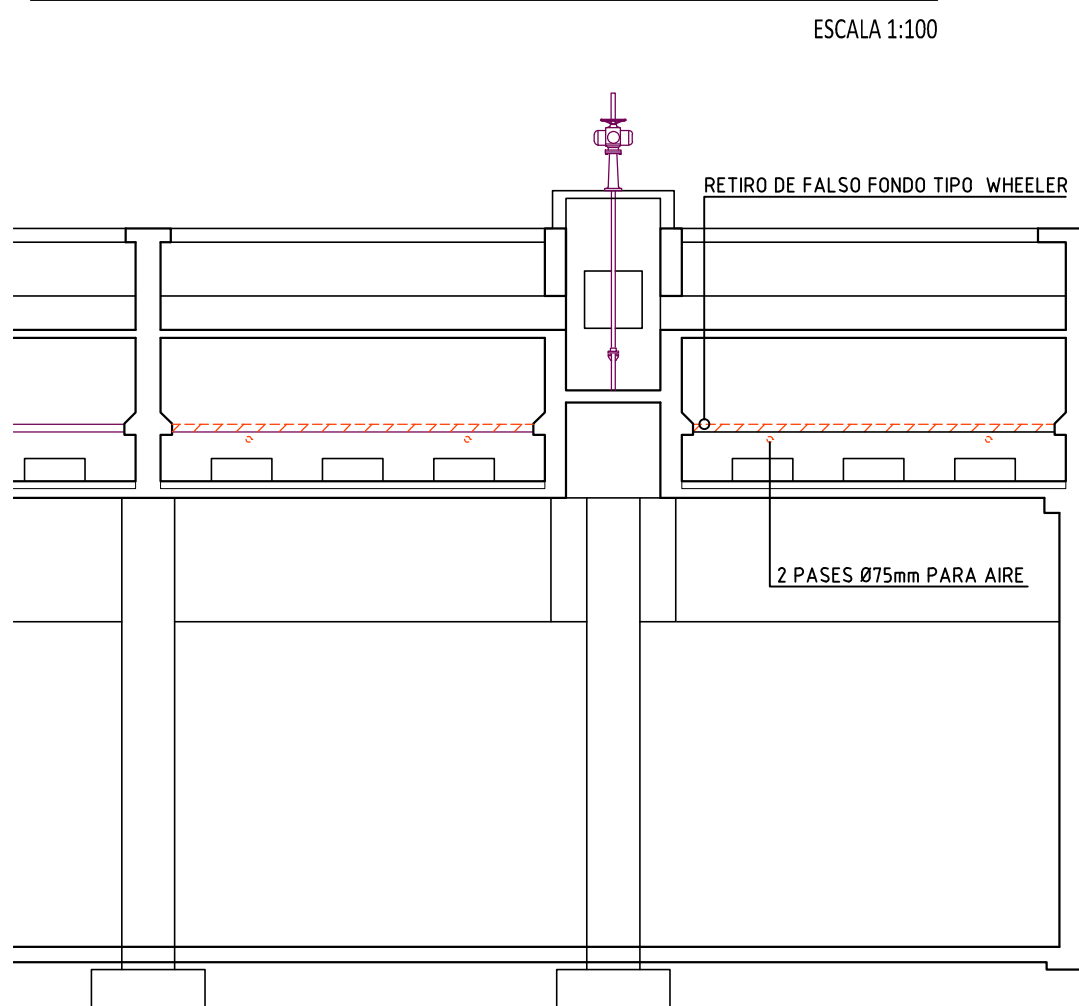
REFERENCIAS

- EXISTENTE A DEMOLER
- EXISTENTE A MANTENER

PLANTA UBICACIÓN



CORTE PARCIAL POR FILTRO
DEMOLICIÓN



NOTAS

1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

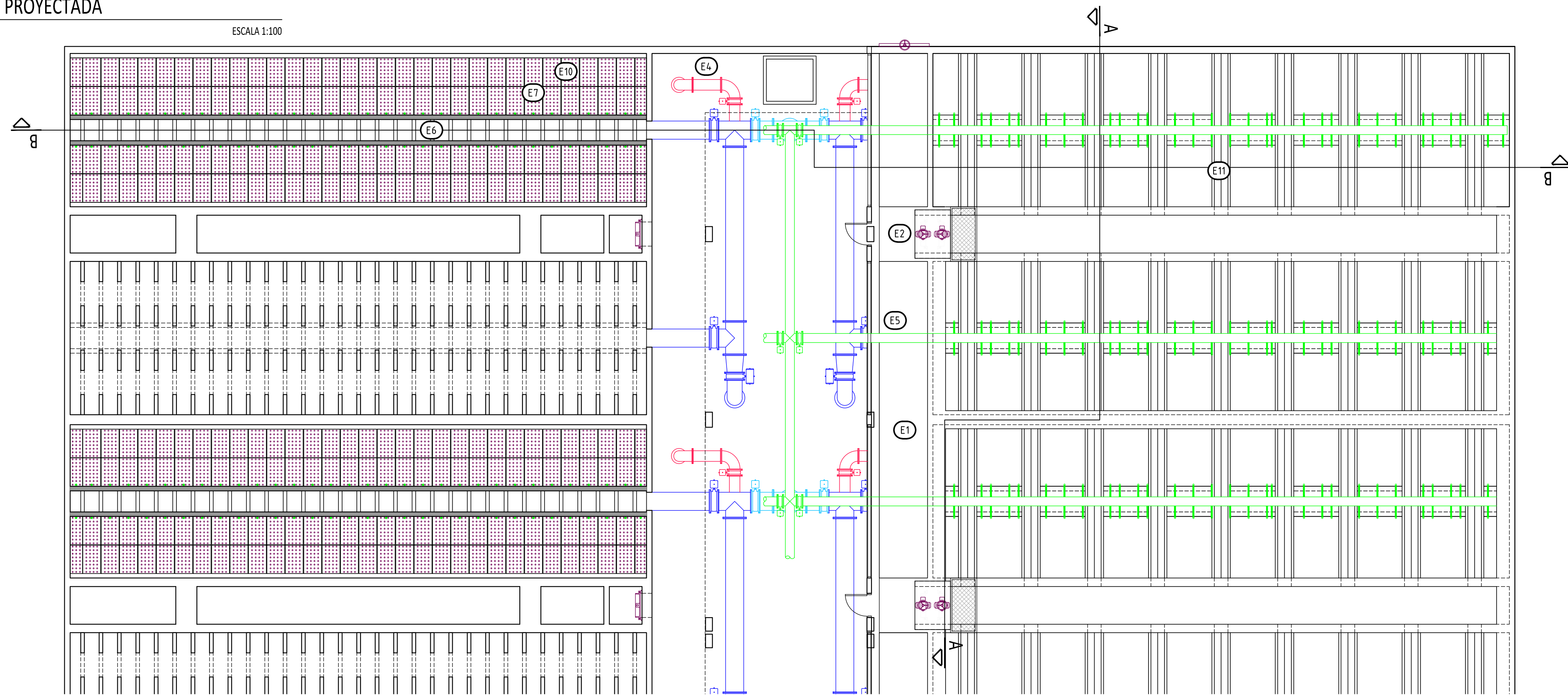
PROYECTO:	COORDINADOR:	PROYECTO:	PROYECTO:
	ING. F. GROSS	ING. N. CUNHA	ING. J. O. BELLAGAMBA
	PROYECTO:	PROYECTO:	DIBUJANTE:
	ING. J. DEWOLFE	ING. W. BECKER	D. IBARGUREN
	N° REVISION:	FECHA REVISION:	

Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE	"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano"		
Ing. Quim. SAUL GARAT GERENTE	OBRAS DE REHABILITACIÓN DE CORTO PLAZO		
	REHABILITACIÓN FILTROS BATERÍA NORTE		
	DEMOLICIONES PLANTAS Y CORTES		
PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	FECHA
Ing. Margarita Pintos SUB GERENTE	Ing. Gabriela Cruz	Ing. Alejandro Capelato	junio 2017
	PROYECTO	PROYECTO	ESCALA
	Ing. Claudia Bessouat	Ing. Fernando Lima	1:500
			PLANO N°
			H053

PLANTA
SITUACIÓN PROYECTADA

ESCALA 1:100



NOTAS

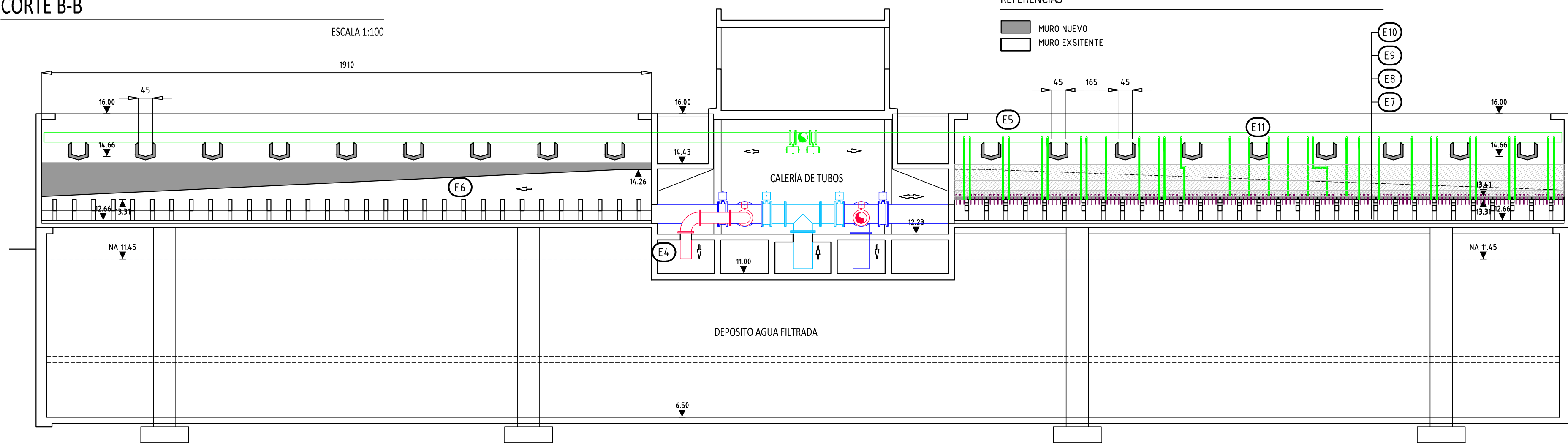
1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

REFERENCIAS

- E. BATERÍA DE FILTROS DE ARENA TRANSFORMADOS A ARENA Y ANTRACITA (CAPACIDAD MÁXIMA = 32.000 m³/h)
1. CANAL DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA
 2. COMPUERTA DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA
 3. TUBERÍA EXISTENTE DE SALIDA DE AGUA FILTRADA/ENTRA DE LAVADO DE FILTROS (FUNDICIÓN Ø 600 mm)
 4. TUBERÍA DE FILTRADO A DESAGÜE (FUNDICIÓN Ø 350 mm)
 5. NUEVA TUBERÍA DE AIRE PARA LAVADO DE FILTROS (ACERO INOXIDABLE Ø 300 mm)
 6. NUEVO DUCTO DE SECCIÓN VARIABLE EN HORMIGÓN PARA DISTRIBUCIÓN EFICIENTE DE AGUA DE LAVADO DE FILTRO
 7. FALSO FONDO CON LOSETAS DE HORMIGÓN PREFABRICADAS Y BOQUILLAS APTAS PARA LAVADO CON AGUA Y AIRE (40 U/m²)
 8. MANTO SOPORTE DE GRAVA (e= 20 cm; T=1,00)
 9. MANTO FILTRANTE DE ARENA (e= 30 cm; T=0,50mm)
 10. MANTO FILTRANTE DE ANTRACITA (e= 50 cm; T=3,6 -6,3 mm)
 11. CANALES SECUNDARIOS DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO A RECONSTRUIR
 12. CANALES PRINCIPALES DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO
 13. COMPUERTA DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS

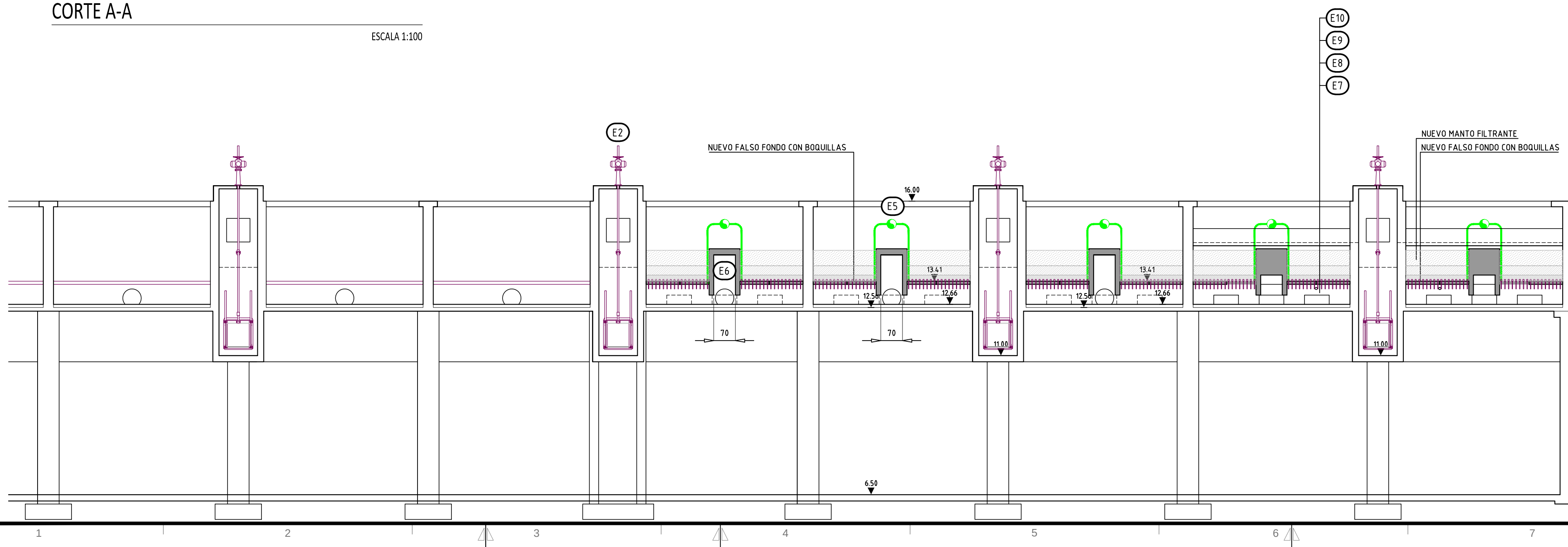
CORTE B-B

ESCALA 1:100



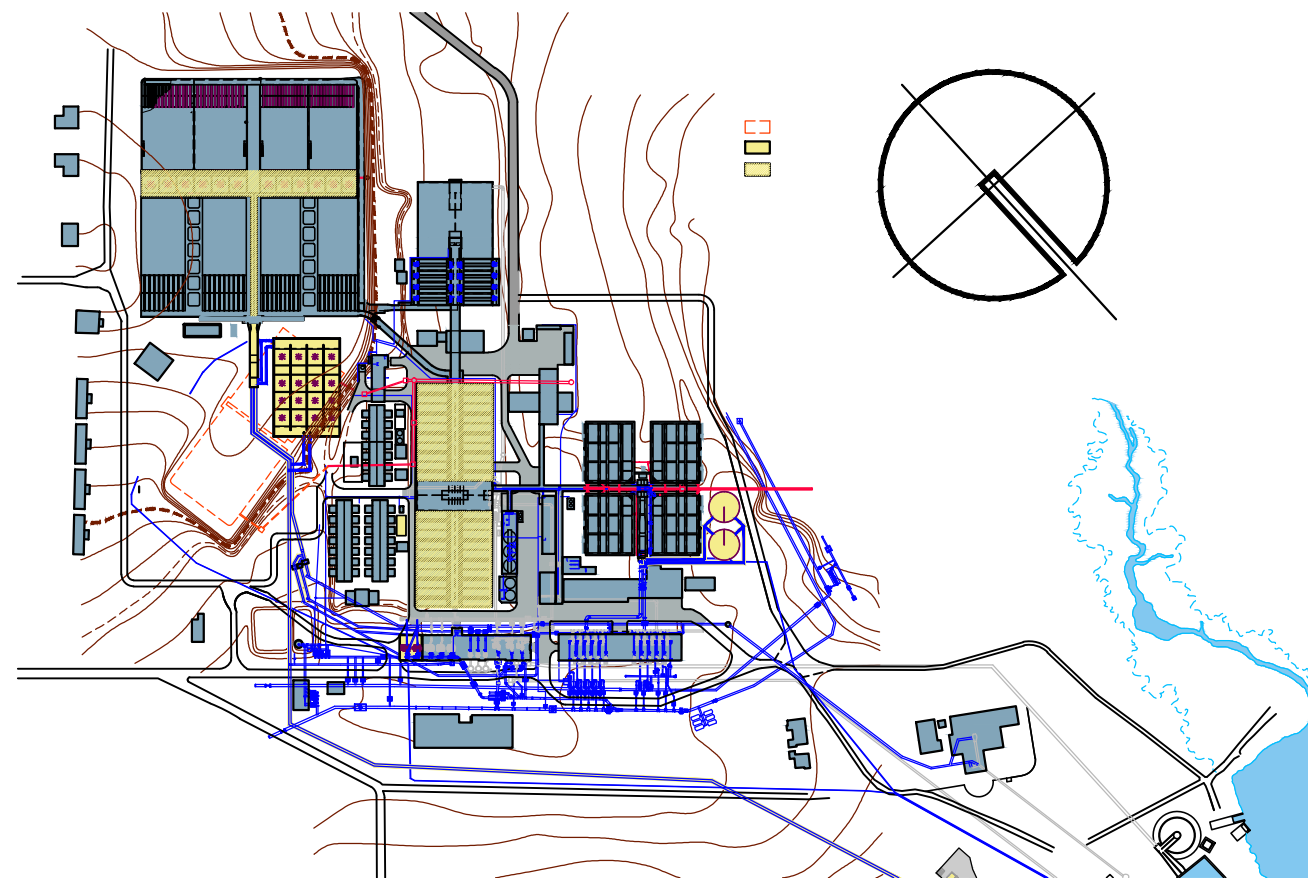
CORTE A-A

ESCALA 1:100



PLANTA UBICACIÓN

ESCALA 1:5000



Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

PROYECTO:

seinco Hazen

COORDINADOR:

ING. F. GROSS

ING. N. CUNHA

PROYECTO:

ING. J. DEWOLFE

ING. W. BECKER

N° REVISION:

FECHA REVISION:



Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE

Ing. Quim. SAUL GARAT GERENTE

PROYECTO

Ing. Gabriela Cruz

PROYECTO

Ing. Claudia Bessouat

PROYECTO

Ing. Fernando Lima

"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano"

OBRAS DE REHABILITACIÓN DE CORTO PLAZO

REHABILITACIÓN FILTROS BATERÍA NORTE

PLANTAS Y CORTES

FECHA: junio 2017

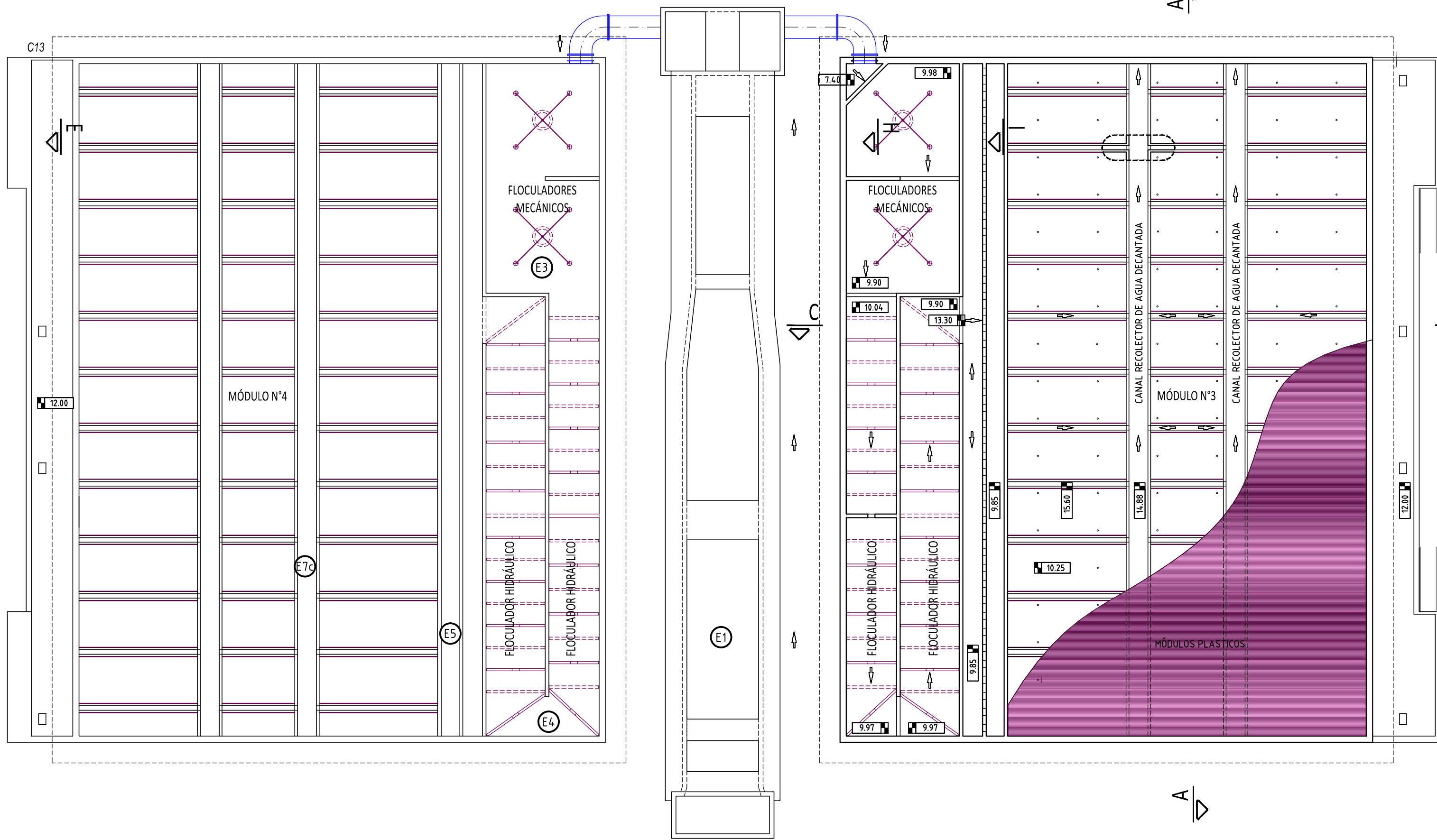
ESCALA: 1:100

PLANO N°

H054

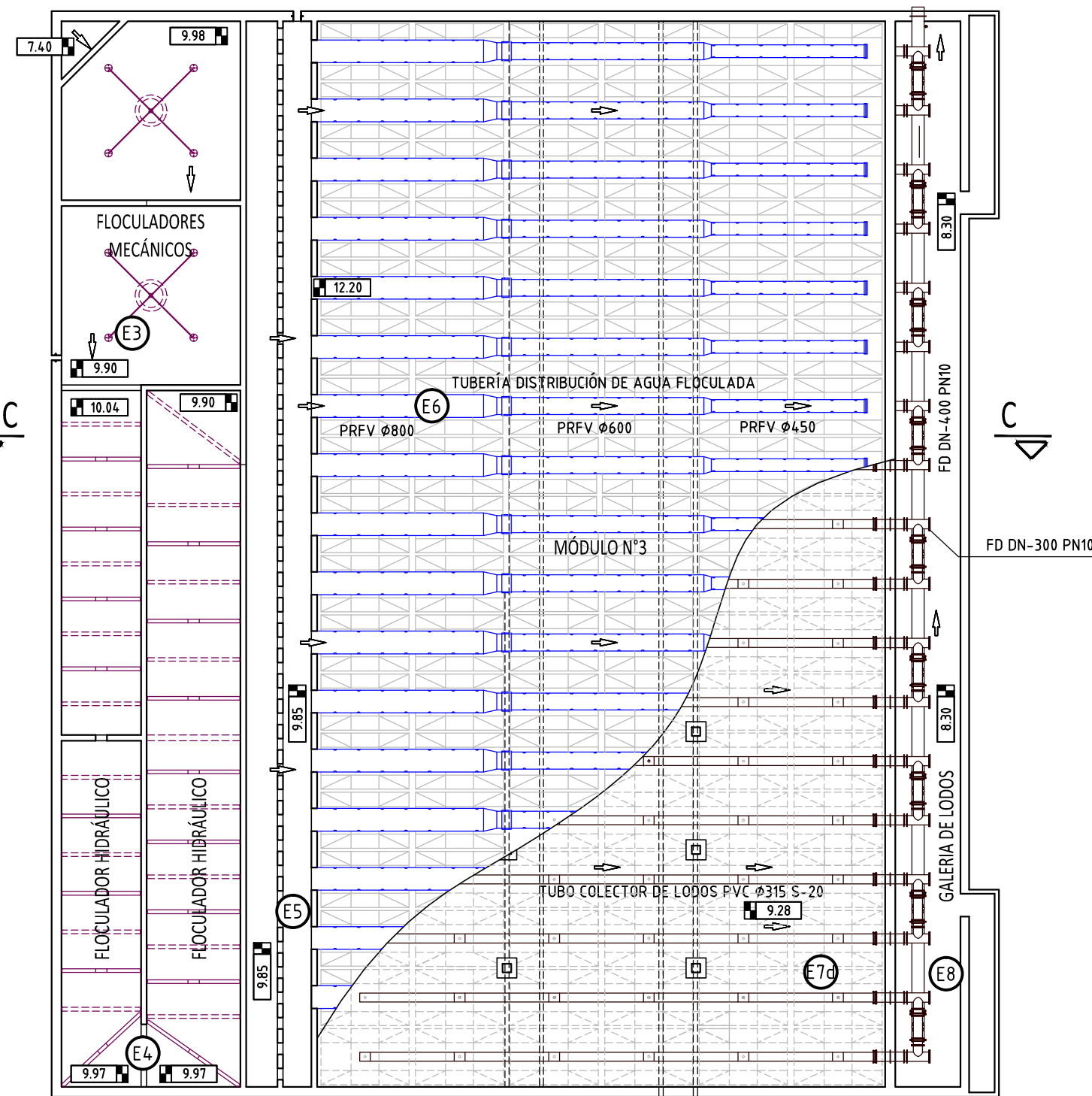
PLANTA SUPERIOR

ESCALA 1:200



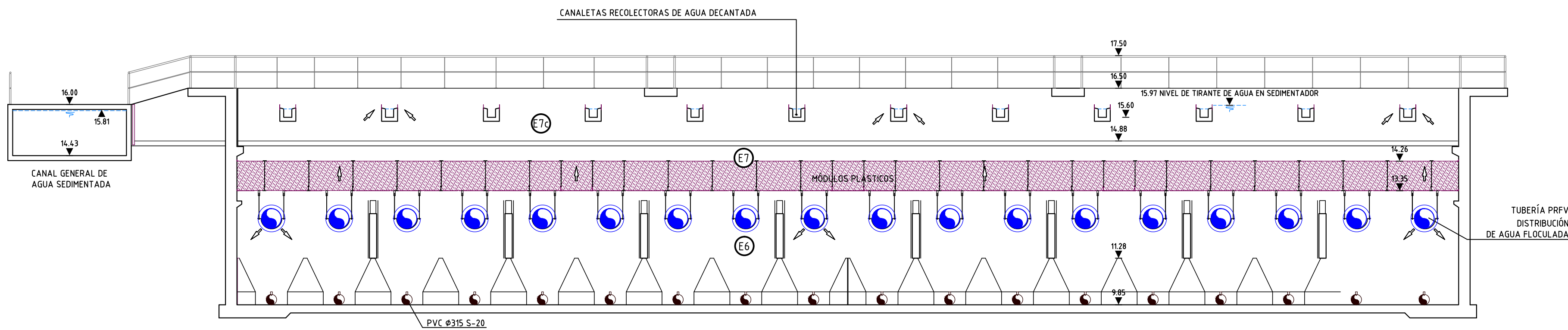
PLANTA INFERIOR PARCIAL

ESCALA 1:200



CORTE A-A

ESCALA 1:100



REFERENCIAS

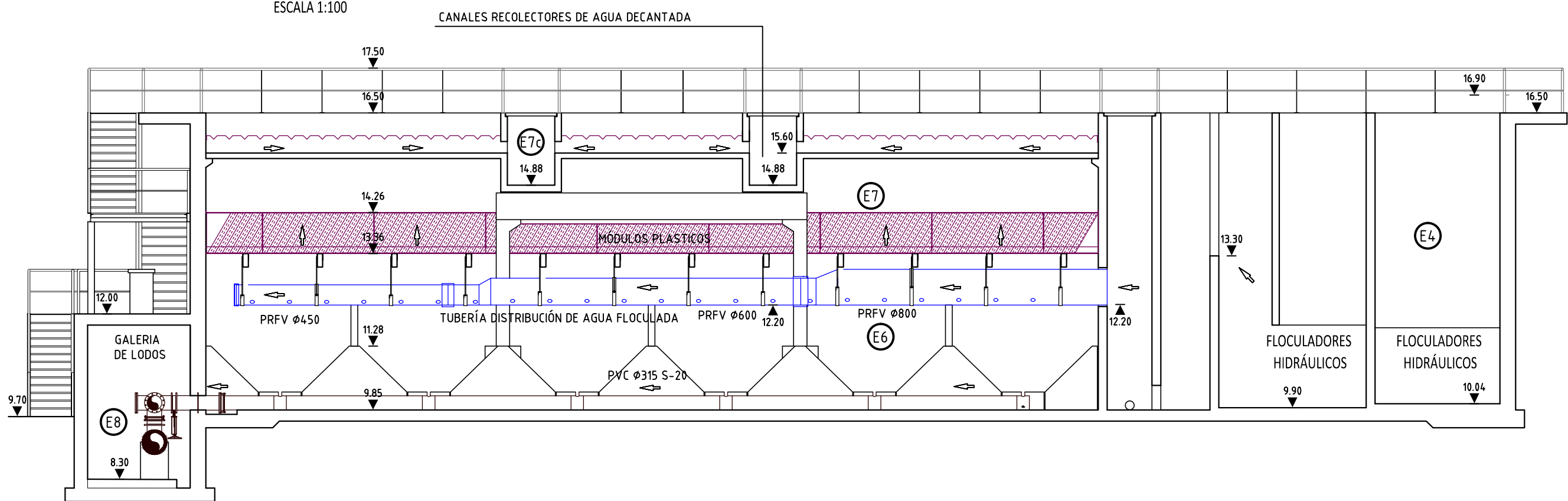
- E. AMPLIACIÓN FLOCO DECANADORES (CAPACIDAD 6.000m³/h)
- 1. CANAL PARSHALL DE MEZCLA
- 2. TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COAGULADA
- 3. FLOCULADORES MECÁNICOS
- 4. FLOCULADORES HIDRÁULICOS
- 5. CANAL DE AGUA FLOCULADA
- 6. TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FLOCULADA
- 7. SEDIMENTADORES LAMINARES
- a) MÓDULOS PLÁSTICOS PARA SEDIMENTACIÓN LAMINAR
- b) CANALETAS DE RECOLECCIÓN DE AGUA DECANADA
- c) CANAL GENERAL DE AGUA DECANADA
- d) TUBERÍAS DE RECOLECCIÓN DE LODOS
- 8. GALERÍA DE LODOS

NOTAS

- 1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

CORTE C-C

ESCALA 1:100

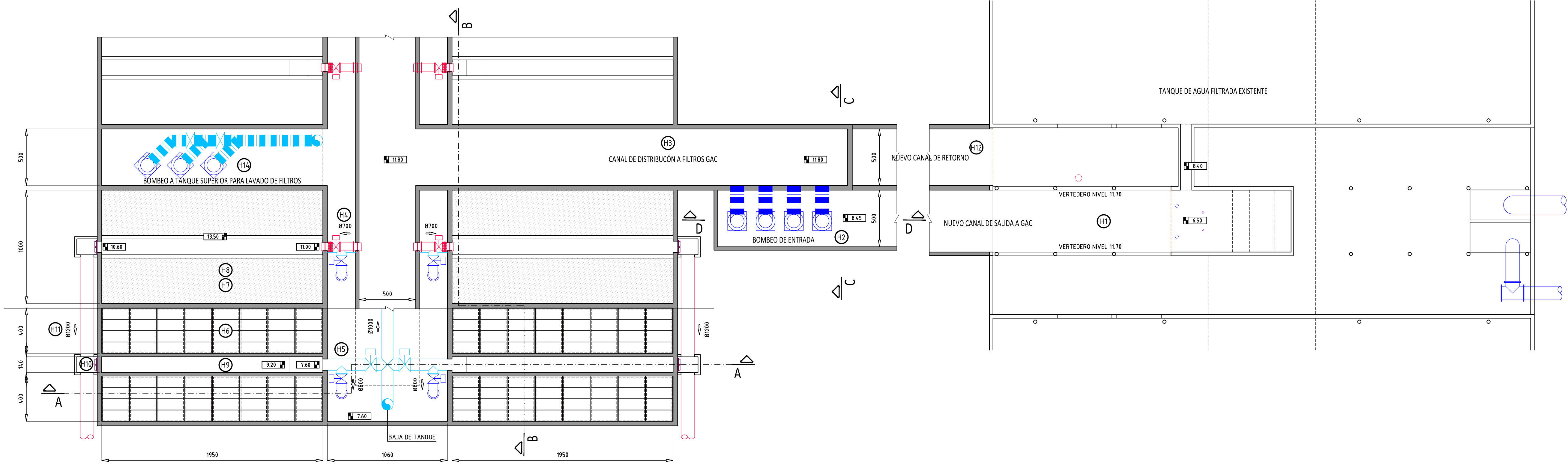


Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano			
PROYECTO: 		COORDINADOR: ING. F. GROSS	
PROYECTO: PLANTAS Y CORTES		PROYECTO: ING. N. CUNHA	
N° REVISION:		DIBUJANTE: D. IBARGUREN	
FECHA REVISION:			

Obras Sanitarias del Estado			
GERENCIA DE AGUA POTABLE			
"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano"			
OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 1 PRE-OXIDACIÓN + GAC - SECTOR NUEVOS FLOCODECANADORES PLANTAS Y CORTES			
PROYECTO: Ing. Margarita Pintos Sub-Gerente		PROYECTO: Ing. Claudia Bessouat	
PROYECTO: Ing. Gabriela Cruz		PROYECTO: Ing. Alejandro Capelato	
FECHA: junio 2017		ESCALA: 1:200	
PLANO N°: H101			

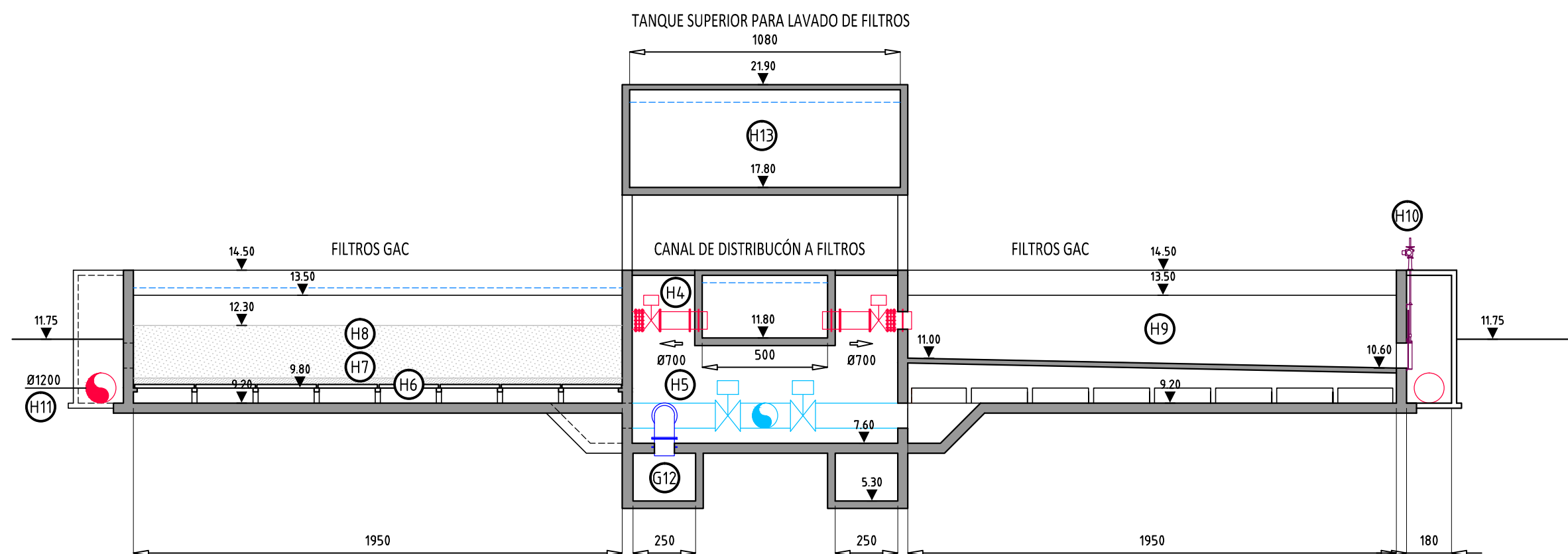
PLANTA ESQUEMÁTICA

ESCALA 1:200



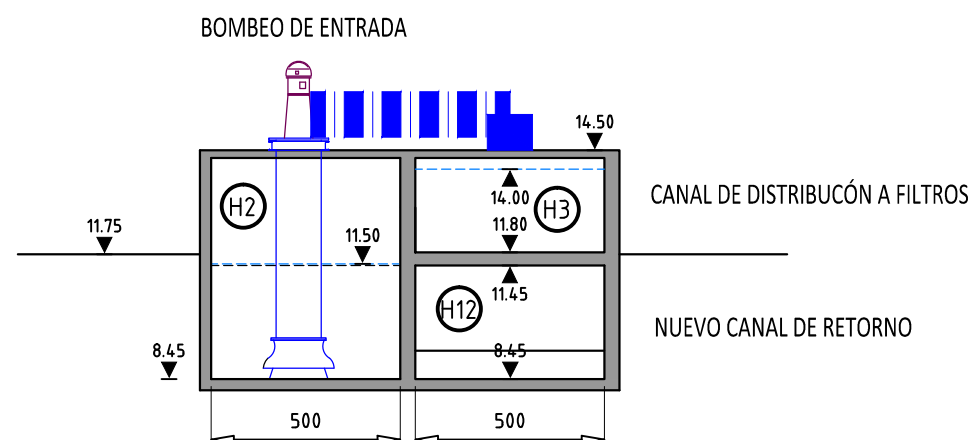
CORTE A-A

ESCALA 1:200



CORTE C-C

ESCALA 1:200



REFERENCIAS

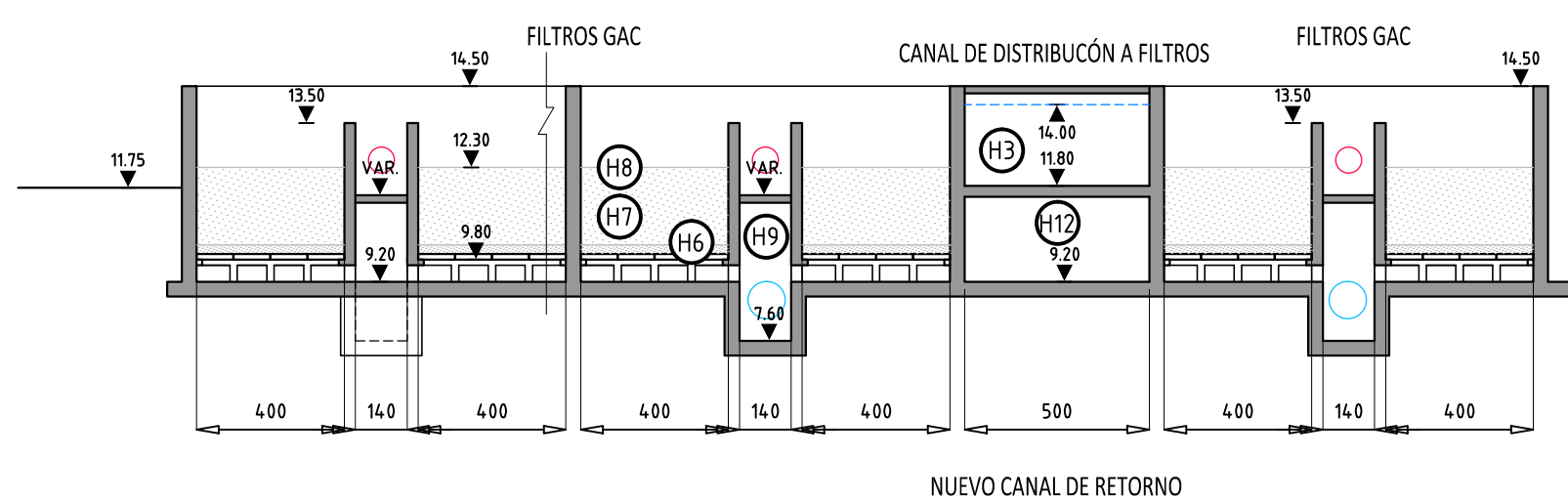
- H. NUEVA BATERÍA DE FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (CAPACIDAD MÁXIMA = 38.600 m³/h)
- CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA FILTRADA A ADSORCIÓN
 - ESTACIÓN DE RECALQUE CON 3+1 BOMBAS PROPELLER DE EJE VERTICAL- Qunit = 12.900 m³/h; H = 6,0 mca
 - CANAL DE DISTRIBUCIÓN A FILTROS GAC
 - TUBERÍA DE ENTRADA (FUNDICIÓN Ø 700 mm)
 - TUBERÍA DE SALIDA DE AGUA FILTRADA/ENTRA DE LAVADO DE FILTROS (FUNDICIÓN Ø 1000 mm)
 - FALSO FONDO CON LOSETAS DE HORMIGÓN PREFABRICADAS Y BOQUILLAS (4,0 l/m²)
 - MANTO SOPORTE DE ARENA (e= 25 cm; Te= 0,50mm)
 - MANTO FILTRANTE DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (e= 210 cm; Te=1,00 mm)
 - CANALE DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO
 - COMPUERTA DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS
 - TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE AGUA DE LAVADO IPRV Ø 1200 mm)
 - DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA FILTRADA A DEPÓSITO DE CONTACTO
 - DEPÓSITO ELEVADO DE ACUMULACIÓN DE AGUA DE LAVADO (v = 3.250 m³)
 - ESTACIÓN ELEVADORA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS CON 2+1 BOMBAS CENTRÍFUGAS DE EJE HORIZONTAL

NOTAS

1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,4m, CERO OFICIAL)

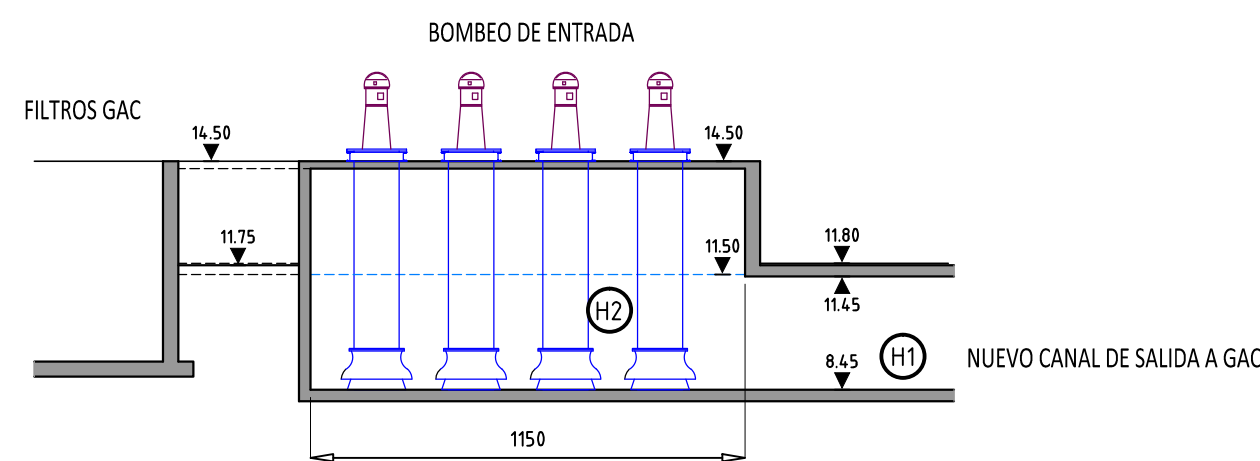
CORTE B-B

ESCALA 1:200



CORTE D-D

ESCALA 1:200



Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

PROYECTO:

seinco Hazen

COORDINADOR:

ING. F. GROSS

PROYECTO:

ING. N. CUNHA

PROYECTO:

ING. J. DEWOLFE

PROYECTO:

ING. W. BECKER

N° REVISION:

FECHA REVISION:



Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE

Ing. Quim. SAUL GARAT GERENTE

PROYECTO:

Ing. Margarita Pintos SUB GERENTE

PROYECTO:

Ing. Claudia Bessouat

PROYECTO:

Ing. Fernando Lima

"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano" OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 1 PRE-OXIDACIÓN + GAC - SECTOR GAC PLANTAS Y CORTES

PROYECTO:

Ing. Gabriela Cruz

PROYECTO:

Ing. Alejandro Capelato

FECHA:

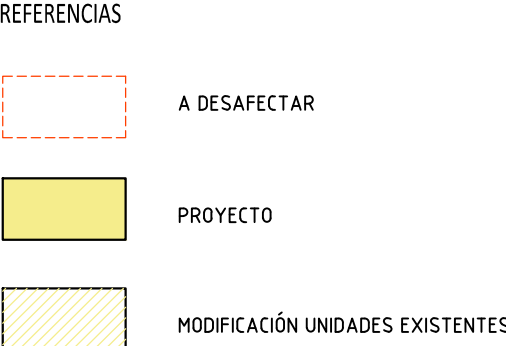
junio 2017

ESCALA:

1:200

PLANO N°

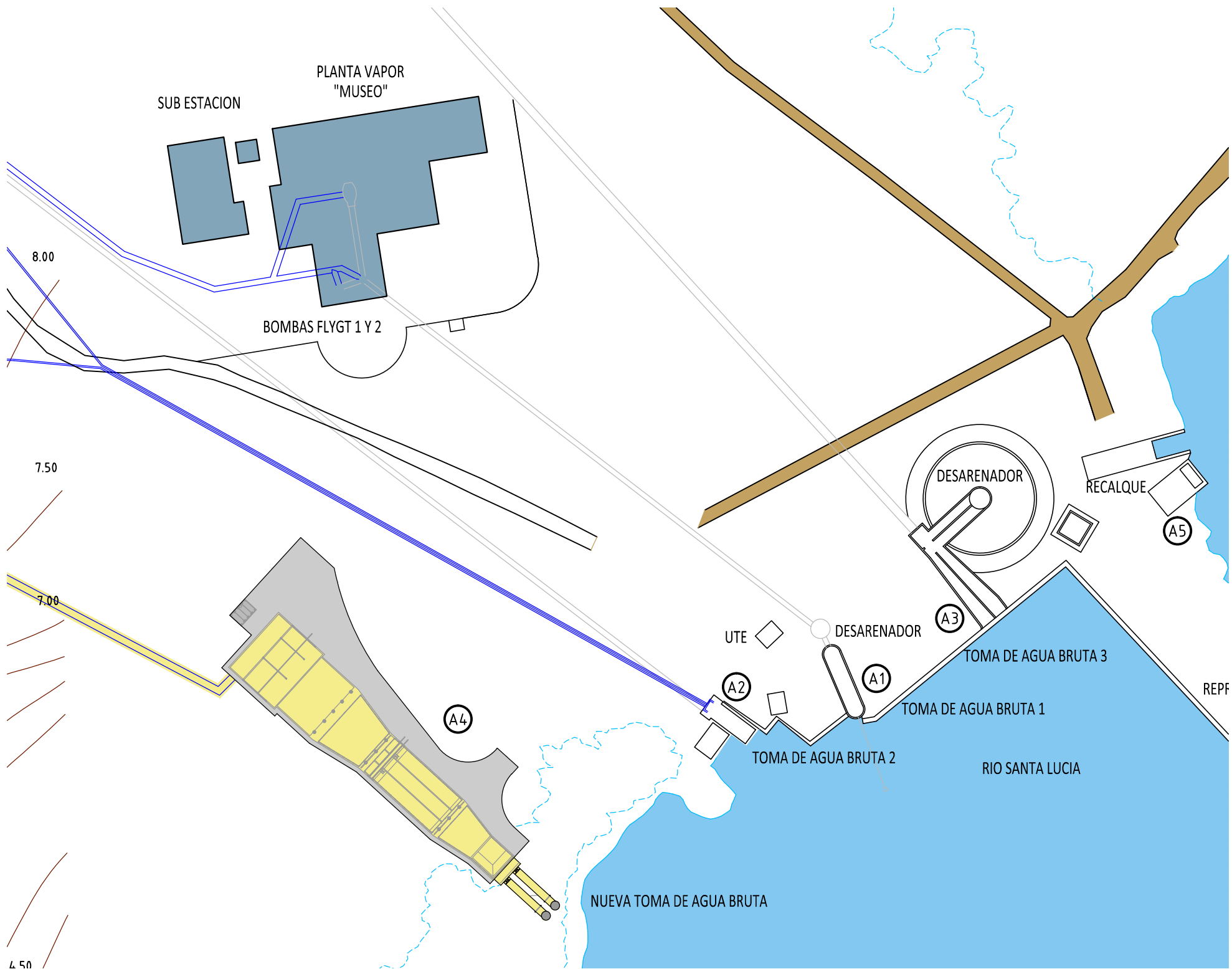
H102



- OBRA DE TOMA
- 1.OBRA DE TOMA N°1 A SALA DE VAPOR
- 2.OBRA DE TOMA N°2 A SALA DIESEL
- 3.OBRA DE TOMA N°3 A SALA DE ELÉCTRICA
- 4.OBRA DE TOMA N°4 A NUEVA CÁMARA DE MEZCLA
- 5.ESTACIÓN DE RECALQUE
- B. SALA DE BOMBAS PROVEEDORAS Y ELEVADORAS
1. SALA DE BOMBAS DE ELÉCTRICA
- 2.SALA DE BOMBAS DIESEL
- 3.AMPLIACIÓN DE SALA DE BOMBAS ELEVADORAS
- C. SEDIMENTADORES HORIZONTALES TRANSFORMADOS (CAPACIDAD = 20.000 m³/h)
- 1.NUEVO CANAL PARSHALL DE MEZCLA
- 2.NUEVO CANAL CENTRAL DOBLE, DE AGUA COAGULADA
3. UNIDADES N°4 Y 5. INCORPORACIÓN DE 6 FLUCLADORES MECÁNICOS POR UNIDAD
- 4.UNIDADES N°3 Y 6 A MANTENER. CON AJUSTES EN PENDIENTES DE FONDO
- D. FLOCDECANTADORES (CAPACIDAD = 12.000 m³/h)
- E. SISTEMA DE INTEROXIDACIÓN MEDIANTE OZONO (CAPACIDAD TOTAL = 17.500 ppd)
- 1.DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA NORTE (FLOCDECANTADORES) HACIA POZO DE BOMBEO
- 2.DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA SUR (SEDIMENTADORES CONVENCIONALES TRANSFORMADOS) HACIA POZO DE BOMBEO
3. ESTACIÓN DE RECALQUE CON 2+1 BOMBAS PROPPELLER DE EJE VERTICAL: Q_{unit} = 12.900 m³/h, H = 3,0 mca
- 4.UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA ACTUAL
- 5.UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA PROYECTADA
- 6.CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIOFILTRACIÓN PLANTA SUR
- 7.CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIFILTRACIÓN PLANTA NORTE
- 8.SALA DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE OZONO 5+1 EQUIPOS DE CAPACIDAD UNITARIA 3500 ppd CON TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN EN BASE A LOX

2. SE INDICA CURVA DE NIVEL CORRESPONDIENTE A MÁXIMA CRECIENTE BAJO PROTECCIÓN DE INSTALACIONES (TR=100 AÑOS) = 13,00 (CERO AGUAS CORRIENTES) = 12,59m (CERO OFICIAL)

ESCALA 1:100



				Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano			
PROYECTO: 		COORDINADOR: ING. F. GROSS		PROYECTO: ING. N. CUNHA		PROYECTO: ING. J. O. BELLAGAMBA	
		PROYECTO: ING. J. DEWOLFE		PROYECTO: ING. W. BECKER		DIBUJANTE: D. IBARGUREN	
		Nº REVISION:				FECHA REVISION:	

AUTOR: DIBARGUREN
AUTOR: DIBARGUREN
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:52:47
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:52:47

ESCALA 1:200



CANAL PARSHALL

E. SISTEMA DE INTEROXIDACIÓN MEDIANTE OZONO (CAPACIDAD TOTAL = 17.500 ppd)

- H. PLANTA PROYECTADA PARA CAUDAL = 12.900 m³/h

- NOTAS

1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

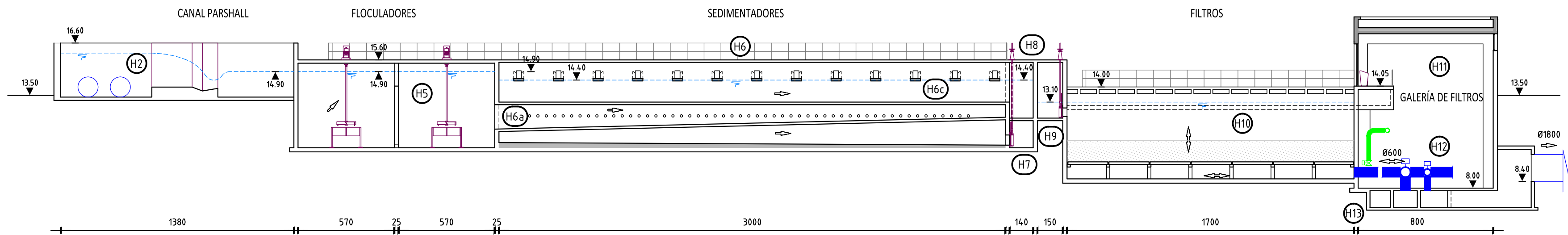
Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano			
PROYECTO: 	COORDINADOR: ING. F. GROSS ING. J. DEVOLVE	PROYECTO: ING. N. CLUNHA ING. W. BECKER	PROYECTO: ING. J. O. BELLAGAMBA DIBUJANTE: D. IBARGUEN
N° REVISIÓN:		FECHA REVISIÓN:	

	Obras Sanitarias del Estado				
GERENCIA DE AGUA POTABLE Ing. Quím. SAIL CARAT GERENTE	"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano" OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 2A INTER-OZONIZACIÓN + BAF - NUEVO MÓDULO DE FLOCO-DECANTACIÓN Y BAF - PLANTA GENERAL				
Ing. MARGARITA PINOTOS SUBGERENTE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> PROYECTO Ing. Gabriela Cruz </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> PROYECTO Ing. Alejandro Caspielo </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> PROYECTO Ing. Claudia Bessouat </td> <td style="padding: 5px;"> PROYECTO Ing. Fernando Lima </td> </tr> </table>	PROYECTO Ing. Gabriela Cruz	PROYECTO Ing. Alejandro Caspielo	PROYECTO Ing. Claudia Bessouat	PROYECTO Ing. Fernando Lima
PROYECTO Ing. Gabriela Cruz	PROYECTO Ing. Alejandro Caspielo				
PROYECTO Ing. Claudia Bessouat	PROYECTO Ing. Fernando Lima				
FECHA junio 2017 ESCALA 1:200 PLANO N° H201					

AUTOR: DIBARGUREN
 AUTOR: DIBARGUREN
 ECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
 ECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
 ECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:52:51
 ECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:52:51

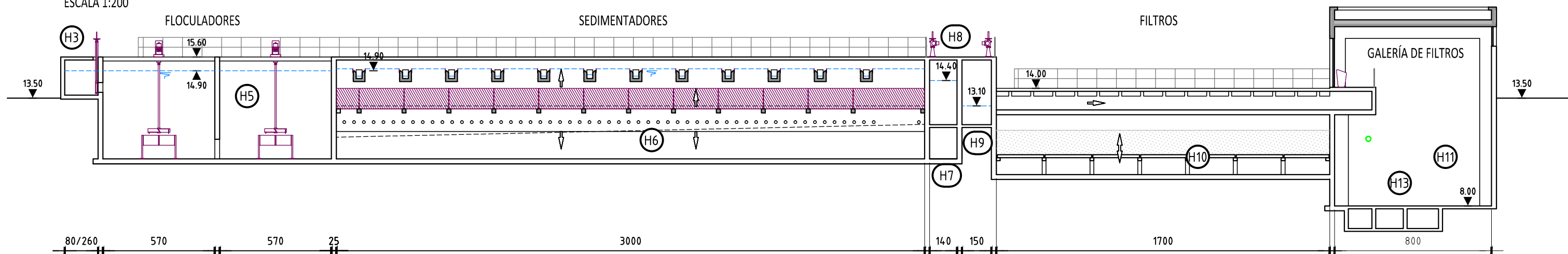
CORTE A-A

ESCALA 1:200



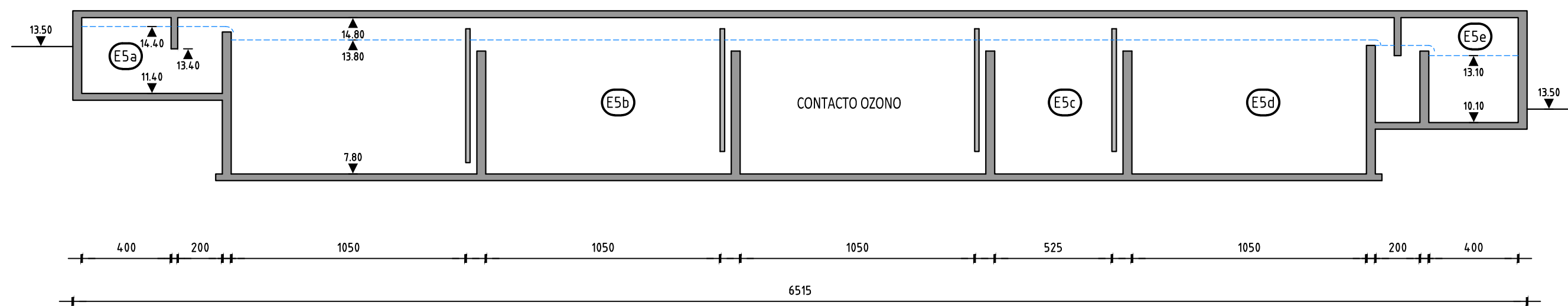
CORTE B-B

ESCALA 1:200



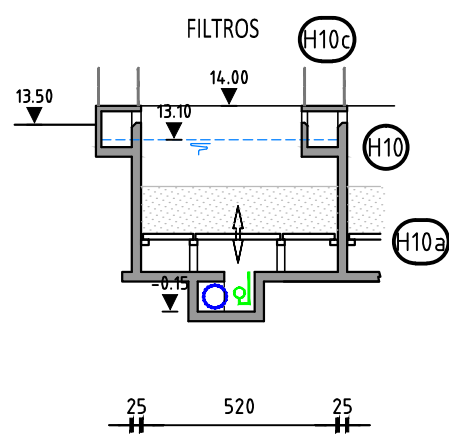
CORTE C-C

ESCALA 1:200



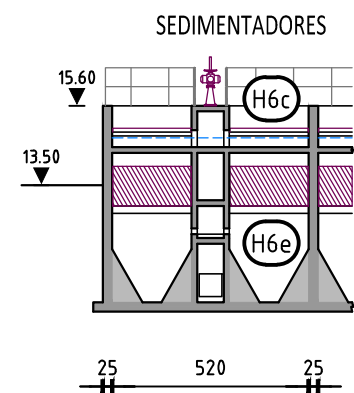
CORTE D-D

ESCALA 1:200



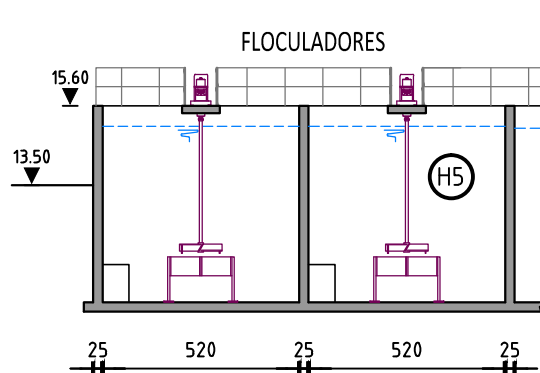
CORTE E-E

ESCALA 1:200



CORTE F-F

ESCALA 1:200



REFERENCIAS

- E. SISTEMA DE INTEROXIDACIÓN MEDIANTE OZONO (CAPACIDAD TOTAL = 17.500 ppd)
- DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA NORTE (FLOCODECANTADORES) HACIA POZO DE BOMBEO
 - DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA SUR (SEDIMENTADORES CONVENCIONALES TRANSFORMADOS) HACIA POZO DE BOMBEO
 - ESTACIÓN DE RECÁLQUE CON 2+1 BOMBAS PROPELLER DE EJE VERTICAL: $Q_{unif} = 12.900 \text{ m}^3/\text{h}$; $H = 3,0 \text{ mca}$, PARA UNIDAD DE CONTACTO OZONO PLANTA ACTUAL
 - UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA ACTUAL
 - CANAL DE ENTRADA SIFONADO
 - CÁMARA DE CONTACTO DE 3 CELDAS (TRH = 12 min)
 - CÁMARA DE REACCIÓN DE 1 CELDA (TRH = 2 min)
 - CÁMARA DE DESOZONIZACIÓN (TRH = 4 min)
 - CANAL DE SALIDA SIFONADO
 - UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA PROYECTADA
 - CANAL DE ENTRADA SIFONADO
 - CÁMARA DE CONTACTO DE 3 CELDAS (TRH = 12 min)
 - CÁMARA DE REACCIÓN DE 1 CELDA (TRH = 2 min)
 - CÁMARA DE DESOZONIZACIÓN (TRH = 4 min)
 - CANAL DE SALIDA SIFONADO
 - CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIOFILTRACIÓN PLANTA SUR
 - CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIFILTRACIÓN PLANTA NORTE
 - SALA DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE OZONO: 5+1 EQUIPOS DE CAPACIDAD UNITARIA 3.500 ppd CON TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN EN BASE A LOX
 - PLANTA PROYECTADA PARA CAUDAL = $12.900 \text{ m}^3/\text{h}$
 - TUBERÍA ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA (2 UNIDADES, Ø1200mm)
 - CANAL PARSHALL (ANCHO DE GARGANTA = 8 PIES)
 - CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COAGULADA A FLOCULADORES
 - ENTRADA A FLOCULADORES MECÁNICOS CON COMPUERTAS MANUALES (500x500mm)
 - FLOCULADORES MECÁNICOS (20 MÓDULOS EN PARALELO DE 2 CELDAS c/u); GRADIENTE 4/0 A 80 1/5; DIMENSIONES DE CADA CELDA: $L = 5,70$; $B = 5,20\text{m}$; ALTURA UTIL = 4,50m; TRH = 30 min.
 - SEDIMENTADORES LAMINARES (20 UNIDADES DOBLES EN PARALELO); DIMENSIONES DE CADA UNIDAD: $L = 30,0\text{m}$; $B = 2,10\text{m}$; ALTURA UTIL = 4,50m.
 - CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FLOCULADA (ORIFICIOS Ø150mm CADA 50cm)
 - DECANTADOR DE FLUJO LAMINAR VERTICAL CON PLACAS MODULARES
 - CANALES SUPERIORES CON VERTEDEROS PARA COLECTA DE AGUA CLARIFICADA
 - CANAL PRINCIPAL DE COLECTA DE AGUA CLARIFICADA
 - TOLVAS DE ACUMULACIÓN DE LODOS SEDIMENTADOS
 - CANAL DE COLECTA DE LODOS SEDIMENTADOS CON COMPUERTA ACTUADA
 - CANAL DE EVACUACIÓN DE LODOS CON COMPUERTA MANUAL Ø600mm
 - CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA CLARIFICADA A UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO
 - CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA CLARIFICADA Y OZONIZADA A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO
 - BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (20 UNIDADES EN PARALELO); ANCHO = 5,20m; LONGITUD = 16,50m; MANTO CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (ESPESOR = 1,20m)
 - ENTRADA A FILTROS CON COMPUERTAS ACTUADAS 500x400mm
 - FONDO DE FILTROS EN LOSETAS DE HORMIGÓN Y BOQUILLAS FILTRANTES, APTAS PARA LAVADO DE AGUA Y AIRE
 - CANALES SUPERIORES DE COLECTA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS POR RETROLAVADO
 - COLUMNAS DE BAJADA DE DESAGÜE DE LAVADO DE FILTROS
 - GALERÍA DE OPERACIÓN DE FILTROS CON TABLEROS DE COMANDO
 - MÚLTIPLE DE SALIDA Y ENTRADA A FILTROS:
 - SALIDA DE AGUA FILTRADA A DUCTO DE COLECTA
 - ENTRADA DE AGUA DE LAVADO DESDE DUCTO DE DISTRIBUCIÓN
 - SALIDA DE FILTRADO A DESAGÜE
 - MÚLTIPLES DE INTERCONEXIÓN DE FILTROS:
 - DUCTO DE SALIDA DE AGUA FILTRADA A TUBERÍA INTERCONEXIÓN CON TANQUE DE CONTACTO
 - DUCTO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS
 - CANAL DE COLECTA DE DESAGÜES DE LAVADO Y YACIADO DE FILTROS

NOTAS

1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

CUF

Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

PROYECTO:

seinco

Hazen

COORDINADOR:
ING. F. GROSS

PROYECTO:
ING. N. CUNHA

PROYECTO:
ING. J. DEWOLFE

N° REVISION:

PROYECTO:
ING. W. BECKER

DIBUJANTE:
D. IBARGUREN

FECHA REVISION:

OSE

Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE

Ing. Quím. SAUL GARAT
GERENTE

PROYECTO

Ing. Gabriela Cruz

PROYECTO

Ing. Alejandro Capelato

FECHA

junio 2017

PROYECTO

Ing. Claudia Bessouat

PROYECTO

Ing. Fernando Lima

ESCALA

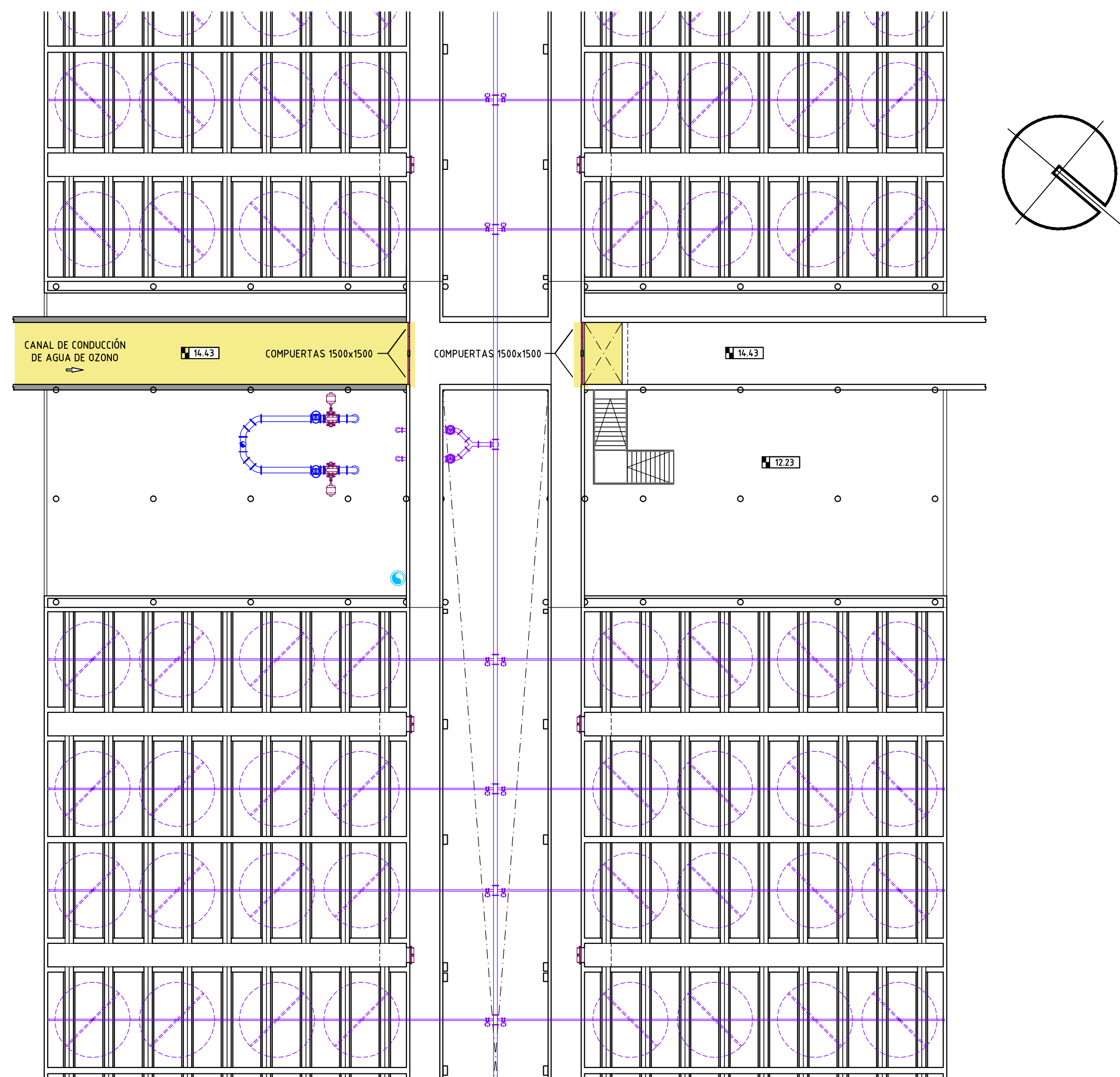
1:200

PLANO N°

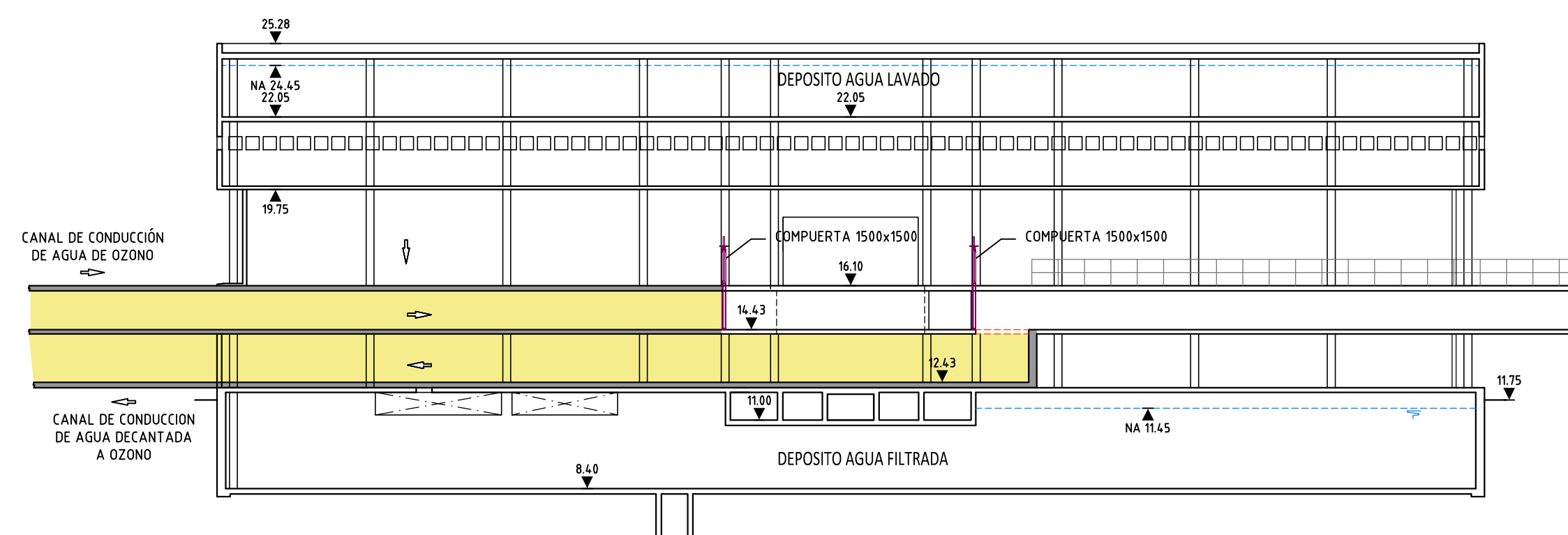
H202

Ing. MARGARITA PINTOS
SUB-GERENTE

ESCALA 1:100



ESCALA 1:200



NOTAS

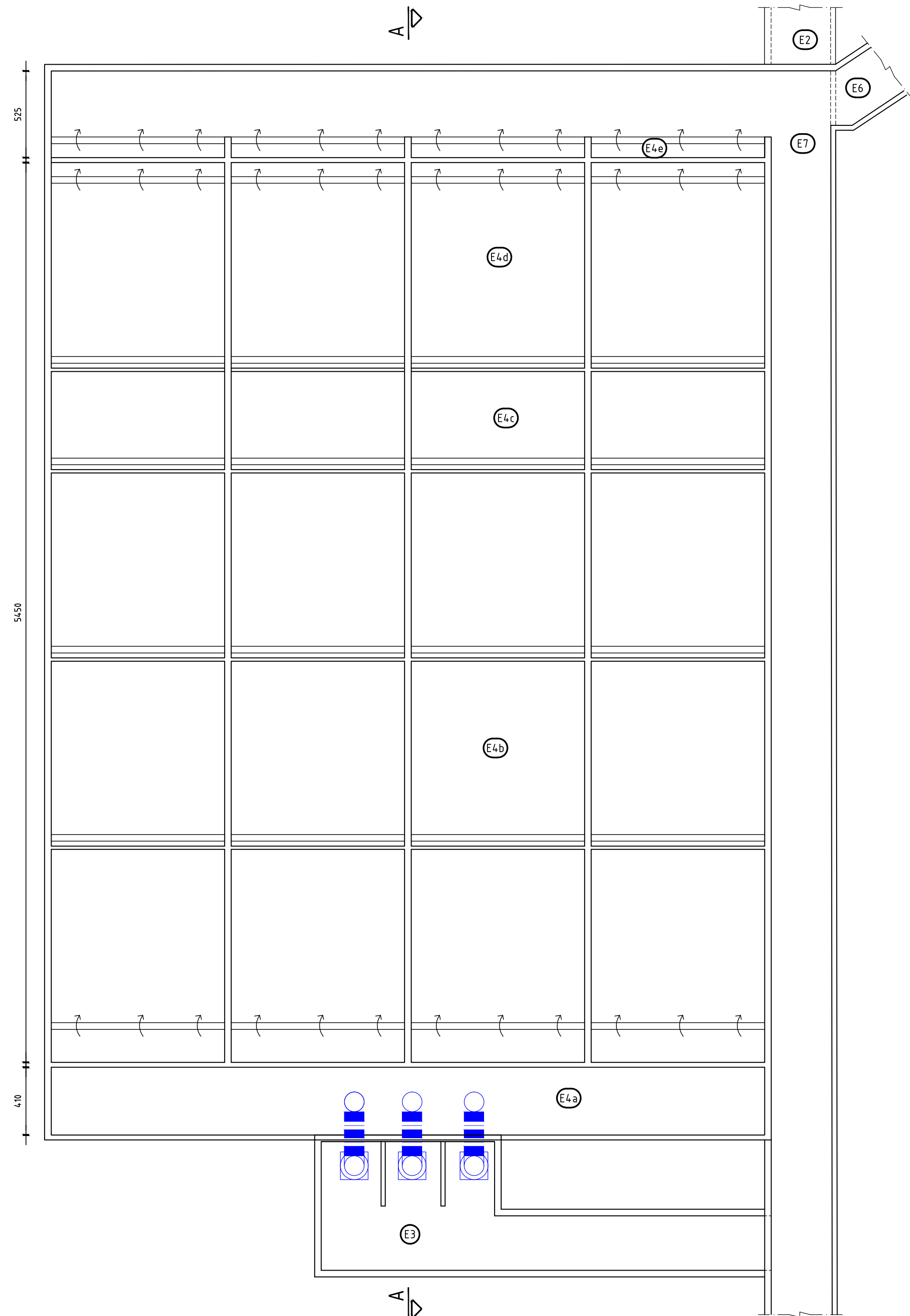
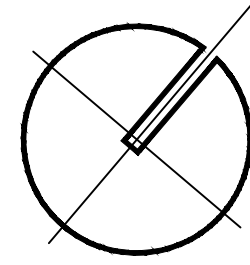
1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL).

Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano				
PROYECTO:		COORDINADOR:	PROYECTO:	PROYECTO:
		ING. F. GROSS	ING. N. CUNHA	ING. J. O. BELLAGAMBA
		PROYECTO:	PROYECTO:	DIBUJANTE:
		ING. J. DEVOLFE	ING. W. BECKER	D. IBARGUREN
		N° REVISION:	FECHA REVISION:	

	Obras Sanitarias del Estado								
GERENCIA DE AGUA POTABLE Ing. Quím. SAUL GARAT GERENTE	"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano" OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 2A INTER-OZONIZACIÓN + BAF - CANALES DE INTERCONEXIÓN AGUA CLARIFICADA CON TANQUE DE CONTACTO DE OZONO PLANTA Y CORTE								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">PROYECTO</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">PROYECTO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Ing. Gabriela Cruz</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Ing. Alejandro Cagolito</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">PROYECTO</td> <td style="padding: 5px;">PROYECTO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Ing. Claudia Bessarat</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">Ing. Fernando Linares</td> </tr> </table>	PROYECTO	PROYECTO	Ing. Gabriela Cruz	Ing. Alejandro Cagolito	PROYECTO	PROYECTO	Ing. Claudia Bessarat	Ing. Fernando Linares	FECHA julio 2017 ESCALA 1:200 PLANO N° H203
PROYECTO	PROYECTO								
Ing. Gabriela Cruz	Ing. Alejandro Cagolito								
PROYECTO	PROYECTO								
Ing. Claudia Bessarat	Ing. Fernando Linares								

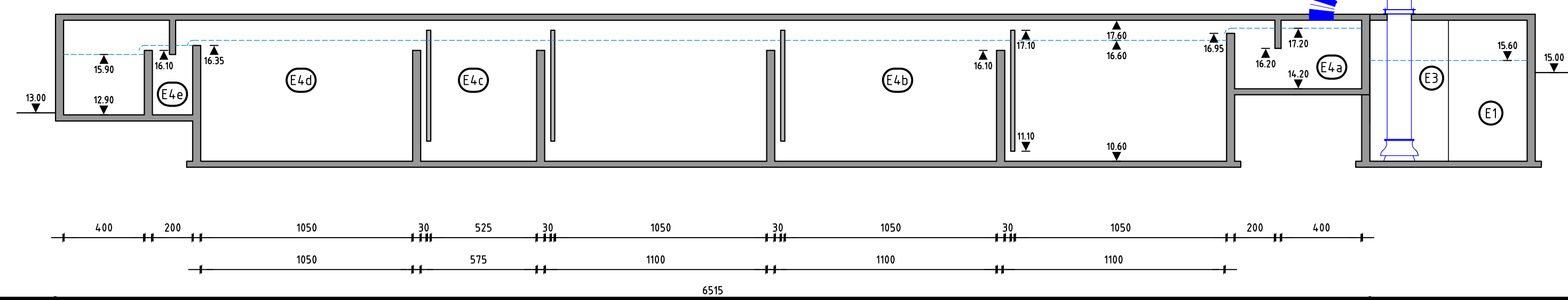
PLANTA

ESCALA 1:200



CORTE A-A

ESCALA 1:200



REFERENCIAS

E. SISTEMA DE INTEROXIDACIÓN MEDIANTE OZONO (CAPACIDAD TOTAL = 17.500 ppd)

1. DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA NORTE (FLOCDECANTADORES) HACIA POZO DE BOMBEO
2. DUCTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA SEDIMENTADA DESDE PLANTA SUR (SEDIMENTADORES CONVENCIONALES TRANSFORMADOS) HACIA POZO DE BOMBEO
3. ESTACIÓN DE RECALEQUE CON 2+1 BOMBAS PROPELLER DE EJE VERTICAL: $Q_{\text{unit}} = 12.900 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 3,0 \text{ mca}$
4. UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA ACTUAL
 - a) CANAL DE ENTRADA SIFONADO
 - b) CÁMARA DE CONTACTO DE 3 CELDAS (TRH = 12 min)
 - c) CÁMARA DE REACCIÓN DE 1 CELDA (TRH = 2 min)
 - d) CÁMARA DE DESOZONIZACIÓN (TRH = 4 min)
 - e) CANAL DE SALIDA SIFONADO
5. UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA PROYECTADA
 - a) CANAL DE ENTRADA SIFONADO
 - b) CÁMARA DE CONTACTO DE 3 CELDAS (TRH = 12 min)
 - c) CÁMARA DE REACCIÓN DE 1 CELDA (TRH = 2 min)
 - d) CÁMARA DE DESOZONIZACIÓN (TRH = 4 min)
 - e) CANAL DE SALIDA SIFONADO
6. CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIOFILTRACIÓN PLANTA SUR
7. CANAL DE CONDUCCIÓN A UNIDADES DE BIOFILTRACIÓN PLANTA NORTE
8. SALA DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE OZONO: 5+1 EQUIPOS DE CAPACIDAD UNITARIA 3.500 ppd CON TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN EN BASE A LOX

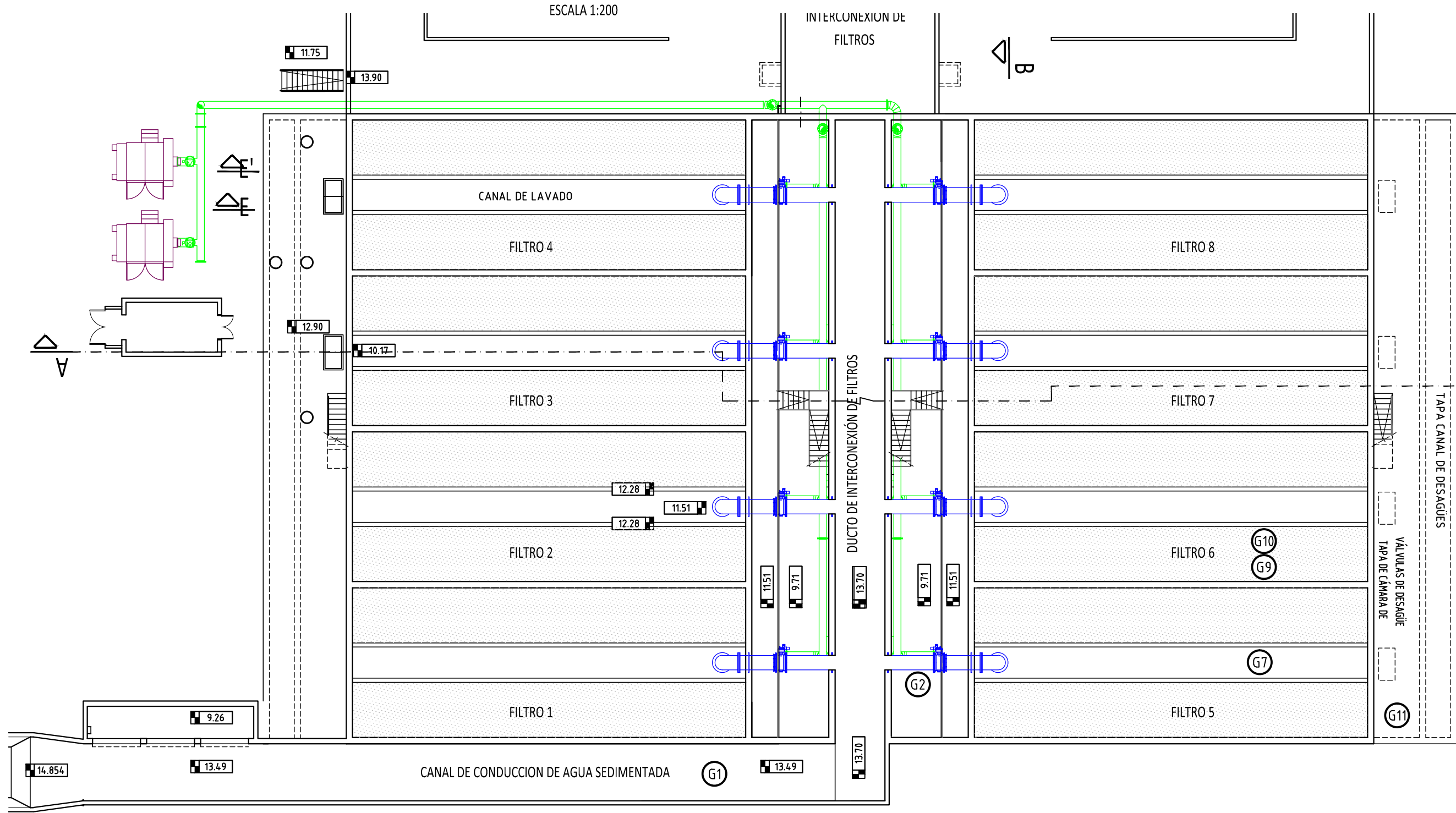
NOTAS

1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)

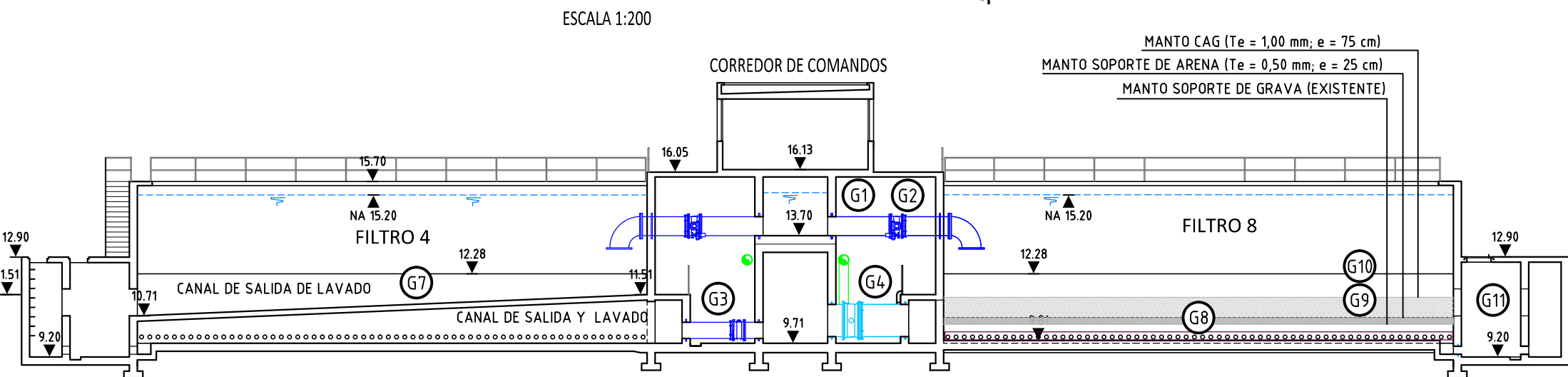
Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano			
PROYECTO:	COORDINADOR: ING. F. GROSS	PROYECTO: ING. N. CUNHA	PROYECTO: ING. J. O. BELLAGUAMA
	PROYECTO: ING. J. DEWOLFE	PROYECTO: ING. W. BECKER	DIBUJANTE: D. IBARGUREN
	N° REVISION:		FECHA REVISION:

AUTOR: DIBARGUREN
AUTOR: DIBARGUREN
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
FECHA ARCHIVADO: 14/8/2017 14:48:34
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:53:04
FECHA IMPRESION ULTIMA VERSION ARCHIVADA: 14/8/2017 14:53:04

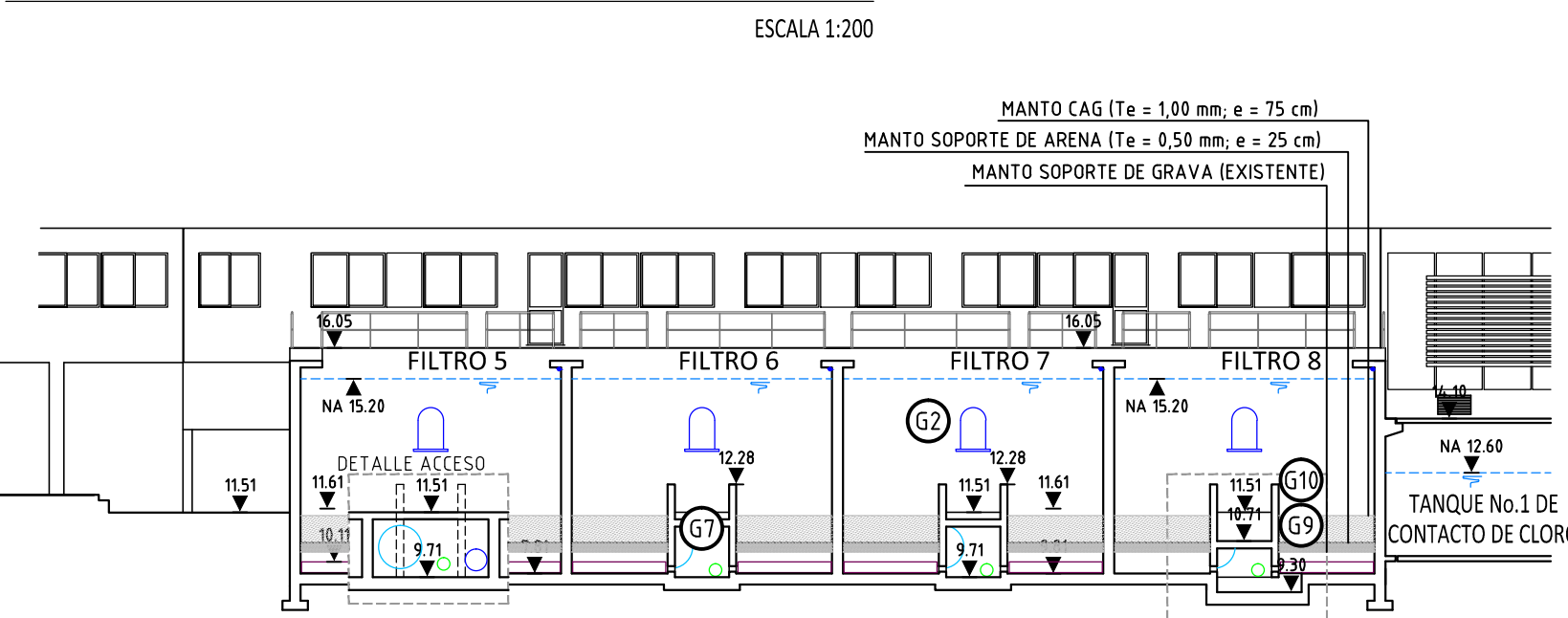
PLANTA BATERÍA FILTROS SUR



CORTE A-A



CORTE B-B

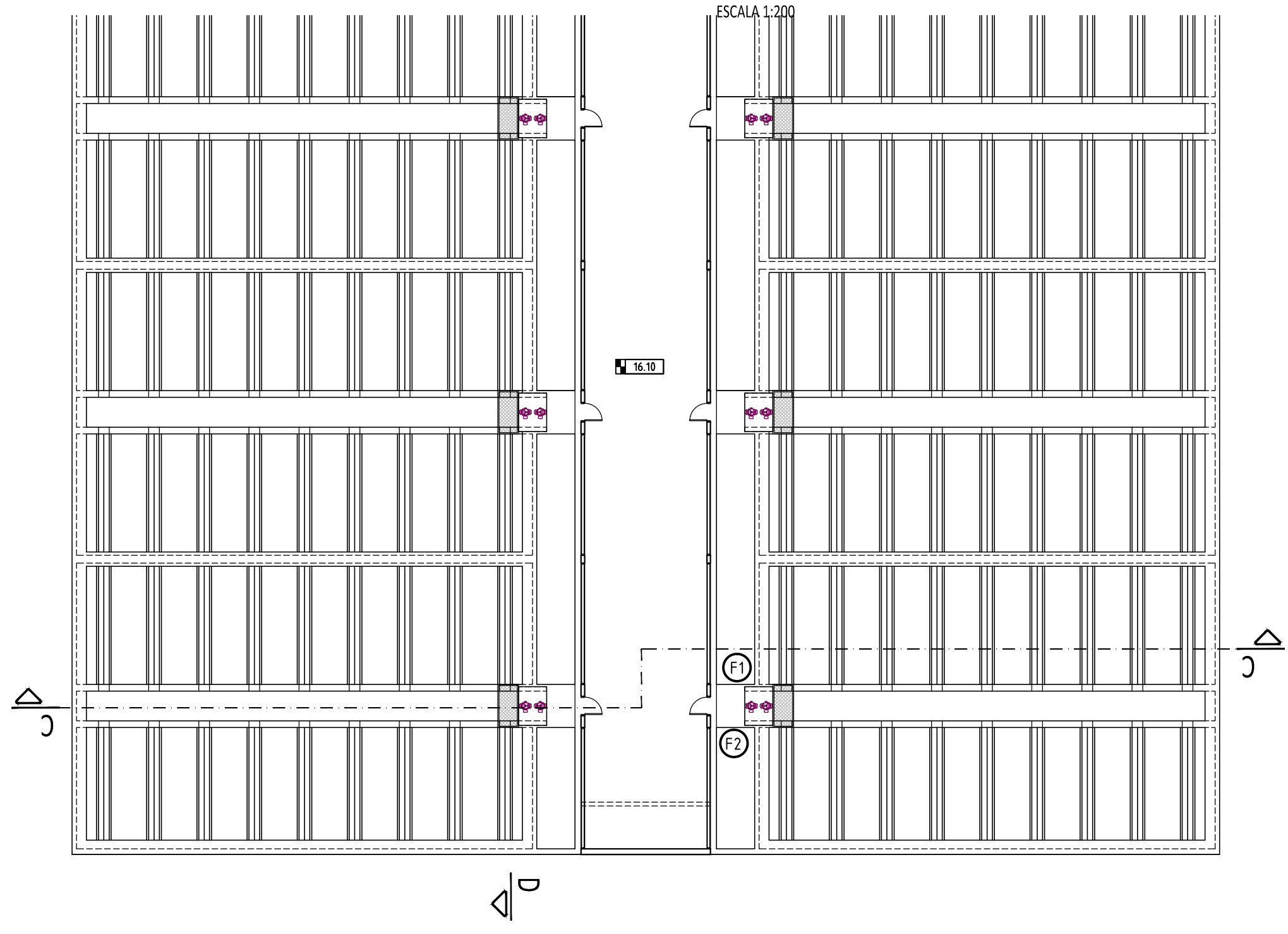


REFERENCIAS

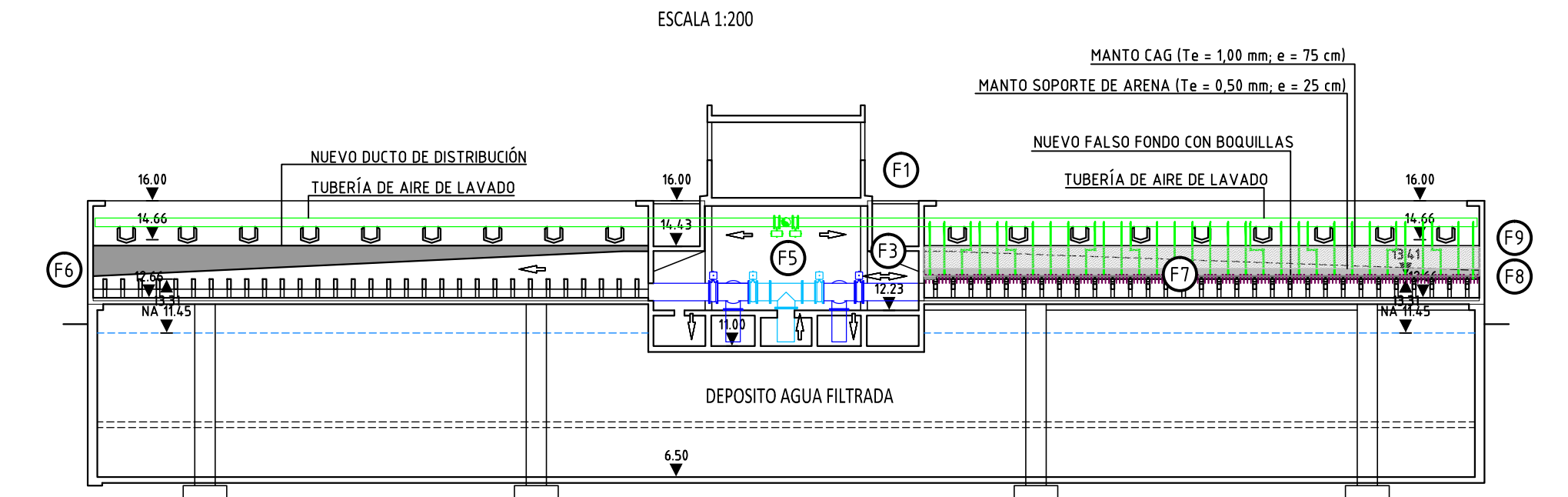
- F. BATERÍA DE FILTROS DE ARENA TRANSFORMADOS A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (CAPACIDAD MÁXIMA = 32.000 m³/h)
- CANAL DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA/OXIDADA
 - COMPUERTA DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA
 - TUBERÍA EXISTENTE DE SALIDA DE AGUA FILTRADA/ENTRA DE LAVADO DE FILTROS (FUNCIÓN Ø 600 mm)
 - TUBERÍA DE FILTRADO A DESAGÜE (FUNCIÓN Ø 350 mm)
 - NUOVA TUBERÍA DE AIRE PARA LAVADO DE FILTROS (ACERO INOXIDABLE Ø 300 mm)
 - NUOVO DUCTO DE SECCIÓN VARIABLE EN HORMIGÓN PARA DISTRIBUCIÓN EFICIENTE DE AGUA DE LAVADO DE FILTRO
 - FALSO FONDO CON LOSETAS DE HORMIGÓN PREFABRICADAS Y BOQUILLAS APTAS PARA LAVADO CON AGUA Y AIRE (4.0 U/m²)
 - MANTO SOPORTE DE ARENA (e = 25 cm; Te = 0.50 mm)
 - MANTO FILTRANTE DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (e = 75 cm; Te = 1.00 mm)
 - CANALES SECUNDARIOS DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO A RECONSTRUIR
 - CANALES PRINCIPALES DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO
 - COMPUERTA DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS
 - SOPPLANTES DE AIRE DE LAVADO DE FILTROS (1+1 UNIDADES): Q_{unit} = 4.400 m³/h; H = 300 mbar

- G. BATERÍA DE FILTROS DE ARENA Y ANTRACITA TRANSFORMADOS A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (CAPACIDAD MÁXIMA = 5.300 m³/h)
- CANAL DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA
 - TUBERÍA EXISTENTE DE ENTRADA DE AGUA SEDIMENTADA/OXIDADA (FUNCIÓN Ø 700 mm)
 - TUBERÍA EXISTENTE DE SALIDA DE AGUA FILTRADA (FUNCIÓN Ø 600 mm)
 - TUBERÍA EXISTENTE DE ENTRA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS (FUNCIÓN Ø 1200 mm)
 - TUBERÍA DE FILTRADO A DESAGÜE (FUNCIÓN Ø 350 mm)
 - TUBERÍA EXISTENTE DE AIRE PARA LAVADO DE FILTROS (ACERO INOXIDABLE Ø 350 mm)
 - DUCTO DE SECCIÓN VARIABLE EN HORMIGÓN PARA DISTRIBUCIÓN EFICIENTE DE AGUA DE LAVADO DE FILTRO
 - FALSO FONDO TIPO LEOPOLD APTOS PARA LAVADO CON AGUA Y AIRE
 - MANTO SOPORTE DE ARENA (e = 25 cm; Te = 0.50 mm)
 - MANTO FILTRANTE DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (e = 75 cm; Te = 1.00 mm)
 - CANAL PRINCIPAL DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO
 - TUBERÍA DE SALIDA DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS (FUNCIÓN Ø 1000 mm)
 - SUPLANTES EXISTENTES DE AIRE DE LAVADO DE FILTROS

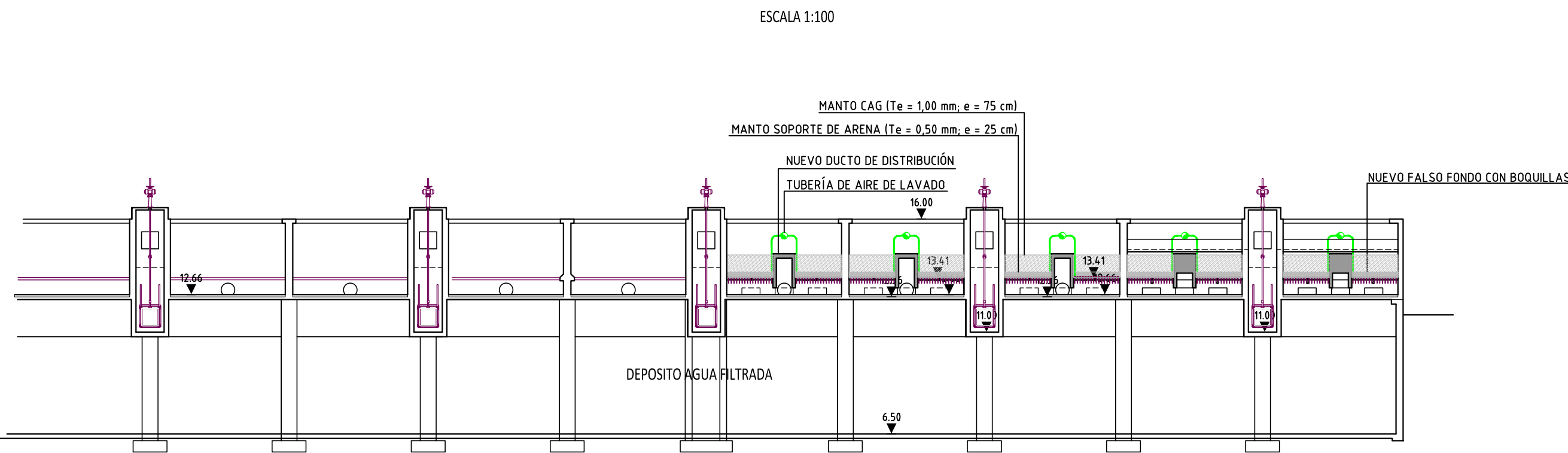
PLANTA BATERÍA DE FILTROS NORTES



CORTE C-C



CORTE D-D



NOTAS

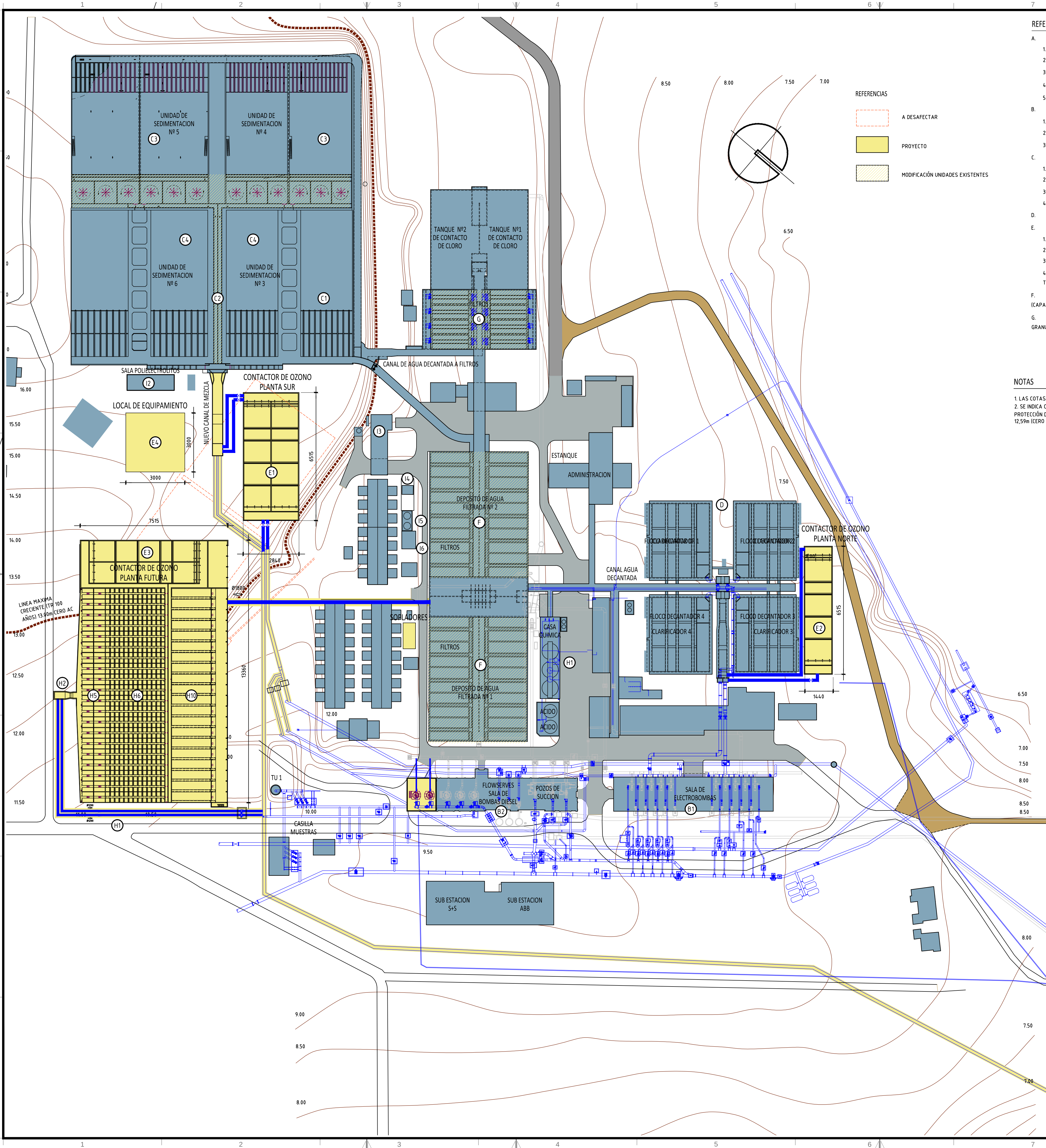
1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0.41m, CERO OFICIAL)

Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

PROYECTO:	COORDINADOR:	PROYECTO:	PROYECTO:
	ING. F. GROSS	ING. N. CUNHA	ING. J. O. BELLAGAMBA
	PROYECTO:	PROYECTO:	DIBUJANTE:
	ING. J. DEWOLFE	ING. W. BECKER	D. IBARGUREN
	N° REVISION:	FECHA REVISION:	

Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE	"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano"		
Ing. Quim. SAUL GARAT GERENTE	OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 2A INTER-OZONIZACIÓN + BAF - TRANSFORMACIÓN A BAF DE BATERIAS FILTROS NORTE Y SUR EXISTENTES - PLANTAS Y CORTES		
PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	FECHA
Ing. Gabriela Cruz	Ing. Alejandro Capelato		junio 2017
PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	ESCALA
Ing. MARGARITA PINTOS SUB GERENTE	Ing. Claudia Bessouat	Ing. Fernando Lima	1:200
PLANO N°			
			H205



REFERENCIAS

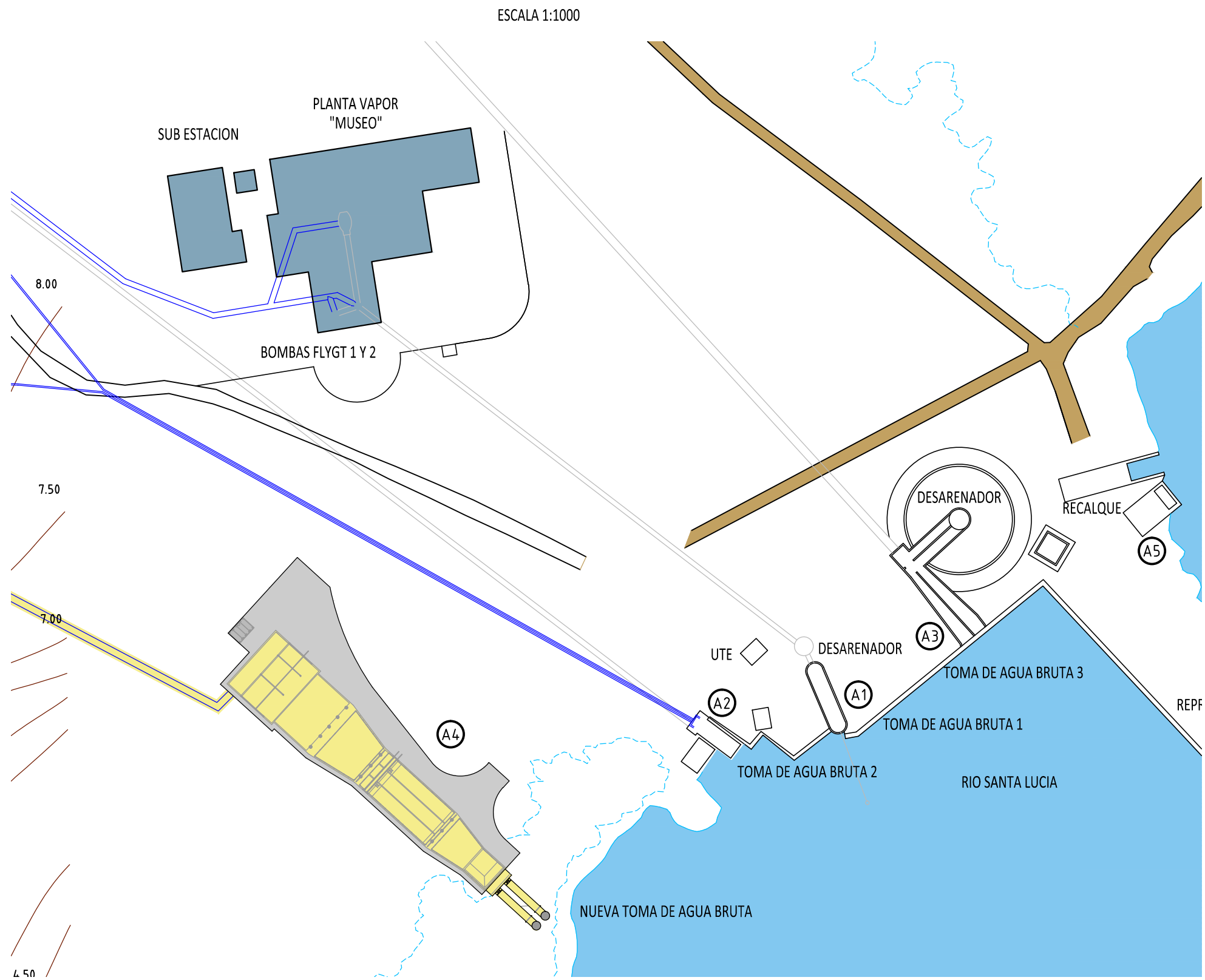
- A. OBRA DE TOMA
- 1. OBRA DE TOMA N°1 A SALA DE VAPOR
 - 2. OBRA DE TOMA N°2 A SALA DIESEL
 - 3. OBRA DE TOMA N°3 A SALA DE ELÉCTRICA
 - 4. OBRA DE TOMA N°4 A NUEVA CÁMARA DE MEZCLA
 - 5. ESTACIÓN DE RECALQUE
- B. SALA DE BOMBAS PROVEEDORAS Y ELEVADORAS
- 1. SALA DE BOMBAS DE ELÉCTRICA
 - 2. SALA DE BOMBAS DIESEL
 - 3. AMPLIACIÓN DE SALA DE BOMBAS ELEVADORAS
- C. SEDIMENTADORES HORIZONTALES TRANSFORMADOS (CAPACIDAD = 20.000 m³/h)
- 1. NUEVO CANAL PARSHALL DE MEZCLA
 - 2. NUEVO CANAL CENTRAL DOBLE, DE AGUA COAGULADA
 - 3. UNIDADES N°4 Y 5. INCORPORACIÓN DE 6 FLOCULADORES MECÁNICOS POR UNIDAD
 - 4. UNIDADES N°3 Y 6 A MANTENER. CON AJUSTES EN PENDIENTES DE FONDO
- D. FLOCULOCANTADORES (CAPACIDAD = 12.000 m³/h)
- E. SISTEMA DE INTEROXIDACIÓN MEDIANTE OZONO (CAPACIDAD TOTAL = 24.500 ppd)
- 1. UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA SUR
 - 2. UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA NORTE
 - 3. UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO PLANTA PROYECTADA
 - 4. SALA DE EQUIPOS DE GENERACIÓN DE OZONO: 7-1 EQUIPOS DE CAPACIDAD UNITARIA 3500 ppd CON TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN EN BASE A LOX
- F. BATERÍA DE FILTROS DE ARENA TRANSFORMADOS A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (CAPACIDAD MÁXIMA = 20.500 m³/h)
- G. BATERÍA DE FILTROS DE ARENA Y ANTRACITA TRANSFORMADOS A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (CAPACIDAD MÁXIMA = 5.300 m³/h)

- H. PLANTA PROYECTADA PARA CAUDAL = 12.900 m³/h.
- 1. TUBERÍA ADUCCIÓN DE AGUA BRUTA (2 UNIDADES, Ø1200mm)
 - 2. CANAL PARSHALL (ANCHO DE GARGANTA = 8 PIES)
 - 3. CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COAGULADA A FLOCULADORES
 - 4. ENTRADA A FLOCULADORES MECÁNICOS CON COMPUERTAS MANUALES (500x500mm)
 - 5. FLOCULADORES MECÁNICOS (20 MÓDULOS EN PARALELO DE 2 CELDAS c/u). GRADIENTE 4.0 A 8.0 1/s. DIMENSIONES DE CADA CELDA: L= 5,70 ; B=5,20m; ALTURA ÚTIL= 4,50m. TRH= 30 min.
 - 6. SEDIMENTADORES LAMINARES (20 UNIDADES DOBLES EN PARALELO). DIMENSIONES DE CADA UNIDAD: L=30,0M; B=2,10M; ALTURA ÚTIL= 4,50m.
 - 7. CANAL DE EVACUACIÓN DE LODOS CON COMPUERTA MANUAL Ø600mm
 - 8. CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA CLARIFICADA A UNIDAD DE CONTACTO DE OZONO
 - 9. CANAL DE CONDUCCIÓN DE AGUA CLARIFICADA Y OZONIZADA A BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO
 - 10. BIOFILTROS DE CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (20 UNIDADES EN PARALELO). ANCHO= 5,20m; LONGITUD= 16,50m; MANTO CARBÓN ACTIVADO GRANULAR (ESPESOR = 1,20m)
- I. INSTALACIONES DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS
- 1. SULFATO DE ALUMINIO
 - 2. POLIELECTROLITO
 - 3. CLORO GAS
 - 4. DIÓXIDO DE CLORO
 - 5. SODA CÁUSTICA
 - 6. HIPOCLORITO DE SODIO

NOTAS

- 1. LAS COTAS INDICADAS EN PLANOS CORRESPONDE A CERO AGUAS CORRIENTES (-0,41m, CERO OFICIAL)
- 2. SE INDICA CURVA DE NIVEL CORRESPONDIENTE A MÁXIMA CRECIENTE BAJO PROTECCIÓN DE INSTALACIONES (TR=100 AÑOS) = 13,00 (CERO AGUAS CORRIENTES) = 12,59m (CERO OFICIAL)

OBRA DE TOMA



Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano

PROYECTO:	COORDINADOR:	PROYECTO:	PROYECTO:
	ING. F. GROSS	ING. N. CUNHA	ING. J. O. BELLAGAMBA
	PROYECTO:	PROYECTO:	DIBUJANTE:
	ING. J. DEVOLFE	ING. W. BECKER	D. IBARGUREN
	N° REVISIÓN:		FECHA REVISIÓN:

Obras Sanitarias del Estado

GERENCIA DE AGUA POTABLE	"Estudio y Recomendación de la Alternativa más conveniente para asegurar el Abastecimiento de Agua Potable para el Sistema Metropolitano"		
Ing. Quím. SAUL GARAT GERENTE	OBRAS DE REHABILITACIÓN DE MEDIANO PLAZO: ALTERNATIVA 2B		
	PRE-OZONIZACIÓN + BAF		
	PLANTA GENERAL		
	PROYECTO	PROYECTO	FECHA
	Ing. Gabriela Cruz	Ing. Alejandro Capelato	junio 2017
	PROYECTO	PROYECTO	ESCALA
	Ing. MARGARITA PINTOS SUB GERENTE	Ing. Claudia Bessouat	1:1000
		Ing. Fernando Lima	PLANO N°
			H210