

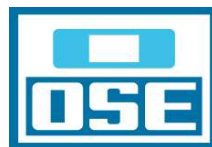
# INICIATIVA PRIVADA PARA LA AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE AL ÁREA METROPOLITANA DE MONTEVIDEO

## PROYECTO ARAZATÍ



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD (RD N°195/21)

VOLUMEN N°2:  
MEMORIA DESCRIPTIVA, CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES  
TÉCNICAS



SAN JOSÉ/MONTEVIDEO – URUGUAY  
MARZO 2022

CONSORCIO AGUAS DE MONTEVIDEO



Berkes

CIEMSA

Fast

seinco





**INDICE**

1 INTRODUCCIÓN..... 9

2 MEMORIA DESCRIPTIVA ..... 10

    2.1 Generalidades..... 10

    2.2 Obra de Captación ..... 12

        2.2.1 Caudal de diseño..... 12

        2.2.2 Información antecedente..... 12

        2.2.3 Tipología de obra de captación ..... 13

    2.3 Estación de bombeo de agua bruta (EBAB) ..... 15

        2.3.1 Características generales ..... 15

        2.3.2 Lógica de operación en condiciones normales ..... 15

        2.3.3 Caudal de diseño..... 15

        2.3.4 Tubería de impulsión..... 16

        2.3.5 Determinación capacidad de equipos de bombeo ..... 16

        2.3.6 Sistema de generación de dióxido de cloro..... 18

        2.3.7 Sistema de protección frente a transitorios hidráulicos ..... 18

    2.4 Reserva de agua dulce (Polder) ..... 19

        2.4.1 Características generales ..... 19

        2.4.2 Estructuras complementarias..... 19

    2.5 Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)..... 20

        2.5.1 Generalidades..... 20

        2.5.2 Cámara de carga y mezcla rápida ..... 20

        2.5.3 Unidades de floccodecantación ..... 21

        2.5.4 Sistema de Inter-ozonización..... 26

        2.5.5 Batería de filtro biológicos ..... 29

        2.5.6 Sistema de desinfección ..... 32

        2.5.7 Dosificación de productos químicos..... 33

        2.5.8 Tanque de contacto de desinfección..... 36

        2.5.9 Depósitos de agua filtrada (reservade agua potable) ..... 37

        2.5.10 Red de Desagües..... 37

    2.6 Estación de bombeo de agua tratada (EBAT)..... 40

        2.6.1 Múltiple de succión e impulsión ..... 40

        2.6.2 Medición y control ..... 41

2.6.3	<i>Elementos accesorios</i> .....	41
2.7	Sistema de tratamiento de lodos .....	42
2.7.1	<i>Generación</i> .....	42
2.7.2	<i>Tratamiento de Lodos de Alta Concentración</i> .....	43
2.7.3	<i>Tratamiento de Lodos de Baja Concentración</i> .....	44
2.7.4	<i>Deshidratación de Lodos</i> .....	45
2.7.5	<i>Disposición final de lodos deshidratados (monorrelleno)</i> .....	46
2.8	Aductora de agua potable.....	50
2.8.1	<i>Dimensionado básico de la nueva aductora y EBAT</i> .....	51
2.8.2	<i>Descripción del trazado</i> .....	51
2.8.3	<i>Cruce del río Santa Lucía</i> .....	53
2.8.4	<i>Criterios de diseño e instalación</i> .....	55
2.8.5	<i>Protección contra la corrosión</i> .....	59
2.8.6	<i>Elementos de hormigón armado: cámaras y anclajes</i> .....	60
2.8.7	<i>Protección contra el golpe de ariete</i> .....	60
2.9	Integración de la nueva fuente al sistema Metropolitano .....	62
2.9.1	<i>Tubería de Conexión Melilla – Cuchilla Pereira</i> .....	62
2.9.2	<i>Ampliación del recalque de Melilla</i> .....	63
2.9.3	<i>Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla</i> .....	64
2.9.4	<i>Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla</i> ....	64
2.9.5	<i>Mejoras propuestas para escenarios de contingencia</i> .....	65
2.10	Sistema de Recloración .....	65
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	67
3.1	Equipos electromecánicos.....	67
3.1.1	<i>Bombas Principales</i> .....	67
3.1.2	<i>Bombas Secundarias</i> .....	78
3.1.3	<i>Bombas Dosificadoras</i> .....	84
3.1.4	<i>Generadores de Dióxido de Cloro</i> .....	90
3.1.5	<i>Floculadores Mecánicos</i> .....	91
3.1.6	<i>Compresores y Soplantes</i> .....	93
3.1.7	<i>Agitadores Mecánicos</i> .....	94
3.1.8	<i>Espesador mecánico de lodos</i> .....	97
3.1.9	<i>Centrífugas de deshidratación de lodo</i> .....	98

3.1.10	<i>Tornillos transportadores</i> .....	99
3.1.11	<i>Equipos de preparación de polímero</i> .....	103
3.1.12	<i>Barredor de lodos</i> .....	107
3.2	<i>Tuberías</i> .....	108
3.2.1	<i>Generalidades</i> .....	108
3.2.2	<i>Fundición Dúctil</i> .....	109
3.2.3	<i>Acero</i> .....	110
3.2.4	<i>Acero Inoxidable</i> .....	110
3.2.5	<i>Policloruro de vinilo (PVC)</i> .....	111
3.2.6	<i>Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)</i> .....	111
3.2.7	<i>Polipropileno (PP)</i> .....	111
3.2.8	<i>Polietileno (PEAD)</i> .....	112
3.2.9	<i>Instalación de tuberías para líquidos a presión</i> .....	112
3.3	<i>Válvulas y accesorios</i> .....	113
3.3.1	<i>Generalidades</i> .....	113
3.3.2	<i>Mariposa</i> .....	113
3.3.3	<i>Compuerta</i> .....	114
3.3.4	<i>Válvula de regulación de tipo Anular</i> .....	114
3.3.5	<i>Diafragma</i> .....	115
3.3.6	<i>Retención de tobera</i> .....	115
3.3.7	<i>Retención de clapeta</i> .....	115
3.3.8	<i>Retención de bola</i> .....	116
3.3.9	<i>Válvula de retención de asiento inclinado</i> .....	116
3.3.10	<i>Antirretorno flexible (tipo “pico de pato”).</i> .....	117
3.3.11	<i>Válvulas para tuberías de PP/PVC</i> .....	117
3.3.12	<i>Juntas de Montaje</i> .....	117
3.3.13	<i>Juntas de expansión elásticas</i> .....	118
3.4	<i>Compuertas</i> .....	118
3.4.1	<i>Tipo y prestación</i> .....	118
3.4.2	<i>Accionamiento</i> .....	118
3.4.3	<i>Disposiciones generales y aspectos constructivos</i> .....	119
3.4.4	<i>Disposiciones técnicas específicas</i> .....	120
3.5	<i>Instrumentos</i> .....	121

3.5.1	<i>Sensor de pH</i> .....	121
3.5.2	<i>Sensor de conductividad eléctrica</i> .....	121
3.5.3	<i>Sensor de nivel radar</i> .....	122
3.5.4	<i>Medición de nivel discreto</i> .....	123
3.5.5	<i>Medición de nivel hidrostático</i> .....	123
3.5.6	<i>Analizador de Turbiedad</i> .....	123
3.5.7	<i>Analizador de Cloro</i> .....	125
3.5.8	<i>Analizador de Ozono</i> .....	125
3.5.9	<i>Analizador de dióxido de cloro</i> .....	126
3.5.10	<i>Cudalímetros Electromagnéticos</i> .....	126
3.5.11	<i>Cudalímetro de Aire (Lavado de Filtros)</i> .....	129
3.5.12	<i>Sensor de carpeta de lodos</i> .....	130
3.5.13	<i>Sensor de Presión</i> .....	131
3.6	<i>Sistema de Ozonización</i> .....	132
3.6.1	<i>Introducción</i> .....	132
3.6.2	<i>Equipos de Generación de Oxígeno</i> .....	132
3.6.3	<i>Equipos de Generación de Ozono</i> .....	133
3.6.4	<i>Sistema de Enfriamiento</i> .....	133
3.6.5	<i>Equipo de destrucción de Ozono</i> .....	134
3.6.6	<i>Tuberías, difusores y accesorios</i> .....	134
3.6.7	<i>Tablero General</i> .....	135
3.7	<i>Sistema de Desinfección (cloro gas)</i> .....	136
3.7.1	<i>Introducción</i> .....	136
3.7.2	<i>Cilindros en operación</i> .....	136
3.7.3	<i>Evaporadores</i> .....	137
3.7.4	<i>Cloradores</i> .....	139
3.7.5	<i>Eyectores</i> .....	139
3.7.6	<i>Tuberías y equipos complementarios</i> .....	140
3.7.7	<i>Equipamiento específico a considerar</i> .....	142
3.8	<i>Otros materiales o equipos</i> .....	144
3.8.1	<i>Módulos de Sedimentación Laminar</i> .....	144
3.8.2	<i>Manto filtrante</i> .....	145
3.8.3	<i>Falso fondo en filtros</i> .....	146

3.8.4	<i>Depósitos de almacenamiento de Sulfato de Aluminio</i> .....	146
3.8.5	<i>Depósitos de almacenamiento de Soda Cáustica</i> .....	147
3.9	Planta de Tratamiento de Efluentes Domésticos .....	149
3.10	Dispositivos de protección antiarriete.....	150
3.10.1	<i>Tanques hidroneumáticos en: EBAB y recalque a Polder</i> .....	150
3.10.2	<i>Tanques hidroneumáticos en: EBAT</i> .....	151
4	INSTALACIONES DE CONTROL DE PROCESOS .....	152
4.1	Solución Conceptual .....	152
4.2	Descripción General del Sistema SCADA .....	153
4.3	Descripción del Sistema de Control .....	153
4.4	Alarmas y Paradas del Sistema.....	155
4.5	Instrumentos de medición .....	155
4.5.1	<i>Obra de toma</i> .....	155
4.5.2	<i>Línea de potabilización</i> .....	156
4.5.3	<i>Línea de tratamiento de lodos</i> .....	157
5	COSTOS ESTIMADOS DE OPERACIÓN (OPEX) .....	158
5.1	Introducción .....	158
5.2	Costos Energéticos.....	158
5.3	Costos de Productos Químicos.....	159
6	ANEXO .....	161
6.1	Memoria de Cálculo.....	161
6.1.1	<i>Estación de Bombeo de Agua Bruta</i> .....	161
6.1.2	<i>Planta Potabilizadora</i> .....	165
6.2	Memoria de Eléctrica Obra de Toma y PTAP .....	255
6.3	Memoria de Eléctrica Recalque Melilla .....	256

**Lista de Tablas, Figuras y Gráficos**

Tabla 2-1:	Niveles RDLP (metros referidos al cero Wharton) .....	12
Tabla 2-2:	Parámetros hidráulicos obra de toma (tuberías) .....	13
Tabla 2-3:	Determinación de nivel mínimo de agua en estructura de bombeo .....	14
Tabla 2-4:	Parámetros hidráulicos de operación impulsión EBAB .....	16
Tabla 2-5:	Determinación de carga hidráulica de equipos de bombeo EBAB (3 equipos operativos, 300.000 m <sup>3</sup> /d) .....	16
Tabla 2-6:	Características y parámetros principales de floculadores .....	23
Tabla 2-7:	Características y parámetros principales de los sedimentadores laminares	24

Tabla 2-8: Características y parámetros principales de los contactores de ozono. .... 28

Tabla 2-9: Características y parámetros principales de las unidades de filtración ..... 30

Tabla 2-10: Requerimientos necesarios del sistema de desinfección con cloro gas..... 32

Tabla 2-11: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de coagulante..... 34

Tabla 2-12: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de floculante..... 35

Tabla 2-13: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de alcalinizante..... 36

Tabla 2-14: Comparativa de OPEX deshidratación vs secado térmico de lodos. .... 47

Tabla 2-15: Comparativa de CAPEX deshidratación vs secado térmico de lodos (horizonte 2045). .... 47

Tabla 2-16: Localización y características de los TU. .... 61

Tabla 2-17: Localización y dimensiones de los TU..... 62

Tabla 3-1: Disposiciones técnicas específicas de las compuertas. .... 120

Tabla 3-2: Disposiciones técnicas específicas de los medidores de cuadal. .... 128

Tabla 3-3: Características de los sensores de presión. .... 131

Tabla 5-1: Costos Operativos de Energía Eléctrica ..... 158

Tabla 5-2: Costos Operativos de Productos Químicos..... 160

Figura 2-1: Esquema general de intervenciones del proyecto Arazatí..... 11

Figura 2-2: Esquema general de generación de Ozono. .... 26

Figura 2-3: Verificación hidráulica Cañada del Juncal..... 39

Figura 2-3: Ubicación de los posibles predios preseleccionados para la ejecución del monorrene de lodos deshidratados. .... 50

Gráfico 2-1: Operación de tres equipos de bombeo, caudal: 300.000 m3/d ..... 17

Gráfico 2-2: Operación de dos equipos de bombeo, caudal: 229.000 m3/d..... 17



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto presentar a la Administración de Obras Sanitaria del Estado (OSE), el Volumen N°2 del Estudio de Factibilidad, redactando siguiendo los términos de la RD N°195/21, en relación a la Propuesta de Iniciativa Privada presentada por el Consorcio integrado por SACEEM SA, BERKES SA, CIEMSA y FAST Ltda., para el Proyecto de Ampliación y Mejora en la capacidad de abastecimiento de agua potable al área Metropolitana de Montevideo.

En efecto, de acuerdo con lo solicitado en el apartado 2) de la mencionada RD, fue encomendada la realización de los Estudios de Factibilidad para dicho Proyecto, enunciando un listado no taxativo de tareas a ser tenidas en cuenta.

Atendiendo esa solicitud entonces, este documento presenta los siguientes componentes, alineados con el propósito general del Proyecto:

- Capítulo 2: se presenta la memoria descriptiva de los distintos subproyectos que constituyen la solución.
- Capítulo 3: contempla las especificaciones técnicas de equipos y materiales del proyecto.
- Capítulo 4: se describen brevemente las instalaciones de proceso y control.
- Capítulo 5: se presenta la estimación de costos de operación (OPEX) del proyecto.

Se estructura la entrega de los subproyectos de la iniciativa de la siguiente manera:

- Planos Generales del Proyecto: 000
- Obra de Captación e Impulsión de Agua Bruta: 100
- Reserva Emergencial de Agua Bruta (Polder): 200
- Planta Potabilizadora Río de la Plata: 300
- Tubería Aductora de Agua Potable: 400
- Disposición Final de Lodos en Monorrelleno: 500.

## 2 MEMORIA DESCRIPTIVA

### 2.1 Generalidades

El proyecto involucrará las siguientes intervenciones:

- Construcción de una nueva toma de agua bruta a la altura de Pto. Arazatí (departamento de San José), aproximadamente a 80 km al oeste de Montevideo, aguas arriba del Río de la Plata.
- Construcción de una planta potabilizadora junto a la toma por una capacidad nominal de 229.000 m<sup>3</sup>/d y ampliable a una capacidad aproximada del 50%.
- Construcción de una reserva de agua dulce de 9,3 Hm<sup>3</sup> para cubrir la demanda de agua bruta necesaria durante episodios de salinidad.
- Construcción de una tubería aductora de agua tratada en FD DN 1500 mm con destino a Montevideo. Se destaca el hecho de que el agua será bombeada al propio sistema de distribución de Montevideo (zona recalque Melilla). Se incluyen las obras conexas necesarias para la integración al sistema, como ser la tubería de interconexión Melilla – Cuchilla Pereira.
- Construcción de un Monorrelleno de 20 ha de superficie aproximada, en las cercanías a la planta, para efectuar la disposición final de los lodos generados y tratados en la nueva planta potabilizadora.

En el Anexo 6.1 se incluye la memoria de cálculo hidráulico de las instalaciones proyectadas.



Figura 2-1: Esquema general de intervenciones del proyecto Arazati.

## 2.2 Obra de Captación

### 2.2.1 Caudal de diseño

La obra de captación tendrá una capacidad de diseño en etapa inicial del orden de los 300.000 m<sup>3</sup>/d, pudiendo ampliarse la misma hasta una capacidad de 400.000 m<sup>3</sup>/d.

### 2.2.2 Información antecedente

#### 2.2.2.1 Trabajos de campo

Para la evaluación de la obra de captación, fueron realizados los siguientes trabajos de campo:

- **Batimetría.** Se realizaron dos batimetrías en el área de estudio, denominándose batimetría oeste y este, de acuerdo a su posición respecto a Montevideo. Fecha de realización: Julio/2021.
  - o *Batimetría Oeste.* Parte en la costa de coordenadas (X: 500.238 m; Y: 6.175.702 m), con una longitud de aproximadamente 2.800 m, ancho de 300 m. La batimetría alcanzó una cota de fondo de -6,30 mWh.
  - o *Batimetría Este.* Parte en la costa de coordenadas (X: 501.743 m; Y: 6.174.219 m), con una longitud de aproximadamente 2.700 m, ancho de 800 m. La batimetría alcanzó una cota de fondo de -6,00 mWh.
- **Ensayos tipo Jet Probe.** Sobre trazas definidas sobre las batimetrías realizadas, se realizaron ensayos de tipo penetración de lanza, con un total de 41 puntos. Fecha de realización: 17/09/2021.
- **Sondeo a nivel de costa.** Se realiza un sondeo para obtener la caracterización geotécnica del subsuelo, sobre coordenadas (X: 500.234 m, Y: 6.175.699 m). El sondeo alcanza una profundidad de 10,40m respecto al terreno natura. Fecha de realización: 12/10/2021.

#### 2.2.2.2 Niveles en Río de la Plata

Como referencia de niveles del RDLP, se ha obtenido información de proyectos realizados en Punta del Tigre, y conjuntamente se ha solicitado a DINAGUA las curvas de frecuencia de niveles mínimos y máximos para las zonas de: Bocas del Cufre y Juan Lacaze. La estación Bocas de Cufre solamente funcionó unos años en la década del 50 y no generó información significativa por dificultades de mantenimiento.

Referencia	Min	Max
Punta del Tigre	-0,71	3,80
Juan Lacaze	-1,13	4,17

Tabla 2-1: Niveles RDLP (metros referidos al cero Wharton)

El diseño de la obra de captación considera los niveles determinados para Juan Lacaze. En particular, el nivel mínimo en el RDLP es necesario para determinar el nivel mínimo de agua en la estructura de bombeo, de forma de garantizar la correcta operación de los equipos de bombeo.

### 2.2.3 Tipología de obra de captación

La obra de toma estará compuesta por:

- Tuberías dentro del RDLP. Serán 3 tuberías de PEAD, PE 100, SDR 21. Tendrán una longitud aproximada de 1600 m. La instalación de la misma será de acuerdo a las láminas presentadas.
- Puntos de ingreso. Mediante filtros de tipo Johnson.

#### 2.2.3.1 *Tuberías dentro de RDLP*

El diseño considera un caudal de hasta 400.000 m<sup>3</sup>/d (4.630 l/s). Se ha considerado la instalación de: **tres** tuberías en paralelo en: **PEAD, PE 100, SDR 21**. La longitud de la captación es determinada de forma de alcanzar un nivel de lecho suficiente que permita la correcta operación de los filtros de ingreso de agua (sumergencia, y separación a lecho).

Los principales parámetros hidráulicos se corresponden a:

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal diseño	400.000	m <sup>3</sup> /d
DN	1.600	mm
DI	1.447,6	mm
Nº tubos	3	
Q/tubería	1.543	l/s
Velocidad	0,94	m/s
J	0,45	m/km

**Tabla 2-2: Parámetros hidráulicos obra de toma (tuberías)**

La instalación de estas tuberías debe considerar una pendiente mínima ascendente en sentido del flujo de: 0,25 %.

#### 2.2.3.2 *Estructura de ingreso*

Se ha considerado como mejor opción para los puntos de captación, filtros de forma cilíndrica del tipo Johnson. Este tipo de filtros, en forma de T, cuenta en su interior con un sistema que garantiza captación uniforme de agua en su extensión, y pueden ser contruidos en una aleación de cupro níquel (Z-Alloy), que evita el crecimiento del mejillón dorado sobre el mismo.

Los criterios de diseño considerados son:

- Velocidad máxima en ingreso: 0,15 m/s. Velocidad de diseño para evitar ingreso de peces a la estructura, y atiende a la exigencia de protección ambiental de la agencia EPA de los Estados Unidos en su estándar 316. El dimensionado de los filtros se realiza considerando esta velocidad máxima para una condición de obstrucción del 35 %.

- Pasaje entre barras: 10 mm.
  - Espesor de barras: 4 mm.
- Tipo y cantidad de filtros requeridos:
- Diámetro de filtro: 838 mm.
  - Largo total de filtro: 2.591 mm.
  - Etapa inicial: **15 unidades** (5 unidades por línea).
  - Etapa final: **21 unidades** (7 unidades por línea).

En la siguiente tabla se resumen los principales resultados obtenidos para determinar el nivel mínimo de agua dentro de la estructura de bombeo. Este nivel es crítico, ya que es el que debe garantizar condiciones de cebado de los equipos de bombeo, sumergencia adecuada y verificación del NPSH disponible de la instalación.

Parámetro	Valor	Unidad
Nivel mínimo RDLP	-1,13	mWh
Caudal diseño	4629,6	l/s
N° tuberías toma	3	-
Caudal / tubería de toma	1543,2	l/s
DN tubería de toma PE100 SDR21	1600	mm
DI tubería de toma PE100 SDR21	1447,6	mm
Velocidad	0,94	m/s
Longitud geométrica	1600	m
Pérdida carga parcial distribuida	0,73	m
Gradiente hidráulico J	0,45	m/km
Pérdida carga en salida de tubería	0,04	m

*dH en conexiones de los filtros*

N° de filtros/tubo	7	unidades
Caudal por filtro	794	m3/h
DN tubería de toma PE100 SDR21	600	mm
Velocidad	0,95	m/s
Longitud geométrica	2	m
Pérdida carga parcial distribuida	0,010	m
Pérdida de carga por piezas especiales	0,106	m
dH filtros	0,30	m
dH captación	1,19	m
Nivel mínimo PB	<b>-2,32</b>	<b>mWh</b>
Nivel mínimo PB	<b>-3,23</b>	<b>m Of</b>

**Tabla 2-3: Determinación de nivel mínimo de agua en estructura de bombeo**

El nivel mínimo considerado dentro de la estructura de bombeo, es -2,50 mWh (-3,41 m Oficial). Conjuntamente este valor es de relevancia en la instalación de la tubería de captación, ya que la clave de la misma deberá estar por debajo del mismo.

## 2.3 Estación de bombeo de agua bruta (EBAB)

### 2.3.1 Características generales

La estación de bombeo erogará el volumen de agua necesario directamente a la planta potabilizadora. Los componentes principales de la estación son:

- **Caminería de acceso.** Se deberá considerar la ejecución de caminería de acceso a la EBAB. La misma debe permitir el tránsito de vehículos pesados, y tendrá una extensión de aproximadamente: 2.3 km.
- **Cámara de llegada.** Se trata de una cámara con válvulas que permiten aislar las tuberías que ingresan desde el RDLP (inmisarios). El manejo adecuado de las válvulas, así como la previsión de una tubería de retrolavado, permitirán realizar tareas de mantenimiento periódicas a los inmisarios.
- **Pozo húmedo.** Compartimentado en tres partes, alojando cada uno la succión de dos equipos de bombeo.
- **Pozo seco.** Aloja los equipos de bombeo, así como válvulas de cierre y retención. El motor de cada equipo de bombeo se encuentra alojado a un nivel por encima del máximo registrado en el RDLP.
- **Sistema de protección antiarriete.** Dentro del predio se considera la instalación de tanques hidroneumáticos para protección frente a transitorios hidráulicos.
- **Zona de químicos para generación de dióxido de cloro.** Elemento considerado para aplicación durante etapas de retrolavado de inmisarios, así como aplicación al ingreso del pozo húmedo. Objetivo: combate a mejillón dorado.
- **Sala eléctrica.** Zona del predio destinada a alojar el equipamiento eléctrico de la estación.
- **Sala de operadores.** Zona prevista para operadores, incluyendo vestuario y sanitario.

En el Anexo 6.1.1 se presenta la memoria de eléctrica y especificaciones técnicas de eléctrica de la EBAB.

### 2.3.2 Lógica de operación en condiciones normales

Se considera la instalación de variadores de frecuencia en la totalidad de los equipos de bombeo. La lógica de operación tendrá como consigna el caudal requerido en la Planta Potabilizadora; particularmente:

- caudal a tratar, o
- caudal a tratar + reposición del embalse de emergencia.

Todos los equipos operarán a una misma frecuencia. El automatismo debe considerar el enlace entre las mediciones en el caudalímetro instalado en la tubería de impulsión y la frecuencia de operación de los equipos de bombeo.

### 2.3.3 Caudal de diseño

El diseño del equipamiento de la estación de bombeo considera un caudal del orden de los 300.000 m<sup>3</sup>/d; caudal que permite la reposición de agua en el embalse de emergencia. En condiciones normales de operación, la estación de bombeo erogará un caudal de 229.000 m<sup>3</sup>/d.

2.3.4 Tubería de impulsión

Se ha considerado una tubería de impulsión en DN 1600 mm, fundición dúctil clase K7 (diámetro interno: 1.621mm). La longitud geométrica de la tubería aductora es de aproximadamente 8.000 m entre el pozo de bombeo y la nueva planta potabilizadora. En la siguiente tabla se resumen los parámetros hidráulicos resultantes.

Caudal		Velocidad	J	dH_fricción
m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /s	m/s	m/km	mca
229.000	2,65	1,29	0,74	5,9
300.000	3,47	1,68	1,24	10,1

Tabla 2-4: Parámetros hidráulicos de operación impulsión EBAB

2.3.5 Determinación capacidad de equipos de bombeo

Se trata de una estación de bombeo con bombas de tipo voluta, de eje vertical e instalación en seco. De forma de alcanzar un caudal de 300.000 m<sup>3</sup>/d, se instalarán un total de cuatro (4) equipos de bombeo de idénticas características, en un esquema de operación: 3 + 1 (3 equipos en operación y 1 equipo de respaldo).

De acuerdo a las condiciones de la instalación, el sistema debe garantizar:

- Equipos en operación: 3.
- Caudal de operación: 300.000 m<sup>3</sup>/d.
- Altura manométrica: 39,6 mca.

En la siguiente tabla se resume la determinación de la carga hidráulica del sistema.

Resumen de pérdidas de carga	Valor	Unidad
Tubería de succión unitaria	0,60	mca
Tubería de impulsión unitaria	1,14	mca
Múltiple común de impulsión	0,16	mca
Tubería de impulsión (incluye piezas especiales)	10,81	mca
Hg máxima (cota descarga en PP: +24,0m)	26,90	mca
H de diseño	<b>39,6</b>	mca

Tabla 2-5: Determinación de carga hidráulica de equipos de bombeo EBAB (3 equipos operativos, 300.000 m<sup>3</sup>/d)

A efectos de evaluación de la solución, se ha mantenido contacto con proveedores de equipos de bombeo, resultando en la preselección de equipos de bombeo con las siguientes características:

- Caudal óptimo: 1500 l/s;
- Altura manométrica: 35 mca;
- Rendimiento: 87 %;
- NPSH\_requerido: 7 mca.



En los siguientes gráficos se presentan las condiciones de operación resultante de acuerdo a la intersección de curvas de instalación y característica.

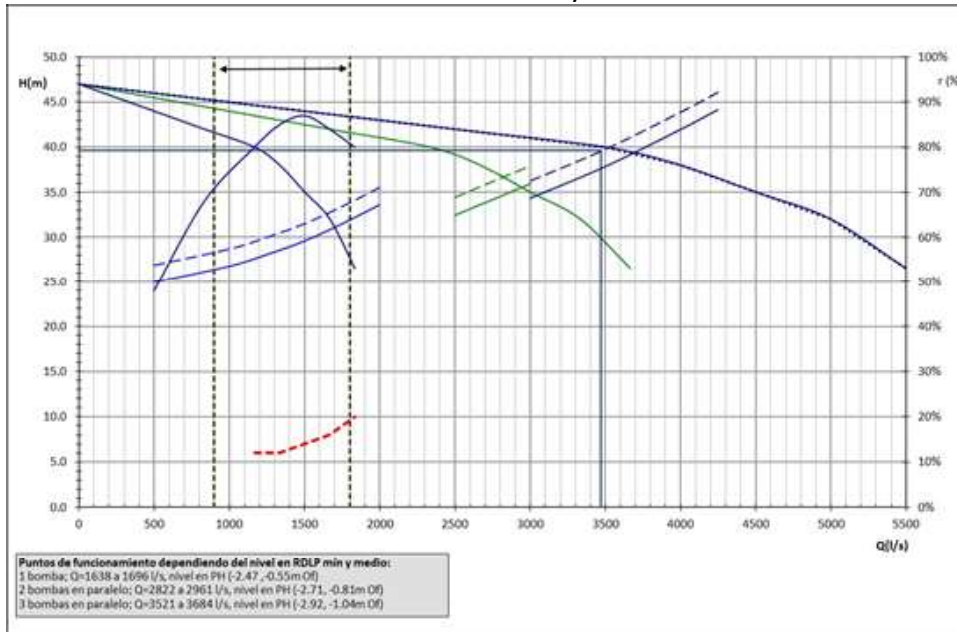


Gráfico 2-1: Operación de tres equipos de bombeo, caudal: 300.000 m3/d

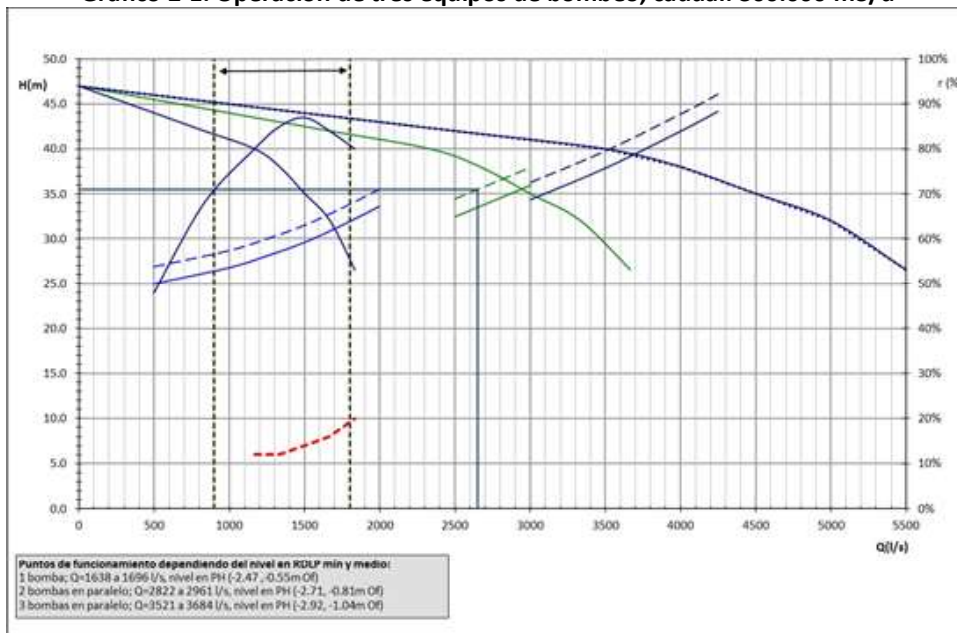


Gráfico 2-2: Operación de dos equipos de bombeo, caudal: 229.000 m3/d

Se puede observar:

- En condiciones de caudales normales de operación, 229.000 m<sup>3</sup>/d, se puede operar con 2 equipos de bombeo. Se debe regular la frecuencia de los mismos al caudal necesario. De acuerdo al análisis realizado, con 2 equipos de bombeo los caudales oscilan entre: 2.822 a 2.961 l/s (243.820 a 255.830 m<sup>3</sup>/d), dependiendo del nivel en el RDLP.
- En el caso de utilizar 3 equipos de bombeo, los caudales oscilan entre: 3.521 a 3.684 l/s (304.214 a 318.298 m<sup>3</sup>/d).

- Condiciones generales de operación:
  - o La mayor eficiencia del sistema se encuentra para el sistema operando con dos equipos de bombeo, al caudal normal de operación: 229.000 m<sup>3</sup>/d.
  - o En todos los casos, los caudales unitarios de operación de los equipos de bombeo se encuentran dentro de un rango de operación entre: 60 a 120 % del caudal de máximo rendimiento.
  - o El máximo valor de NPSHr por los equipos de bombeo, resulta en: 7mca. La instalación ha considerado en condiciones de niveles mínimos en el RDLP, un NPSHd de 10 mca.

### 2.3.6 Sistema de generación de dióxido de cloro

Se ha considerado un equipo de generación de dióxido de cloro a partir de la tecnología Purate. El diseño considera aplicación de dosis máxima de 1,0 mg/l, y dosis media de 0,3 mg/l. Para los caudales de diseño, los principales componentes del sistema son:

- Predio para alojar equipamiento y tanques de acopio de productos químicos.
- Generador de dióxido de cloro, capacidad 12,7 kg/h. Se deben suministrar dos equipos. Uno estará en operación, y otro de respaldo. Se considera adecuado, tener el equipo de respaldo en un sitio adecuado de la estación de bombeo, o en sitio que la Administración considere adecuado.
- Tanque de acopio Purate: 5.000 litros (material: PRFV). Ubicado dentro de una batea con volumen acorde.
- Tanque de acopio Ácido Sulfúrico al 78%: 5.000 litros (material: PRFV). Ubicado dentro de una batea con volumen acorde.
- Bombas para presurización de eyector. 2 Bombas de tipo centrífuga.
- Sistema para filtración de agua bruta. 3 filtros de anillas (200 micras), autolimpiantes.
- Bomba para lavado a contra corriente de filtros de anillas.
- Bomba de transferencia de Purate.
- Bomba de transferencia de Ácido Sulfúrico.
- Tablero eléctrico y de control.

### 2.3.7 Sistema de protección frente a transitorios hidráulicos

Se ha realizado una modelación del fenómeno de transitorios hidráulicos para el apagado repentino de los equipos de bombeo de la EBAB. De forma de proteger de forma adecuada la instalación, son requeridos:

- Tanques hidroneumáticos con capacidad unitaria de **50 m<sup>3</sup>**; total de unidades: **6**. Serán de tipo vertical y de membrana. Serán instalados dentro del predio de la EBAB.
- Chimenea de equilibrio en progresiva +4.900 m. La misma tendrá diámetro mínimo de 10m y cota de solera +31,0 m. La interconexión de la misma con la tubería de impulsión será realizada en DN 1600 mm, contando a la salida con

una válvula del mismo diámetro de tipo mariposa, junta de desmontaje auto portante y anclajes necesarios.

## 2.4 Reserva de agua dulce (Polder)

### 2.4.1 Características generales

El sistema requiere la ejecución de una reserva de agua dulce. Las principales características de la misma son:

- Coordenadas del punto de cierre: X: 508.364 m; Y: 6.175.637m.
- Volumen útil a embalsar: 9,3 Hm<sup>3</sup>.
- Área de lago: 190 hectáreas.
- Movimiento de suelo para conformación del terraplén: 710.000 m<sup>3</sup>.
- Movimiento de suelo para conformación del aliviadero de excedencias: 35.000 m<sup>3</sup>.

### 2.4.2 Estructuras complementarias

La estructura además deberá incluir:

- Estructura de salida de agua hacia planta potabilizadora, compuesta por:
  - estructura de salida dentro del lago,
  - llave de paso en DN 1500 mm, tipo mariposa.
  - conducción hasta planta potabilizadora en FD, clase K7 en DN 1500 mm.
- Estructura de descarga en el embalse para volumen de recarga. Se prevé el ingreso de agua de recarga en una zona alejada de los terraplenes que conforman las paredes del embalse. Se deberá considerar una estructura en hormigón armado, o una zona de descarga revestida en piedra partida de forma de proteger la descarga de agua al embalse.

## 2.5 Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

### 2.5.1 Generalidades

A continuación, se presenta la memoria descriptiva de los principales componentes de la PTAP.

El caudal de diseño de la PTAP es de 229.000 m<sup>3</sup>/h en una primera etapa y se prevé un aumento aproximado de 50 % en una segunda etapa con el agregado de un tercer módulo de tratamiento.

Tanto cámara de carga, como canal Parshall, caja repartidora, cámara de contacto, depósitos de reserva prevén en su diseño los componentes necesarios para la futura ampliación de la planta.

En el Anexo 0 se presenta la memoria de eléctrica y especificaciones técnicas de eléctrica de la PTAP.

### 2.5.2 Cámara de carga y mezcla rápida

#### 2.5.2.1 Cámara de carga

Tanto la aductora de agua bruta proveniente de la Obra de Toma en DN 1600 mm como la aductora de agua bruta proveniente del Polder en DN 1500 mm, descargarán a la entrada a la PTAP en la cámara de carga de manera sumergida a los efectos de transformar la energía dinámica y en carga.

La cámara de carga se dimensiona para trabajar con un tiempo de retención hidráulico de 30 y 40 segundos para los caudales finales e iniciales, respectivamente.

Siguen a continuación las dimensiones de la misma:

- Ancho: 5,00 m
- Largo: 5,00
- Altura útil: 8,20 m
- Altura total: 8,70 m

#### 2.5.2.2 Canal Parshall

Luego de la cámara de carga se instalará un canal de dimensiones B = 5,00 m x H = 1,70 m, el que conducirá el agua bruta hacia la unidad de mezcla rápida.

Se instalará un canal Parshall para la medición del caudal de agua bruta y mezcla rápida de productos químicos (coagulación), el que contará con las siguientes características:

- Ancho de garganta (W) = 10 pies = 3,05 m
- Ancho de canal: 5,35 m
- Caudal máximo: 5.600 L/s
- Caudal mínimo: 200 L/s
- Ancho de canal aguas arriba: 5,00 m

- Tirante de agua arriba de resalto: 0,69 m
- Velocidad de aproximación: 1,45 m/s
- Gradiente hidráulico en el resalto: > 750 1/s
- Tiempo de retención hidráulico: 2 seg

El canal Parshall contará con un dispositivo de medición tipo radar continuo del tirante de agua arriba del resalto. Siendo que la descarga abajo del resalto será libre, la medida del tirante de agua arriba del resalto será suficiente para traducir este valor de manera paramétrica al caudal de agua bruta de entrada a la PTAP.

En el resalto será incorporada de forma sucesiva: pre alcalinizante (soda cáustica), coagulante (sulfato de aluminio líquido), polímero como coadyuvante de la coagulación/floculación y posterior mente en carácter opcional solución de agua superclorada (pre-cloración).

El sistema de dosificación de productos químicos contará con las siguientes instalaciones complementarias para la dosificación de los productos asociados a la coagulación:

- Canal en PRFV con vertederos triangulares de distribución de coagulante y polímero (en resalto de canal Parshall y opcionalmente aguas debajo de este).
- Puntos de aplicación de solución de agua superclorada aguas abajo de los vertederos de repartición.

A la salida del canal Parshall y en el extremo del canal de entrada, el flujo de agua coagulada accede al sector de distribución de agua coagulada a las unidades de clarificación. Para esta distribución se contará con tres (3) vertederos de repartición de caudal, cada uno de 3,50 m de longitud de vertedero, descargando libre sobre las cajas receptoras de conexión. Cada vertedero servirá a un (1) módulo de flocodecantación de nueve (9) unidades cada uno, dos (2) de los que se construirán en la etapa inicial y un tercero se dejará como previsión para la futura ampliación de la planta.

Las cajas receptoras de conexión y los canales de distribución de agua coagulada se conectan mediante tuberías de fundición dúctil DN 1400 mm.

Los canales de distribución de agua coagulada tendrán un ancho variable de 3,00 m a 1,00 m y una profundidad útil de 1,60 m.

### 2.5.3 Unidades de flocodecantación

Cada unidad de flocodecantación está diseñada para tratar un caudal nominal de 155 L/s y comprende dos etapas en serie: 1) Floculación y 2) Decantación con placas Lamella.

A su vez las unidades Floculación se componen de 2 celdas de floculación mecánica seguida de 1 celda de floculación hidráulica en serie.

A continuación, se indican las principales características de cada unidad de clarificación.

### 2.5.3.1 Floculadores

El agua coagulada ingresa a la primera cámara de floculación mecánica a través de entradas sumergidas de 600 mm x 600 mm con compuertas murales provistas de actuadores.

La planta es compuesta por dieciocho (18) floculadores mecánicos en paralelo, cada uno compuesto por dos (2) celdas en serie, de sección rectangular de Largo = 5,30 m x Ancho = 4,40 m x Profundidad útil = 4,00 m y Profundidad total = 4,70 m.

Cada celda de floculación contará con un agitador mecánico con las siguientes características:

- Disposición vertical con moto-reductor con cojinete de suspensión superior fijado en la losa de tránsito.
- Dimensionado para transmitir un gradiente de velocidad variable, a través de la variación de velocidad de rotación del equipo. Con esa finalidad el conjunto moto-reductor dispone de un variador de frecuencia con capacidad de modificar la velocidad de rotación entre 20 a 60 rpm.
- Transferencia de potencia es hecha a través de un eje con paletas inclinadas de geometría apropiada para inducir un flujo axial en la masa de agua, constituyendo un conjunto solidario eje-palas en acero inoxidable AISI 306.
- Permite generar un gradiente de velocidades (G) en el rango de 60 a 80 1/s, para las respectivas velocidades de rotación de 20 a 60 rpm.

Luego de las dos (2) celdas de floculación mecánica en serie, se presenta una última celda de floculación hidráulica configurada por células de floculación tipo Alabama, de 6 compartimentos en series de 0,90 m de ancho y 3,50 m de largo. La floculación de partículas se logra mediante agitación controlada generada por movimientos de flujo vertical continuos guiados por codos inferiores de 90° en Fundición Dúctil DN 700 mm, y durante un tiempo de residencia de aproximadamente 10 minutos a lo largo de las cámaras.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales características de los floculadores:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total	2783	L/s	
Número de módulos	2	Unid	Previsión +1 a futuro
Número de unidades	18	Unid	
Caudal por unidad	155	L/s	
Tiempo de retención hidráulico (TRH)	30	min	En 3 celdas sucesivas
Gradiente de velocidades (G)	80, 60 y 40	1/s	Decreciente
Altura útil	4,00	m	
Ancho	4,40	m	
Largo	5,30	m	
Dimensiones de pasajes entre celdas de floculación mecánica	0,80 m de ancho x 0,80 m de altura	m	

**Tabla 2-6: Características y parámetros principales de floculadores**

El flujo de agua floculada al final del proceso accede finalmente al sector de decantación en la parte central del ducto triple de las unidades de sedimentación.

### 2.5.3.2 Sedimentadores laminares

A los efectos de aumentar la intensidad del proceso de sedimentación en términos de área horizontal, se propone la utilización de módulos de sedimentación tipo Lamella y diseño basado en 2 celdas de decantación en paralelo por unidad, con ductos triples centrales de distribución y colecta en cada celda, conforme al siguiente detalle:

- Ducto central de distribución de agua floculada de sección variable y orificios de salida de flujo calibrado;
- Canal superior de colecta de agua clarificada (recibe las canaletas secundarias de recolección de agua);
- Ducto inferior de extracción hidráulica de lodo de sección variable.

Las dieciocho (18) unidades de sedimentación en paralelo se dimensionan con las siguientes características:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal por unidad de Sedimentación	155	L/s	
Número de celdas Lamella en paralelo por unidad	2		
Caudal por celda	77,5	L/s	
Ancho útil de sedimentación de cada celda	2,10	m	
Largo útil de cada celda	25,60	m	
Largo total de cada celda	26,20	m	
Tasa de sedimentación	5,10	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	
Velocidad de sedimentación crítica	1,70	cm/min	<2,8 cm/min (máx recomendado NBR 12216)
Dimensiones del ducto central de agua floculada	1,75/0,85 m de altura x 0,80 m de ancho	m	Altura variable
Orificios entrada de agua floculada	DN 110 mm espaciados 0,45 m		
Gradiente hidráulico en orificios de entrada	22	1/s	
Dimensiones del ducto de recolección de lodo	1,00/1,80 m de altura x 0,80 m de ancho	1/s	Altura variable
Dimensiones del canal superior de agua sedimentada	1,60 m de tirante x 0,80 m de ancho	m	

**Tabla 2-7: Características y parámetros principales de los sedimentadores laminares**

Los módulos de clarificación Lamella estarán conformados por módulos plásticos con las siguientes características aproximadas (sujetas a las características de los modelos propios de cada proveedor que atienda a las especificaciones del presente proyecto):

- Material PVC o Polipropileno con resistencia mecánica y química a las solicitaciones que será que será sometida, en particular a la agresividad del ambiente (radiación UV).



- Capacidad para separar la fracción sedimentable con velocidad crítica de 1,0 m/h.
- Altura útil aproximada de los módulos: 1,00 m.
- Relación L/D (longitud en la trayectoria de flujo/distancia entre placas) de los módulos: 14.
- Estructura soporte y apoyo de los módulos compatible con los requerimientos de la propia instalación y de los esfuerzos máximos a ser sometida: a) peso en condiciones de carga con lodo y unidad vacía, y b) flotación de la estructura sumergida en agua limpia.

La instalación descrita operará entonces a través del ingreso del flujo de agua floculada en cada uno de los dieciocho (18) ductos centrales de sección variable a los efectos de permitir la distribución homogénea a lo largo de las sub celdas de clarificación con módulos Lamella.

El flujo distribuido pasa por los módulos Lamella, operación en la cual la fracción sedimentable es interceptado por el plano inclinado inferior y escurre en el sentido opuesto al flujo, para finalmente caer por gravedad y acumularse en las tolvas inferiores.

El líquido clarificado que pasa los módulos y es recolectado en el nivel superior a través de canaletas secundarias de dimensiones internas de 25 cm de ancho x 25 cm de altura con vertederos dentados (triangulares) de ajuste regulable. De estas canaletas, el agua pasa a los respectivos canales superiores de los ductos triple de 0,80 m de ancho y 1,60 m de tirante. Este flujo finalmente accede al canal principal perimetral (1,50 m de ancho y 1,60 m de tirante) que rodea los módulos para su transferencia a las unidades de ozonización o by-pass a filtración.

La extracción de lodo acumulado en las tolvas longitudinales opera de manera hidráulica, impulsado por el bombeo de bombas centrífugas localizadas en el sector externo. Se contará con una única estación central de 2+1 bombas centrífugas, cada una sirviendo a un (1) módulo de nueve (9) unidades de floccodecantación.

Esta extracción de los lodos operará en forma diaria y alternada para cada una de las celdas de clarificación (son 2 celdas por cada una de las 18 unidades, totalizando 36 celdas con extracción diaria secuencial de lodos). A tales efectos cada volqueta longitudinal queda interconectada al ducto inferior de sección rectangular variable, a través de tubos de PVC DN 50 mm separados cada 70 cm a lo largo de la volqueta. El ducto inferior de extracción de lodo se interconecta en su extremo a una tubería en Acero DN 700 mm. Esta interconexión queda controlada a través de una válvula mariposa DN 600 mm on-off con actuador. Finalmente la tubería externa de acero, a modo de manifold, interconecta la succión de los diferentes colectores de extracción de lodo, con el correspondiente conjunto de elevación para su transferencia al sector de tratamiento de lodos.

Las características particulares del sistema de extracción de lodo son:

- Tubos capilares de extracción de lodo de volquetas: PVC DN 50 mm / 70 cm.
- Ducto rectangular de ancho 0,80 m sección variable 0,80/1,80 m en hormigón a lo largo de las volquetas de fondo con válvula actuadas de control en el extremo.
- Manifold externo para la extracción secuencia y alternada de lodos decantados en acero carbono ASTM 36 PN 10 DN 700 mm con válvulas mariposa actuadas, constituyendo la succión de las bombas de extracción al sector tratamiento de lodos.
- Bombas centrífugas (2 conjuntos de una unidad en servicio y otra de reserva), con las siguientes características:  $Q = 570 \text{ L/s}$  x  $H = 11,2 \text{ m}$ .
- Tubería de impulsión de lodo sedimentado al tanque de homogeneización en acero al carbono ASTM 36 PN 10 DN 600 mm.
- Los tramos de tubería enterrado serán en fundición dúctil.

#### 2.5.4 Sistema de Inter-ozonización

El sistema de inter-ozonización se compone de los siguientes elementos principales:

- Sistema de suministro de oxígeno gas (GOX).
- Sistema de generación de ozono.
- Contactores de ozono.
- Sistema de destrucción de ozono.

Estos elementos se esquematizan en la siguiente figura:

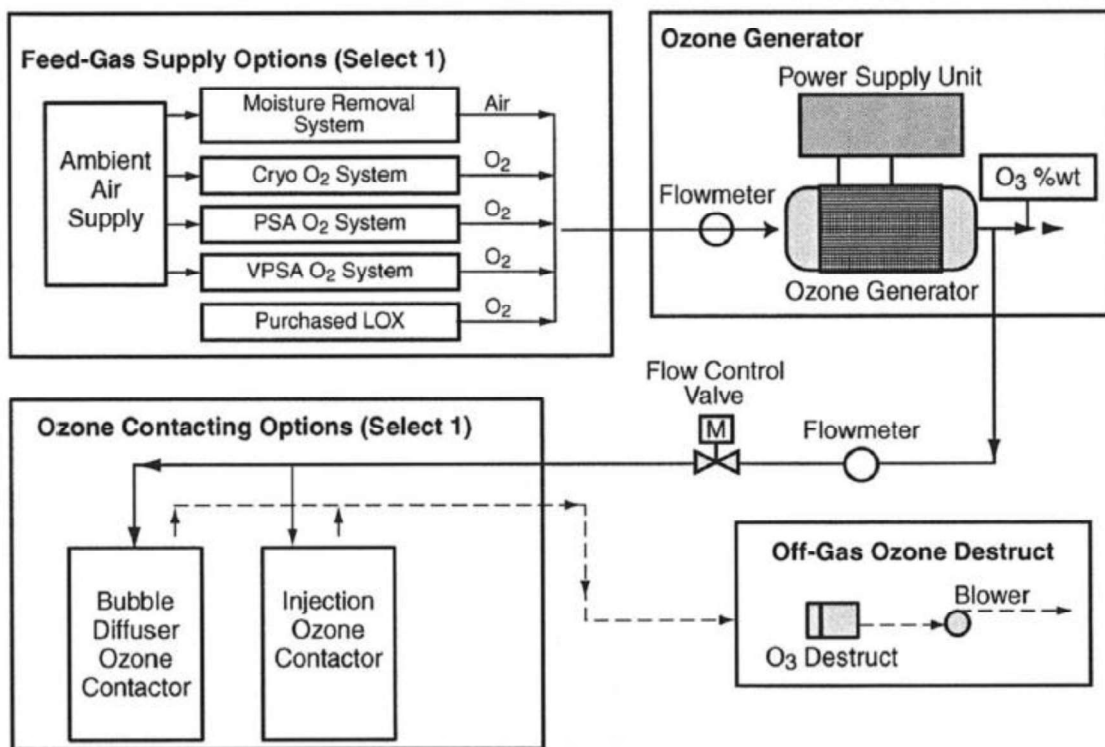


Figura 2-2: Esquema general de generación de Ozono.

Tanto el sistema de suministro GOX como el sistema de generación de ozono se encontrarán instalados en un local ubicado en el espacio intermedio entre los trenes de tratamiento de la planta potabilizadoras. En tanto los contactores como las unidades de destrucción se instalarán a intemperie.

El sistema será dimensionado para producir habitualmente una cantidad de ozono suficiente para dosificar una dosis de 1 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 4 mg/L. Sin embargo, el sistema deberá posibilitar la dosificación comprendida en todo el rango entre 0,05 y 4,00 mg/L.

#### 2.5.4.1 Sistema de Suministro de Oxígeno Gas (GOX)

La tecnología seleccionada para esto es la de PSA, contando con el siguiente equipamiento asociado:

- Compresores de aire.
- Secadoras de Aire.
- Filtros de aire y oxígeno.
- Tanques de acumulación de Aire.
- Tanques de adsorción.
- Tanques de acumulación de Oxígeno.
- Tuberías, válvulas de cierre y regulación, accesorios.
- Tablero de control.

#### 2.5.4.2 Sistema de Generación de Ozono

El sistema de generación de ozono, tal como se explica en el punto anterior, se alimentará de GOX.

Para cubrir la dosis máxima indicada de 4 mg/L y considerando una eficiencia de transferencia de Ozono del 90%, el sistema deberá producir un máximo de 44,4 kgO<sup>3</sup>/h (2400 ppd aproximadamente). Pudiendo regular en el rango de 1 – 100% de su capacidad máxima de producción.

Dado que un 90 – 95% de la energía aplicada es transformada en calor, estas unides requerirán de sistema de enfriamiento por agua.

El gas O<sub>3</sub>/O<sub>2</sub> generado tendrá una concentración de Ozono del 10% peso aproximadamente.

La sala de generación contará con monitores de concentración de O<sub>3</sub> en ambiente, el que proporcionará una alarma en caso de fuga y apagará el sistema en caso de emergencia.

#### 2.5.4.3 Tanque de Contacto

Los tanques de contacto deberán ser completamente cerrados, aislados mediante sellos hidráulicos a la entrada y salida de cada módulo, deberán contar con puntos de vaciado para mantenimiento y limpieza, así como contar puntos de acceso en acero inoxidable.

El tanque debe mantener una ligera presión negativa (5 cm de columna de agua) a los efectos de evitar cualquier pérdida de Ozono gas.

Se separará en cinco (5) celdas o compartimentos, siendo las primeras tres (3) de contacto, la cuarta de reacción y la quinta de deozonización. Se instalarán contra la losa de fondo difusores de gas en las primeras tres (3) cámaras.

La geometría de la unidad fue diseñada contemplando las siguientes consideraciones:

- Parámetros profundidad (D) y longitud en dirección de flujo (L), se encuentren en una relación D:L = 4:1.
- La profundidad útil de agua será de 6,10 m a los efectos de proveer una eficiencia de transferencia mínima del 90 – 95%.
- Se dejará un borde libre de 1,60 m para la acumulación de espumas.
- Geometría de tabiques tales que la velocidad ascensional sea del entorno de 60 a 90 cm/s.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las principales características del tanque de contacto:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total de producción	2.783	L/s	
Número de unidades	2	Unid	Previsión para una futura
Número de contactores en paralelo	18	Unid	9 por cada unidad
Ancho de cada contactor	5,30	m	
Profundidad útil	6,10	m	
Largo de cada contactor	8,90	m	Incluye tabiques internos.
Tiempo de Contacto	12	min	
Tiempo de Reacción	2	min	
Tiempo de Desozonización	4	min	

**Tabla 2-8: Características y parámetros principales de los contactores de ozono.**

Cada unidad contará con un canal de by-pass con juego de compuertas, en caso de que sea necesario retirar por completo de funcionamiento las unidades de interozonización.

### 2.5.5 Batería de filtro biológicos

La solución propuesta considera una capacidad de filtración de 2.783 L/s, repartida en dos (2) baterías de nueve (9) unidades de filtración cada una.

Cada filtro tendrá una sección horizontal de 5,30 m de ancho x 11,60 m de largo, constituyendo un área de filtración unitaria de 61,5 m<sup>2</sup>, y una profundidad total de 5,15 m.

La batería se diseña para trabajar a una tasa de filtración aproximada de 9,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h y con un EBCT de 7,5 minutos. Se espera que los filtros tengan una carrera de filtración no menor a 24 horas.

Las principales características de las unidades de biofiltración se presentan a continuación:

Parámetro	Valor	Unidad	Comentario
Caudal total de producción	2.783	L/s	
Número de baterías de filtración	2	Unid	Previsión para una futura
Número de filtros	18	Unid	9 por cada batería
Ancho	5,30	m	
Largo	11,60	m	
Granulometría (TE@h)	Arena: 0,5mm@40cm Antracita: 0,9mm@75cm		1,15 m totales de manto filtrante
Área útil unitaria	61,5	m <sup>2</sup>	
Fundo Falso	Tipo Leopold 360		
Tasa superficial	9,1	m/h	
EBCT	7,5	min	
Compuerta de entrada agua clarificada/ozonizada	600 x 600	mm	
Diámetro de salida de agua filtrada	400	mm	
<u>Lavado con agua + aire:</u>			
Caudal máximo de lavado con agua	2.900	m <sup>3</sup> /h	TL = 0,80 m/min
Caudal máximo de lavado con aire	4.500	m <sup>3</sup> /h	TL = 1,20 m/min
Diámetro de entrada de agua lavado	800	mm	
Diámetro de entrada de aire lavado	300	mm	
Diámetro de desagüe de agua de lavado	900	mm	

**Tabla 2-9: Características y parámetros principales de las unidades de filtración**

Los filtros de ambas baterías operarán en modalidad de tasa variable declinante escalonada, en la medida que las unidades quedarán interconectadas por el propio canal de entrada de agua clarificada, con entradas ahogadas y salidas interconectadas a través del ducto de agua filtrada. Eso hará que las unidades de filtración operando en paralelo distribuirán el flujo conforme al nivel de pérdida de carga en cada manto.

Los filtros operarán según las siguientes modalidades:

- **Modo filtración:** en el cual el flujo de agua clarificada/ozonizada pasa a través del filtro y opera la remoción de impurezas. Esta operación finaliza, cuando por razones de calidad y/o pérdida de carga y/o duración máxima de carrera, es necesario llevar a cabo el lavado de la unidad.

- **Modo lavado:** en el cual mediante un retroflujo de caudales de agua y/o aire, ocurre un pre-acondicionamiento (separación de las impurezas añadidas a los granos del manto filtrante) y posteriormente el transporte a través de un retroflujo de agua de lavado hasta obtener una condición adecuada de limpieza del filtro que permita reiniciar el ciclo de filtración.

Se propone el lavado de los filtros con agua y aire, lo que permitirá una mejor limpieza del medio filtrante con un menor consumo de agua. Para esto se instalarán falsos fondo tipo Leopold 360, lo que asegura la distribución uniforme durante el lavado simultáneo con agua y aire.

El sistema de lavado se dimensiona para las siguientes etapas:

- Etapa de lavado sólo con aire: Duración mínima de 5 min a una tasa de lavado de  $0,6 - 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$
- Etapa de lavado con agua y aire: Duración mínima de 5 min a igual tasa de lavado con aire y a una tasa de lavado con agua de  $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$
- Etapa de lavado sólo con agua: duración mínima de 5 min a una tasa de lavado con agua de  $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$

Para esto se instalarán dos (2) conjuntos dos (1+1) bombas helicoidales de eje vertical tomando directamente del mismo ducto de salida de agua filtrada (fuente libre de cloro) y descargando en el ducto de agua de lavado. Por otra parte, desde el ducto de agua de lavado se conecta mediante una tubería en acero DN 800 mm con el falso fondo de las unidades de biofiltración.

Se instalarán también sopladores para proporcionar el caudal de aire a las tasas adecuada de lavado de los filtros. Estas instalaciones requerirán de los siguientes elementos:

- Sopladores tipo roots (2 unidades en servicio y otra de reserva), con las siguientes características:  $Q = 4500 \text{ m}^3/\text{h} \times \Delta P = 560 \text{ mbar}$ . Un soplante servirá al módulo 1 y otro al módulo 2, quedando el restante de respaldo para cualquier de los módulos de tratamiento. Con válvula de seguridad, cabina de insonorización y variadores de frecuencia.
- Tubería de distribución principal de aire en AISI 304 DN 300 mm.
- Medidor de caudal de aire para el ajuste del caudal del soplador a través del ajuste de la velocidad de rotación del motor con variadores de frecuencia.

El agua de lavado será recogida a través de dos (2) canales laterales longitudinales (misma longitud que filtros) con ventanas vertedero, la descarga de los canales se realiza mediante una tubería DN 900 mm hacia Tanque Pulmón 3.

El ducto inferior de agua filtrada de cada módulo conducirá mediante sendas tuberías de fundición dúctil DN 1600 mm el agua filtrada hacia la cámara de repartición y de dosificación de cloro, la cual cuenta con un vertedero a cota + 18,75 m asegurando el nivel mínimo de operación de los filtros.

2.5.6 Sistema de desinfección

Las instalaciones proyectadas permiten la dosificación de cloro gas en modo pre (preoxidación) y post cloración (desinfección), bajo las pautas que se indican a continuación.

La aplicación de cloro se realizará mediante agua sobre clorada (3.500 mg/L – de concentración máxima), en los puntos de aplicación indicados.

El sistema propuesto incluye:

- Evaporadores de capacidad 10.000 PPD, 2 unidades operando en un sistema 1+1.
- Válvulas reguladoras de vacío de capacidad 10.000 PPD.
- Cloradores de capacidad 10.000 PPD, 3 unidades. La operación es la siguiente:
  - Para cada punto de aplicación (dos), se debe considerar: clorador + eyector + línea de agua sobre clorada para cubrir el caudal total de producción de 2,65 m<sup>3</sup>/s.
  - 1 equipo de reserva que permita suplir cualquiera de los equipos indicados.
- Sistema de presurización de eyectores, son 2 equipos de bombeo + 1 de reserva.
- Válvulas, filtros, cámaras de expansión, juntas de desmontaje tipo amonio, tubos flexibles de cobre cadmiado, válvulas tipo yugo entre otros (requeridos para la correcta operación del sistema).

Las dosis de cloro utilizadas a nivel internacional se ubican en un rango amplio comprendido entre: 2 a 8 mg/L. Considerando los equipamientos existentes en el mercado y la capacidad de planta, se ha considerado una dosis máxima de diseño de 6 mg/L.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios.

PPQQ	Cloro gas Cl <sub>2</sub>	
Caudal PTAP	2,65	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	4	mg/L
Dosis máxima	6	mg/L
Consumo medio diario	916	kgCl/d
Consumo máximo horario	57	kgCl/h
Capacidad de los cloradores	3.040	ppd

**Tabla 2-10: Requerimientos necesarios del sistema de desinfección con cloro gas.**

Para la dosis media se consumirán aproximadamente un (1) cilindros por día. Considerando un acopio quincenal, se requiere un total de dieciséis (16) unidades en reserva.



A manera de resumen la intervención considera las siguientes instalaciones:

- Sala cilindros de cloro (ton container):
  - Cilindros en uso (2 + 2) con sistema automático de Switch Over. (instalación)
  - Cilindros en reserva (16 para 15 días de acopio).
  - Línea de cloro líquido (Ac Sch80, 1”).
- Sala de evaporadores (2 x 10.000 ppd):
  - Evaporador proceso principal y respaldo.
- Sistema neutralización escape de gas con capacidad para 1 tonelada (Gas Scrubber) con extracción forzada de aire desde sala de cilindros de cloro y salud de evaporadores.
- Sala cloradores (3 x 10.000 ppd):
  - Clorador precloración.
  - Clorador postcloración (desinfección).
  - Clorador respaldo (compartido).
- Bombas presurización eyectores y tablero de control en EBAT:
  - Bombas centrifugas de agua para eyectores (2+1)  $Q= 5 \text{ L/s}$ ,  $H= 61,5 \text{ mca}$
  - Tubería de impulsión agua cloración a cada eyector (PEAD DN 110 mm).
- Eyectores (2 x 4.000 ppd):
  - Eyectador precloración, localizado en canal Parshall de entrada.
  - Eyectador postcloración, localizado en cámara de contacto de desinfección con cloro.

## 2.5.7 Dosificación de productos químicos

### 2.5.7.1 *Sulfato de Aluminio*

En ingreso de agua cruda a la planta, se propone la coagulación mediante dosificación de sulfato de aluminio líquido en condiciones de mezcla rápida (resalto en canal Parshall).

El diseño de las instalaciones de sulfato de aluminio, consideran una dosis media de 50 mg/l con máximo de aplicación de 75 mg/L.

El sistema propuesto incluye:

- Bombas de carga de solución de sulfato de aluminio de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad  $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $H = 15 \text{ mca}$ .
- Silos de almacenamiento de sulfato de aluminio en estado líquido, capacidad de reserva 15 días:  $300 \text{ m}^3$ . Se considera la instalación de 6 tanques de PRFV con capacidad unitaria de  $50 \text{ m}^3$ .
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón, 2 unidades (1+1) con capacidad  $Q= 1.500 \text{ L/h}$  y  $H = 2 \text{ bar}$ .

- Bombas de redilución de solución de sulfato de aluminio de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 13,5 m<sup>3</sup>/h y H = 25 mca.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Sulfato Aluminio (Lq)	
Caudal PTAP	2,65	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	50	mg/L
Dosis diseño	75	mg/L
Densidad	1,33	kg/L
Riqueza	48%	%
Caudal medio	785	L/h
Caudal máximo	1180	L/h
Consumo medio en planta	18,8	m <sup>3</sup> /d
Acopio	15	D
Volumen de reserva necesario	282	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva considerado	300	m <sup>3</sup>

**Tabla 2-11: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de coagulante.**

Las bombas succionan directamente de los silos de sulfato de aluminio, ubicados en el exterior, y bombean hasta el canal Parshall proyectado, punto de dosificación de la planta. En el tramo de la impulsión a la salida de las bombas se realiza una redilución con agua de proceso.

Las bombas dosificadoras dispondrán de variador de velocidad para ajustar flujos con la señal de caudal proveniente de medida de caudal en canal Parshall.

Las bombas de dilución disminuirán la concentración del producto a una concentración aproximada del 5%.

#### 2.5.7.2 Polímero de Proceso

A continuación de la aplicación del coagulante, se propone disponer de la posibilidad de dosificar un coadyuvante de coagulación o floculación (polímero) de uso continuo o eventual según las circunstancias.

El diseño de las instalaciones de polímero, consideran una dosis máxima de 0,5 mg/L, valor máximo basado en la experiencia del Consultor en decenas de aplicaciones semejantes.

El sistema propuesto es pre industrializado e incluye:

- Sistema de preparación automático de polímero con capacidad de producción de hasta 4.000 L/h a una concentración de 0,20%: una (1) unidad.
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón: 2 unidades (1+1) con capacidad 6.000 L/h.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Polímero de Proceso	
Caudal PTAP	2,65	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	0,5	mg/L
Dosis diseño	0,5	mg/L
Densidad	1	kg/L
Concentración solución	0,20%	%
Caudal medio	2500	L/h
Caudal máximo	2500	L/h
Consumo medio en planta	5	kg/h
Consumo máximo en planta	5	kg/h
Acopio	30	días
Volumen de reserva necesario	3600	Kg
Número de pallets de 925 kg	4	Unid

**Tabla 2-12: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de floculante.**

Se propone la ubicación del sistema de preparación dentro del local de Casa Química.

### 2.5.7.3 Soda Cáustica

Se la dosificar alcalinizante (soda cáustica) para la corrección de pH en agua filtrada luego de la dosificación de cloro en cámara de contacto.

El diseño de las instalaciones de soda cáustica, consideran una dosis media de 28 mg/l con máximo de aplicación de 50 mg/l.

El sistema propuesto incluye:

- Silos de almacenamiento de soda cáustica líquida, capacidad de reserva 15 días: 200 m<sup>3</sup>. Se considera la instalación de 4 tanques de Acero Carbono con capacidad unitaria de 50 m<sup>3</sup>.
- Bombas dosificadoras de desplazamiento positivo tipo pistón, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 1.100 L/h y H = 2 bar.
- Bombas de redilución de solución de soda cáustica de tipo centrífugas, 2 unidades (1+1) con capacidad Q= 7,0 m<sup>3</sup>/h y H = 25 mca.

En la siguiente tabla se resumen los requerimientos necesarios:

PPQQ	Soda Cáustica (Lq)	
Caudal PTAP	2,65	m <sup>3</sup> /s
Dosis media	28	mg/L
Dosis diseño	50	mg/L
Densidad	1,40	kg/L
Riqueza	36%	%
Caudal medio	550	L/h
Caudal máximo	1100	L/h
Consumo medio en planta	13,2	m <sup>3</sup> /d
Acopio	15	D
Volumen de reserva necesario	198	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva considerado	200	m <sup>3</sup>

**Tabla 2-13: Características y parámetros principales del sistema de dosificación de alcalinizante.**

Las bombas succionan directamente de los tanques de almacenamiento de la solución de soda, ubicados en el exterior (bajo techo) y adyacente al edificio principal de la planta, y bombean hasta la descarga de la cámara de contacto de cloro, en donde se realiza la aplicación de la solución de soda. En el tramo de la impulsión a la salida de las bombas se realiza una redilución con agua de proceso.

Las bombas dosificadoras dispondrán de variador de velocidad para ajustar flujos con la señal de caudal proveniente de medida de caudal en canal Parshall.

Las bombas de dilución disminuirán la concentración del producto a una concentración aproximada del 5%.

### 2.5.8 Tanque de contacto de desinfección

Se contará con un tanque a los efectos de proporcionar el tiempo de contacto necesario para el proceso de desinfección (25 minutos). La dosificación de solución de agua superclorada se realiza mediante difusores tubulares perforados sumergidos.

Las dimensiones del tanque de contacto serán las siguientes:

- Ancho = 21,40 m,
- Largo = 30,8 m,
- Hútil = 5,85 m,
- Htotal = 7,00 m.

El depósito contará con tabiques horizontales para incrementar el factor de baffle a los efectos de favorecer el flujo tipo pistón (valor de diseño  $T_{10}/TRH = 0,60$ ).

Previo al vertedero de descarga del tanque de contacto se realizará la dosificación de solución de soda cáustica diluida mediante difusores en tubería perforada, para ajuste de pH de manera posterior al proceso de desinfección.

Aguas abajo del vertedero de descarga se cuenta con un vertedero de rebalse y salida en tubería de Fundición Dúctil DN 1800 mm descargando al A° del Juncal.

El depósito contará con los siguientes pases:

- Entradas de agua filtrada en DN 1600 mm (2).
- Salida de agua clorada en DN 1800 mm (cuenta con compuerta de 1800x1800mm para aislar la salida hacia los depósitos) (2).
- Tuberías de vaciado en DN 100 mm (3).
- Tubería de rebose en DN 1800 mm (1).

El depósito prevé todos los elementos para la incorporación futura del tercer módulo de tratamiento.

#### 2.5.9 Depósitos de agua filtrada (reservade agua potable)

Se proyectaron dos (2) depósitos de agua filtrada en hormigón armado de 8.800 m<sup>3</sup> de capacidad útil unitaria trabajando en paralelo. Este volumen permitirá disponer de un tiempo de reserva total de 1 hora y 50 min.

Se prevé el espacio para la construcción de un tercer depósito de igual volumen para totalizar una capacidad futura de 26.400 m<sup>3</sup>.

Las dimensiones de cada depósito serán las siguientes:

- Diámetro = 45,0 m,
- Hútil = 5,50 m,
- Htotal = 6,95 m.

Contará con un tabique central para incrementar el factor de baffle a los efectos de favor el flujo pistón (valor de diseño  $T_{10}/TRH = 0,35$ ). Los depósitos serán techados con losa de hormigón y pilares lo suficientemente espaciados para su sustento.

Los depósitos contará con los siguientes pases:

- Entrada de agua desinfectada DN 1800 mm.
- Salida con bolsillo hacia elevación a red DN 1800 mm (cuenta con compuerta de 1800x1800mm para aislar la salida de los depósitos).
- Tuberías de ventilación DN 300mm.
- Tubería de vaciado en DN 150 mm.

Las conducciones de entrada y salida a los depósitos se dimensionaron para poder transportar la totalidad del caudal de la planta, a los efectos de poder realizar tareas de limpieza en uno de los depósitos sin interrumpir la operación.

#### 2.5.10 Red de Desagües

La planta potabilizadora contará con una red general de desagües, la que se dirige hacia un pozo de bombeo de recirculación interna, el que a su vez conducirá los líquidos drenados hacia la cabecera de planta. En este punto el líquido será objeto de

mezcla, junto con el agua bruta y la recirculación de los clarificados del sistema de tratamiento de lodos. El exceso a la capacidad de tratamiento seteada de la PTAP será conducido como recirculación hacia el polder.

La red gestionará básicamente los desagües correspondientes a vaciado de unidades, filtrado a desagüe o desbordes en sistema de tratamiento de lodos.

Todos los depósitos del sistema de tratamiento de lodos contarán con rebose para descarga a la red de desagüe en caso de fallas operativas o mecánicas de alguno de los elementos del sistema.

A su vez el TP3 de agua de lavado de filtro contará con un rebose, vaciado de fondo, y posibilidad de bombeo diferido del líquido homogeneizado hacia la red de drenaje interna.

El pozo de bombeo de recirculación contará con 2 + 1R bombas sumergibles para erogar un caudal total de máximo de 320 L/s correspondiente con el filtrado a desagüe y vaciado de unidades de mayor capacidad (sedimentadores). En caso de que esta capacidad sea superada, el pozo de bombeo cuenta con una tubería de alivio en DN 1000 mm descargando a la cañada del Juncal (tributaria del Arroyo del Sauce) adyacente a la planta.

Por otra parte, el depósito de contacto de desinfección contará con un rebose en DN 1000 mm, descargando al mismo curso de agua.

Se ha verificado la capacidad de conducción de la cañada del Juncal, para el caudal máximo de vertido de 2650 L/s correspondiente al desborde del tanque de contacto a producción máxima de la PTAP.

En la siguiente figura se presenta el resultado de los cálculos donde se verifica la capacidad de la sección natural del curso para transportar el caudal máximo con un tirante de agua inferior a 0,61m.

Channel Analysis
✕

Type: Triangular Define...

Side Slope 1 (Z1):  H: 1V

Side Slope 2 (Z2):  H: 1V

Channel Width (B):  (m)

Pipe Diameter (D):  (m)

Longitudinal Slope:  (m/m)

Override Default

Manning's Roughness:

Use Lining

Lining Type: Woven Paper Net

---

Enter Flow:  (cms)

Enter Depth:  (m)

Calculate

Plot... Compute Curves...

Parameter	Value	Unit
Flow	2.650	cms
Depth	0.612	m
Area of Flow	3.742	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	12.296	m
Hydraulic Radius	0.304	m
Average Velocity	0.708	m/s
Top Width (T)	12.235	m
Froude Number	0.409	
Critical Depth	0.428	m
Critical Velocity	1.449	m/s
Critical Slope	0.020...	m/m
Critical Top Width	8.554	m
Calculated Max Shear...	17.989	N/m...
Calculated Avg Shear...	8.950	N/m...

OK Cancel

Figura 2-3: Verificación hidráulica Cañada del Juncal.

## 2.6 Estación de bombeo de agua tratada (EBAT)

Para la primera etapa del proyecto, prevista con una capacidad de 229.000 m<sup>3</sup>/día, se ha definido una estación de bombeo de agua tratada hacia Montevideo que consta de la instalación de 4+1 bombas iguales con las siguientes características:

- Caudal  $Q = 2.385 \text{ m}^3/\text{h}$
- Altura total  $H = 109 \text{ mca.}$
- Rendimiento mínimo del conjunto motor-bomba= 75 %.

Estas características fueron definidas a partir del diseño hidráulico básico del sistema de aducción de agua potable y deberá ser ajustado en el Proyecto Ejecutivo.

El tipo de bombas a instalar serán del tipo centrífuga con impulsor de doble succión, carcasa de voluta partida, de una sola etapa, para instalación horizontal y succión e impulsión en línea. Carcasa de hierro nodular, Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Uniones bridadas tipo ISO 7005, PN16. Ejes, impulsores, sistemas de sellado y demás: aptos para agua potable y de bajo mantenimiento (resistencia a abrasión y corrosión).

Tendrán motor eléctrico, alimentado con 50Hz, trifásico, 6,6 kV, P2 estimado: 950 kW, eficiencia a plena carga mayor a 95%. Cada equipo contará con variador de frecuencia.

Eventualmente se podrá proponer bombas de otro tipo que cumplan con los requerimientos hidráulicos, rendimiento, materiales y características constructivas definidas en la presente especificación.

### 2.6.1 Múltiple de succión e impulsión

Las bombas serán instaladas en paralelo, en total serán 5 unidades. Las bombas se alimentan desde un tanque o canal de succión que a su vez recibe el agua desde los depósitos de agua filtrada.

Cada bomba tendrá una succión independiente de diámetro 800 mm. La impulsión de cada bomba será de 600mm y el múltiple de impulsión será de 1.500 mm.

Las tuberías de succión e impulsión serán de hierro dúctil K7 o de acero tipo ASTM-A36 o similar; las uniones bridadas serán de tipo PN16 según norma ISO 7005.

Se colocarán válvulas de retención tipo tobera y de cierre tipo mariposa en la impulsión y válvula de cierre tipo mariposa también en la succión. Las válvulas serán de accionamiento manual.

Se preverán los macizos de anclaje de las bombas según las recomendaciones del proveedor de las mismas. Las tuberías de succión e impulsión tendrán sus propios apoyos y anclajes de manera de asegurar que no se trasmitan esfuerzos a las bombas.



En el múltiple de succión se conectarán los tanques de protección contra el golpe de ariete.

### 2.6.2 Medición y control

Está prevista la instalación de un medidor electromagnético a la salida de la EBAT. Dicho medidor será de diámetro DN 1000 mm. Asimismo se deberá prever la instalación de sensores de presión en los manifolds de succión e impulsión.

El control del caudal elevado se realizará en función de las necesidades de agua en el sistema Metropolitano y en particular del nivel de agua en el tanque de succión del Recalque de Melilla. Las consignas de operación serán definidas una vez que el sistema integrado con Aguas Corrientes se ponga en operación.

### 2.6.3 Elementos accesorios

La sala de bombeo de agua tratada estará equipada con un puente grúa capaz de movilizar los equipos instalados: motores, válvulas. Estimar una capacidad de elevación de 10.000 kg.

En la sala de bombeo se ubicarán los tableros eléctricos y las instalaciones de control que sean necesarias. Asimismo se prevé la colocación de un conjunto de bombas para alimentar los eyectores de cloro (no forman parte del sistema de bombeo a Montevideo pero estarán ubicadas en el mismo local).

## 2.7 Sistema de tratamiento de lodos

### 2.7.1 Generación

Atendiendo a las buenas prácticas en la materia y las regulaciones ambientales exigibles, se han proyectado las instalaciones para la adecuada colecta, tratamiento y disposición final de los lodos generados en Planta, bajo la pauta conceptual de eficiencia asociada a la colecta y tratamiento diferencial de los dos siguientes tipos de lodos generados:

- Lodos de baja concentración de sólidos en suspensión (origen lavado de filtros), serán objeto de colecta, regulación y espesado.
- Lodos de alta concentración de sólidos (origen sedimentadores de alta tasa), serán objeto de acondicionamiento químico (polímero) y espesado mecánico.
- Deshidratación mecánica (centrifugación) de los lodos espesados anteriormente para su posterior remisión a rellenos sanitarios apropiados.
- Recirculación a la cabeza del proceso de potabilización de clarificados de los procesos de separación antes mencionados.

La producción media de lodos se determina en las siguientes condiciones de mediana:

- Color: 63 unidades de Pt-Co.
- Turbiedad: 39 NTU.
- Dosis media: 40 mg/L.

En estas condiciones, se tiene una **productividad media** de lodo de aproximadamente **74 g de lodo seco/m<sup>3</sup> de agua tratada**. Que para un caudal de producción de la planta potabilizadora 240.000 m<sup>3</sup>/d genera una producción aproximada de 17,8 tonSS/día.

La producción máxima de lodos se determina en las siguientes condiciones de percentil 95%:

- Color: 150 unidades de Pt-Co (percentil 95%).
- Turbiedad: 123 NTU (percentil 95%).
- Dosis media: 40 mg/L.

### Producción máxima total de lodos:

En estas condiciones, se tiene una **productividad máxima** de lodo de aproximadamente **114 g de lodo seco / m<sup>3</sup> de agua tratada**. Que para un caudal de producción de la planta potabilizadora 240.000 m<sup>3</sup>/d genera una producción aproximada de 27,4 tonSS/día.

### Producción de lodos de diseño en unidades de sedimentación (lodos de alta concentración):

Considerando que el 85% de los sólidos generados en el proceso son retenidos en las unidades de clarificación y que la concentración de purga de estas es de aproximadamente 5 g/L (0,5%), en estas unidades se generará un máximo de 23,3 tonSS/d correspondiente a un caudal aproximado de 4.650 m<sup>3</sup>/d.

#### Producción de lodos de diseño en unidades de filtración (lodos de baja concentración):

Considerando que el restante 15% de los sólidos generados en el proceso son retenidos en las unidades de filtración y que la concentración del agua de lavado de estas unidades es de aproximadamente 0,5 g/L (0,05%), en estas unidades se generará un máximo de 4,1 tonSS/d correspondiente a un caudal aproximado de 8.300 m<sup>3</sup>/d.

El sistema de tratamiento de lodos se ha diseñado para operar en un régimen de 16 horas al día (2 turnos) de lunes a sábado.

#### 2.7.2 Tratamiento de Lodos de Alta Concentración

Las instalaciones destinadas a la colecta, regulación y espesado de los lodos de sedimentación, consisten en:

- Manifold de extracción de lodo en FD DN 700 mm con válvulas mariposa actuada de salida conectada al ducto inferior de extracción de lodo.
- Sistema de bombeo para la extracción forzada de los lodos, equipado con tres bombas centrífugas (1 para cada unidad + 1 de respaldo) de características: Q= 570 l/s y H= 11,2 m.
- Tubería de impulsión en FD DN 600 mm, hacia Tanque Pulmón 1 (TP1).
- Tanque Pulmón 1. Consiste en un depósito de V=2.100 m<sup>3</sup> de capacidad útil y dimensiones: Ø = 22,0 m y Altura Útil = 5,50 m, sin cobertura. Estará acondicionado con los siguientes equipamientos:
  - Mixer sumergible con accesorios de izaje y barra guía.
  - Drenaje de fondo.
  - Vertedero de alivio para desborde a red de desagüe.
  - Instrumentación para control continuo de nivel y alarmas por niveles máximo y mínimo.

*Este depósito se dimensiona para recoger el volumen de extracción de lodo asociado a un TRH de 10 hs.*

- Bombeo de transferencia a unidades de espesado: 2 bombas (1 de respaldo) centrífugas: Q= 320 m<sup>3</sup>/h, H= 10 mca.
- Tubería de impulsión en FD DN 250 mm, hacia unidades de espesado. La derivación a cada unidad es en FD DN 150 mm.

- Espesadores mecánicos de tambor rotativo (rotary drum thickener). Consiste en cinco unidades en paralelo (1 de reserva) a ser instaladas en planta alta de espesado y deshidratación. Previo al ingreso a la unidad, se adicionará un polímero destinado a optimizar las condiciones de espesado. Las características unitarias del equipo son:
  - Caudal unitario: 73 m<sup>3</sup>/h
  - Carga de Sólidos unitaria: 365 kg SS/h
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 1
  - Capacidad: 8 kg/h
- Bombas dosificadoras de polímero en solución:
  - Cantidad: 5 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 1.000 L/h.
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.
- Tornillos sin fin de conducción de lodo espesado hacia Tanque Pulmón 2.

### 2.7.3 Tratamiento de Lodos de Baja Concentración

Las instalaciones destinadas a la colecta, regulación y espesado de agua de lavado de filtros, consisten en:

- Colectores de conducción de agua de lavado de filtros desde cada una de las dos baterías de filtración hacia Tanque Pulmón 3 (TP3) de regulación y homogeneización en FD DN 900 mm.
- Tanque Pulmón 3. Consiste en un depósito de V=2.100 m<sup>3</sup> de capacidad útil ( ) y dimensiones: Ø = 22,0 m y Altura útil = 5,5 m, sin cobertura. Estará acondicionado con los siguientes equipamientos:
  - Mixer sumergible con accesorios de izaje y barra guía.
  - Drenaje de fondo.
  - Vertedero de alivio para desborde a red de desagüe.
  - Instrumentación para control continuo de nivel y alarmas por niveles máximo y mínimo.

*Este depósito se dimensiona para recoger el volumen asociado a 4 - 5 lavado de filtros, equivalente a un TRH de 6 hs.*

- Bombeo de transferencia a unidad de clarificación: 2 bombas (1 de respaldo) sumergibles: Q= 560 m<sup>3</sup>/h, H= 8,5 mca.
- Planta de clarificación tipo DAF que comprende las siguientes instalaciones:
  - Capacidad: 520 m<sup>3</sup>/h.
  - Características:
    - Consiste en 2 módulos de floculación mecánica seguidos de celda de flotación por aire disuelto. Dimensiones: 3,50 m de ancho, 4,50 m de longitud de celda de floculación y 9,70 m de

longitud de celda de flotación (incluyendo cámara de mezcla). La altura útil de las unidades es de 4,00 m.

- Cada módulo estará equipado con: barredor superficial de lodo con tornillo de retiro de transporte de lodos hacia TP2; accesorio para entrada de agua saturada y descompresión.
- Sistema de producción de agua saturada con las siguientes características:
  - Bombas de saturación:
    - Número: 3 (1 de reserva)
    - Caudal: 10,6 L/s (15% caudal de planta)
    - Carga: 65 mca.
    - Aptas para succión y mezcla de aire.
  - Accesorios para control de vacío en succión, admisión de aire con control por válvula y medición por rotámetro, tanque de salida para control de aire excedente.
  - Tuberías de transporte a celdas y difusores de descompresión.
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 1
  - Capacidad: 2 kg/h
- Bombas dosificadoras de polímero en solución:
  - Cantidad: 2 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 1.000 L/h.
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.

#### 2.7.4 Deshidratación de Lodos

Esta operación se desarrollará en el predio del monorrelleno, en local a construir y acondicionar con las siguientes instalaciones principales:

- Tanque Pulmón 2 para regulación de lodos espesados de alta y baja concentración, con las siguientes características:
  - Volumen útil: 740 m<sup>3</sup>.
  - Dimensiones: Ø = 15,0 m y Altura Útil = 4,20 m, sin cobertura.
  - Equipamientos: mixer sumergible de agitación e instrumentos de medida de niveles.

*Este depósito se dimensiona para acumular los lodos espesados de alta y baja concentración durante un período máximo de 24 hs.*

- Bombas de transferencia de lodos a centrífugas (relación una bomba por centrífuga):
  - Número: 3 (2 operativas + 1 de respaldo).
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 36 m<sup>3</sup>/h.
  - Rango de concentraciones: 3 a 4 %.

- Unidades de deshidratación centrífugas decanter con las siguientes características:
  - Número: 3 (2 operativas + 1 de respaldo)
  - Caudal máximo unitario: 36 m<sup>3</sup>/h
  - Carga máxima de sólidos total: 1.400 kg SS/h
  - Rango de concentraciones: 3 a 4 %
  
- Unidad de preparación de polímero en línea:
  - Cantidad: 2
  - Capacidad: 8 kg/h
  
- Bombas dosificadoras de polímero en solución (relación una bomba por centrífuga):
  - Cantidad: 3 (1 de reserva)
  - Tipo: cavidad progresiva con variador de velocidad.
  - Caudal unitario: 6.000 L/h
  - Otros: sensor de humedad en estator, medidor de caudal, etc.
  
- Elementos complementarios para transferencia y manejo de lodos deshidratados:
  - Tornillos transportador principal.
  - Tornillos de distribución para cada volqueta.
  
- Volquetas de acumulación de lodo deshidratado:
  - Cantidad: 7.
  - Capacidad: 20 m<sup>3</sup>.

La solución supone la transferencia desde los contenedores bajo centrífugas hacia el sitio de destino por relleno mediante camiones con capacidad de izado de contenedores y su vuelco en sitio.

## 2.7.5 Disposición final de lodos deshidratados (monorrelleno)

### 2.7.5.1 *Comparativa deshidratación vs secado de lodos*

Se ha procedido a analizar de manera comparativa los costos diferenciales anuales de operación (OPEX) de la solución deshidratación y de la opción deshidratación seguida de secado térmico. Este último, planteado como paso último la reducción volumétrica del lodo, puede resultar en una opción atractiva cuando los requerimientos de espacio resultan restrictivos; o en el caso de lodos de depuradoras con alto poder calorífico, necesidades de estabilización y potencial presencia de algunos contaminantes específicos.

El secado térmico presenta como ventaja la posibilidad de alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente el 20% lo que resulta bastante menor respecto a la deshidratación que alcanza un valor cercano al 80% (65% luego del proceso de

consolidación en el monorrelleno), con la consecuente ventaja de requerir menor demanda superficial para la disposición final de los lodos.

El costo principal del proceso de secado es el insumo requerido para la combustión, que en el caso de un lodo mineral como lo es el de una planta potabilizadora, es requerido de manera aproximada de 0,38 ton de madera por ton de lodo deshidratado al 20% de sequedad. Considerando un costo de la madera de 101,3 U\$D/ton, entonces se tiene un costo

**Tabla 2-14: Comparativa de OPEX deshidratación vs secado térmico de lodos.**

Componente	Disposición en Monorrelleno sin secado térmico	Disposición en Monorrelleno con secado térmico
Disposición en Monorrelleno (U\$D/año)	400.000	260.000
Secado térmico (U\$D/año)	N/A	1.225.000
Total (U\$D/año)	400.000	1.485.000

Como puede observarse en la tabla anterior, los costos de operación anuales (OPEX) del sistema de secado superan en aproximadamente 1 millón U\$D anuales a los costos del sistema incluyendo solamente la deshidratación de los lodos.

**Tabla 2-15: Comparativa de CAPEX deshidratación vs secado térmico de lodos (horizonte 2045).**

Componente	Disposición en Monorrelleno sin secado térmico	Disposición en Monorrelleno con secado térmico
Ejecución Monorrelleno (U\$D)	3.820.000	1.745.000
Secado térmico (U\$D)	N/A	2.545.000
Total (U\$D)	3.820.000	4.290.000

Además, es de estimarse que el costo comparativo de inversión (CAPEX) de la infraestructura de secado de lodos supere en unos 500 mil U\$D a los costos de inversión del sistema de deshidratación, incluyendo el diferencial asociado a la disposición final de los lodos.

**En base a lo anteriormente expuesto, es que se recomienda la disposición final de los lodos luego de su deshidratación y sin secado térmico.**

### 2.7.5.2 Solución para la disposición final

La solución planteada para la disposición final de los lodos consiste en la ejecución de un monorelleno.

En este apartado se desarrolla una estimación de la superficie requerida, las premisas de exclusión y de aptitud para la selección de los predios, y en base a estos elementos, se realiza entonces la identificación de predios potenciales para la construcción del monorelleno.

### 2.7.5.3 Estimación para la superficie requerida

Se efectúa a continuación una estimación preliminar de área neta de monorelleno a los efectos de la estimación de áreas mínimas necesarias útiles a considerar para la preselección de predios.

- A los efectos de la estimación efectivas de las necesidades de área, partimos de la masa media de sólidos secos producidos que se ubica en 17,8 tSS/día para la productividad media de lodos estimada.
- Para las condiciones medias y un contenido de sólidos del 20 %, resulta un volumen medio anual de 30.400 m<sup>3</sup>/año. Valorando además que la concentración media en el relleno se ubicará en el entorno del 35 % en función del proceso de consolidación natural promovido por el drenaje a construir, el volumen medio efectivo a ocupar por año es de aproximadamente 16.400 m<sup>3</sup>/año.
- Se ha prediseñado un relleno en base a celdas con una altura máxima media de 3,00 m, ancho medio de semiceldas de 45 m, caminerías secundarias y drenajes. De esta manera resulta una demanda neta de área de aproximadamente 5.500 m<sup>2</sup>/año (0,55 ha netas/año) y de 13,8 ha requeridas para los 25 años de operación (horizonte de proyecto al año 2045).
- Teniendo en cuenta las áreas ocupadas por caminería y zonas de drenaje bajo el prediseño del ítem anterior, el rendimiento efectivo de un sitio se ubica en aproximadamente el 65% (% de área efectivamente ocupada por celdas de monorelleno respecto del total de área útil apta), lo cual determina un requerimiento bruto de superficie superior a los 21 ha para cubrir la demanda del período.

### 2.7.5.4 Premisas de exclusión y aptitud para la selección de predios

El análisis preliminar se realizó de manera cualitativa, partiendo de las siguientes premisas exclusión y aptitud para la selección del predio del monorelleno que acotaron el universo de opciones disponibles.

Criterios de exclusión:



- Distancia máxima desde la Planta de 10 km por factores funcionales, ambientales, técnicos y económicos asociados al transporte del lodo en camiones.
- Área mínima de predios, atendiendo a la pre-estimación de 21 ha brutas determinados como requerimiento mínimo de área necesaria para atender la demanda en el horizonte del proyecto.
- Ubicación del área de monorrelleno fuera de zonas con cursos de agua.
- No afectación al área de recarga del acuífero Raigón.

Criterios de aptitud:

- Usos de suelos de baja productividad (índice de productividad CONEAT).
- Distancia a viviendas (más de 100 m).
- Evitar zonas productivas de aguas subterráneas.
- Buena accesibilidad de vehículos y maquinaria de movimiento de suelos.
- Facilidad de expropiación.

#### 2.7.5.5 Preselección de predios

En lo que respecta al sitio de disposición final de los lodos deshidratados, la solución requiere de la expropiación parcial de un predio para la localización del monorrelleno.

Según se expuso anteriormente la superficie requerida estimada para la ejecución del monorrelleno necesaria para cubrir el período de operación de 25 años es de 21 ha.

A partir de este análisis preliminar se propone los siguientes predios preseleccionados:

- Padrón N°5.286, sección catastral 6 de San José.
- Padrón N°18.543, sección catastral 6 de San José.

En la siguiente figura, así como en el plano H501 adjunto, se muestra la ubicación de los predios sujetos a expropiar. Indicando particularmente, la delimitación de los mismos y la superficie requerida de expropiación en cada caso.

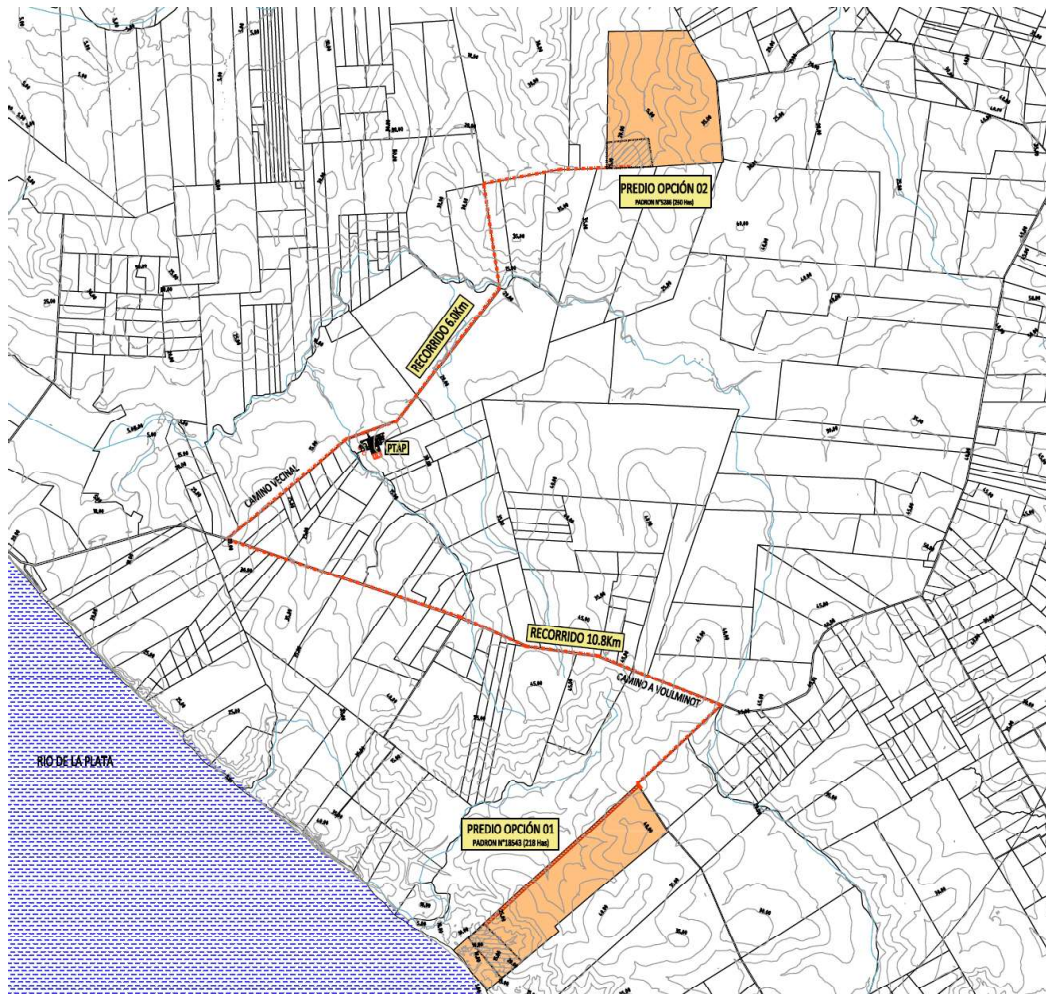


Figura 2-4: Ubicación de los posibles predios preseleccionados para la ejecución del monorrene de lodos deshidratados.

## 2.8 Aductora de agua potable

La tubería de aducción a Montevideo consiste en una tubería de diámetro nominal 1.500mm de hierro dúctil, clase K7 según norma ISO 2531:1998.

Se considera que la aductora a dimensionar tiene origen en la nueva PTAP ubicada en la zona de Arazatí (dpto. San José) y descarga en el Recalque Melilla del Sistema Metropolitano. La longitud estimada total es de 72,6 km incluyendo el cruce del río Santa Lucía que se prevé realizar con tubería de PEAD, según se detallará.

La capacidad prevista para la aductora es de 9.540 m<sup>3</sup>/h, equivalente a 229.000 m<sup>3</sup>/día. Como condición de presión requerida en el punto de interconexión en Melilla tiene una piezométrica asociada de +50,0 m.

A partir de estos datos básicos se realiza un análisis para definir el diámetro más conveniente para la aducción y la capacidad de bombeo correspondiente en la nueva PTAP, con la previsión de un eventual futuro recalque intermedio que permitiría aumentar su capacidad en un 50% hasta los 343.500 m<sup>3</sup>/día.

### 2.8.1 Dimensionado básico de la nueva aductora y EBAT

El diseño del sistema de aducción a Montevideo desde la nueva PTAP Río de la Plata del Proyecto Arazatí, consiste en el dimensionado de los equipos de bombeo necesarios para la estación de bombeo de agua tratada.

El caudal de diseño es de 229.000 m<sup>3</sup>/h en una primera etapa y se prevé un aumento de 50% en una segunda etapa con el agregado de una estación de bombeo intermedia.

Para la estación de bombeo de agua tratada se considera una configuración de 4+1 bombas para la primera etapa a las que se agregan 2+1 bombas para la segunda etapa; todas las bombas serían de las mismas características (total 6+2). En la estación de recalque de la segunda etapa se considera la instalación de 6+2 bombas.

Para la aductora, los datos básicos del diseño para la primera etapa son los siguientes:

- Caudal de diseño: 229.000 m<sup>3</sup>/h (9.542 m<sup>3</sup>/h).
- Nivel mínimo de agua en tanque de agua tratada en la PTAP: +10 msnm
- Nivel máximo de agua en el tanque de Recalque Melilla: +50 msnm.
- Longitud de la impulsión: 71.700 m.
- Tubería a instalar: hierro dúcil K7, diámetro nominal DN1500 mm con diámetro interior 1.519 mm y rugosidad k=0,2 mm (para estas condiciones hidráulicas es equivalente a C<sub>H-W</sub> = 135).

En estas condiciones de diseño resulta un valor de J = 0,96 m/km o v = 1,47 m/s.

El punto de operación de cada una de las 4 bombas previstas es de Q = 2.385 m<sup>3</sup>/h y H = 109 mca.

En la segunda etapa del Proyecto se agregará una estación de bombeo intermedia y aumentará en un 50% la capacidad de bombeo desde la PTAP llevándola a 343.500 m<sup>3</sup>/d o 14.313 m<sup>3</sup>/h. Los valores que resultan en este caso son J = 2,12 m/km o v = 2,19 m/s. Las bombas de la PTAP son las mismas; las bombas del recalque intermedio deberán tener las siguientes características: Q = 2.385 m<sup>3</sup>/h y H = 86 mca.

Para una futura etapa de ampliación de capacidad, se deberán instalar 2+1 bombas adicionales (total de 6+2 bombas) en la EBAT, además de la estación de bombeo intermedia se ubicará en la progresiva 38+355 aprox. En dicha estación de bombeo o recalque, se deberán instalar 6+2 bombas del mismo caudal (2.385 m<sup>3</sup>/h) y una altura manométrica total de 86mca.

### 2.8.2 Descripción del trazado

El trazado de la tubería de aducción a Montevideo presenta tramos con características diferentes que condicionan los métodos constructivos a emplear para la instalación de la misma, a saber:

- a. Tramo inicial: en los primeros 36 km de la tubería, hasta la zona de la ciudad de Libertad, el trazado alterna tramos de campo travesía con tramos en

servidumbre a caminos rurales y tramos en caminos rurales en los que se puede colocar la tubería sin afectar mayormente el pavimento granular existente (unos 8,5 km). En este tramo no se prevén mayores dificultades en la instalación de la tubería salvo un par de cruces de arroyos (se prevén realizar por debajo del cauce) que tampoco se presentan complicados. Un tema que se debe priorizar es la gestión de las servidumbres de los padrones afectados de manera de asegurar a continuidad de la ejecución de las obras.

- b. Tramo en camino rural hasta cruce de Ruta 1: durante una longitud de 13,5 km la tubería se prevé instalar en camino rural que tiene una franja de uso público de 40 m de ancho. En la mayor parte del recorrido este camino está en desuso, lo que facilita en gran forma la instalación de la tubería. En el tramo más cercano a la Ruta 1 presenta pavimento de tosca y ya se encuentra una tubería de 300 mm de diámetro (oleoducto) que transporta gasoil a la planta de UTE de Punta del Tigre.
- c. Tramo en Ciudad del Plata: desde el cruce de Ruta 1 hasta el cruce del río Santa Lucía la tubería atraviesa la zona urbana y suburbana de Ciudad del Plata. Es el tramo más complicado de la traza debido a la presencia de infraestructura urbana e interferencias con otros servicios, en particular con el gasoducto Cruz del Sur en el tramo más cercano al río. La tubería se instalará, casi completamente, en la vía pública. En este tramo se prevé la presencia de napa freática a la profundidad de instalación de la tubería, lo que implica una dificultad constructiva adicional. Este tramo tiene 13,5 km de longitud.
- d. Tramo a Recalque de Melilla: se prevé la instalación de la tubería en servidumbre dentro de padrones particulares, tanto en paralelo a calles y caminos como a campo traviesa. Este tramo de unos 9,0km de longitud incluye el cruce de la Ruta 5. La mitad de este tramo discurre en la zona de bañados del río Santa Lucía lo que implica la presencia de un nivel freático alto para la ejecución de las obras de instalación de la tubería.

Como puntos singulares del trazado se indican:

- Cruce las rutas nacionales 1 y 5: se prevé la instalación dentro de una camisa de protección, tunnel liner o similar a definir por el Contratista durante la etapa de Proyecto Ejecutivo. La obra se realizará por alguna técnica de tuneleado o trenchless, no con excavación a cielo abierto. Se prevé la colocación llaves de paso al menos del lado aguas arriba de cada cruce.
- Cruce arroyos y cañadas: se realizará por debajo del cauce a una profundidad no menor 1,0m por debajo del mismo. Se realizará una protección de hormigón para evitar la afectación por medios mecánicos en tareas de limpieza del cauce similar.
- Cruce del río Santa Lucía: por la complejidad del mismo se describe en un capítulo aparte de la presente memoria.
- Interconexión en Recalque Melilla: consta de una interconexión a cada tanque del Recalque Melilla (uno existente y otro a construir en el marco del Proyecto), cada una con la válvula de cierre correspondiente.

### 2.8.3 Cruce del río Santa Lucía

El cruce del río Santa Lucía es el punto más crítico, a priori, de la construcción de la aductora a Montevideo.

Durante la etapa de Proyecto de Factibilidad se desarrollaron estudios previos para evaluar algunas posibilidades que se descartaron, como ser utilizar el puente de Ruta 1 como soporte para la tubería o la instalación de una nueva estructura tipo puente para instalar la nueva tubería.

La alternativa que resulta viable es la colocación de la tubería en del lecho del río o sobre el mismo con una adecuada protección. Se evaluaron integralmente, es decir en forma conjunta con el resto de la componente del Proyecto, diferentes trazados y puntos de cruce de la nueva tubería, decidiendo que la alternativa.

Existen otras alternativas de trazado que tendrían como ventaja una menor profundidad en el punto de cruce pero en cambio implican un mayor ancho del río y una mayor extensión de la aductora a ambos lados del cruce.

La traza elegida es la misma que la del Gasoducto Cruz del Sur que instaló su tubería principal de 450 mm de diámetro hace algunos años atrás. Dicha traza se ubica al norte de la Marina Santa Lucía, barrio adyacente al puente de la Ruta 1. Todo este tramo se encuentra dentro del área protegida de los Bañados del Santa Lucía.

Para la traza elegida se dispone de la batimetría y de ensayo de penetración con lanza de agua (jet probe) a partir de los cuales se realizó un anteproyecto de perfil para la opción A. Dicho perfil considera la capacidad de la tubería de PEAD para ser instalada con cierto radio de curvatura mínimo.

No se han identificado en el terreno capas o formaciones que no sean removibles fácilmente, en general se encontró lodo sedimentado y arcilla con caracolillos en lugares más profundos. Por el contrario, se considera que la capacidad de soporte de los materiales presenten en la zona del cruce presenta una baja capacidad portante.

El tramo de aductora que se considera como cruce del río Santa Lucía tiene una longitud total de 792m que se dividen en:

- Subtramo 1: cruce del canal principal o río Santa Lucía propiamente dicho desde el margen derecha del río (dpto. San José). Es un tramo de 306m de longitud con una profundidad máxima del orden de los 13m, dependiendo de la marea.
- Subtramo 2: cruce el área bañadosa/pajonal ubicada entre el río y la pista de regatas, es un área con baja capacidad de soporte (lodosa) que implica la instalación de la tubería mediante el uso de retroexcavadoras de gran porte sobre "esteras". Tiene una extensión de 360 m.
- Subtramo 3: cruce de la pista de regatas, implica el cruce de un canal de 121 m de ancho y una profundidad de 2,0 m. La instalación de la tubería en este

tramo se puede realizar construyendo ataguías laterales o mediante dragado con retroexcavadora sobre pontón o similar.

El subtramo 1 es el que presenta mayores dificultades para su ejecución, se entendió que los otros dos tramos no tendrían mayores problemas constructivos. Para la ejecución del cruce del río propiamente dicho se plantean las siguientes alternativas a evaluar:

- Opción A: instalación debajo del cauce del río (1,0m de tapada) con collares de hormigón como lastre, similar a la solución técnica de emisarios o la propia toma de agua bruta del Proyecto. Presenta la dificultad de requerir de un dragado a 15m de profundidad lo que constructivamente es muy complejo o se depende de equipamiento muy costoso de movilizar.
- Opción B: colocación sobre el cauce, sobre geosintético de resistencia a la tracción de 100 t/m, con un enrocado de protección. Esta solución se implementa para el tramo por debajo de 4m de profundidad, mientras que en la parte del cruce de menor profundidad se pasa a la solución enterrada (Opción A). Es una solución de instalación técnicamente viable con la tecnología y equipamiento disponible en el país.
- Opción C: colocación mediante tunelera, pipe jacking o similar. Es una solución para realizar todo el cruce en un solo tramo. Las dimensiones de la tubería y la longitud de la misma son cercanos al límite de estas tecnologías. Eventualmente se colocaría la tubería dentro de una camisa de protección lo que reduce el riesgo de daños posteriores durante su vida útil. Es una opción cuya viabilidad técnica fue confirmada por empresas contratistas extranjeras, especialistas en este tipo de obras y con cuyos presupuestos se estimó el costo de esta componente del Proyecto.
- Opción D: utilización de la tecnología "post – trenching", "self bury" o similares que consisten en la utilización de turbinas de agua para remoción del lodo del cauce y permitir el auto enterramiento de la tubería.

La totalidad del cruce se realizará con doble tubería de PEAD de 1200 mm de diámetro. Esta solución permite que en caso de que una de las tuberías presente algún inconveniente o rotura, se pueda al menos mantener el servicio con una tubería de menor diámetro mientras se repara la otra. Cada una de las dos tuberías de PEAD contará con una válvula de cierre a cada lado del cruce (son cuatro válvulas de cierre tipo mariposa DN1200 mm en total).

La piezométrica prevista en el cruce del río es de +60m en el escenario de primera etapa y de +70m en el escenario de aductora con recalque. Las presiones de servicio son menores a 10bar por lo que la tubería podría ser SDR17, aunque para mejorar su resistencia mecánica en condiciones de instalación que podrían ser de mayor riesgo, se propone la utilización de tubería PEAD 1200mm SDR11.

Otras alternativas técnicas para realizar esta obra podrán ser propuestas por el Contratista durante la etapa de proyecto ejecutivo. Las mismas deberán ser aprobadas por la Administración.

## 2.8.4 Criterios de diseño e instalación

Los principales criterios para la instalación de la tubería se describen a continuación.

### 2.8.4.1 *Diseño de la zanja para instalación de las tuberías*

El diseño de las zanjas para la instalación de la tubería depende de diferentes variables, principalmente: características de la tubería (HD K7), tipo de suelo nativo, tipo de material de relleno, grado de compactación en la zona de la tubería, cargas externas, profundidad de instalación, presencia de napa freática, presión interna de trabajo y sobrepresión por transitorios.

El diseño de las zanjas para cada caso en particular se realizará de manera de que la ovalización de la tubería no exceda del 3% de acuerdo a la norma AWWA C-150 y según el Manual AWWA M-41.

En la presente etapa de factibilidad se prevé que la tubería se instalará según la zanja tipo 3 definida en la norma ISO 10803 que prevé un relleno ligeramente compactado, con una densidad mínima de 80% Proctor normal para el relleno alrededor de la tubería, el cual comprende desde la cama de la tubería hasta 30 cm por encima de la generatriz del tubo.

El relleno de la zanja se realizará con el material de la excavación. Se considera que serán suelos del tipo D según la norma ISO 10803; suelos finos de mediana a nula plasticidad ( $LL < 50\%$ ), con menos de 25% de materiales gruesos. Según la clasificación ASTM, los suelos CL, ML, ML-CL, CL-CH y ML-MH. Son aptos para el relleno de la excavación. Se prevé la colocación de una cama de material granular (arena sucia) de 10 cm de espesor.

En todos los casos el material de reutilización o aporte (seleccionado o no) directamente en contacto con la tubería deberá estar exento de elementos rocosos o corrosivos.

La tapada o cobertura mínima será 1,20 m, excepto casos puntuales tales como fondo de cunetas o de cauces, tramos cortos para evitar la colocación de válvulas de desagüe y de aire, o situaciones especiales particulares que requieran alguna justificación o protección. Se admitirán tapadas mínimas de 0,80m en zonas rurales sin tráfico vehicular.

Considerando las cargas externas, se calcularon las coberturas de tapada máximas y mínimas aceptables, para evitar ovalización de la tubería mayor que la permitida, tomando en cuenta los diferentes tipos de suelo y de zanja posibles.

### 2.8.4.2 *Diseño geométrico de planimetría*

El diseño geométrico de la planimetría de las líneas de conducción de hierro dúctil se ha basado en los parámetros básicos que determinan la geometría de la línea, la longitud de cada tubo (6 o 7m) y la deflexión máxima posible de la junta ( $1^\circ$  o  $1,5^\circ$ ).

Tanto el manual del fabricante de la tubería de hierro dúctil, como el Manual AWWA M 41 "Ductile Iron Pipe and Fittings" establecen los lineamientos para realizar curvas de gran radio, sin señalar para ello limitaciones respecto al tipo de suelo o de zanja, entendiéndose que las deflexiones permitidas por cada junta, pueden realizarse en cualquier condición de suelo y zanja aceptado por las normas.

Con el propósito de minimizar los codos y sus correspondientes macizos de anclaje, las líneas se diseñarán de manera tal que, con base en las longitudes de tubería y deflexiones permisibles anteriores, puedan componerse curvas horizontales mediante la deflexión de varios tubos sucesivos, siempre que sea posible. Aún siendo posibles, las curvas se evitarán si:

- Requieren de servidumbres en padrones adicionales a los ya definidos.
- Afectan cultivos permanentes u otras infraestructuras.
- Deben combinarse con curvas verticales.
- Pasos de arroyos o cañadas.

#### 2.8.4.3 Deflexiones y curvas verticales

En general se tratará de que los cambios de pendientes se puedan dar con la deflexión vertical de una sola junta. Sin embargo, si ello no fuera suficiente, los criterios anteriores para curvas horizontales aplican también a las curvas verticales. Estas no son muy frecuentes, aunque se prevén en casos especiales tales como los cruces bajo arroyos.

#### 2.8.4.4 Ángulos mixtos (verticales y horizontales en una misma junta)

Se tratará de evitar estos casos de ángulos vertical y horizontal simultaneo. Sin embargo, en condiciones especiales donde sean inevitables, o incluso cuando sean convenientes, el ángulo mixto ha sido calculado según y verificado de manera que sea menor que el ángulo de la máxima deflexión permitida:

$$\cos \theta = \sin \gamma \sin (\gamma + \beta) + \cos \gamma \cos(\gamma + \beta) \cos \alpha$$

Donde:

$\theta$  = ángulo mixto resultante

$\gamma$  = ángulo de la pendiente del tubo precedente.

$\beta$  = ángulo vertical entre las dos tuberías.

$\alpha$  = ángulo horizontal entre las dos tuberías.

#### 2.8.4.5 Pendiente mínima

A fin de evitar la acumulación de aire y de facilitar su desalojo, no se utilizarán pendientes de 0%. Como pendiente mínima se utilizará 0,3% en tramos ascendentes y 0,4% en tramos descendentes.



#### 2.8.4.6 Ubicación de tubería en planta

Gran parte del trazado de la línea aductora se ubicará por servidumbres. Cuando las servidumbres se ubican completamente dentro de un padrón, a campo través, el eje de la aductora se colocará aproximadamente en el centro de la servidumbre, pudiendo ser necesario “moverlo” ocasionalmente para evitar algún obstáculo o para alinearlos hacia la siguiente servidumbre o trazado en general.

Cuando las servidumbres están paralelas a vías públicas, el eje de la línea por lo general se ubicará más cerca del lado de la vía pública, a fin de alejarlo de cultivos o infraestructuras existentes. En estos casos se ha previsto un ancho de la faja de servidumbre de 10m, mientras que en los demás casos se prevé un ancho de servidumbre de 15m (campo traviesa).

Tanto dentro de servidumbres como en franjas públicas paralelas a las vías, la tubería irá en muchos sectores paralela a infraestructura existentes, en estos casos, se procederá con los siguientes criterios – guía generales:

- Cuando la tubería deba ubicarse paralela a líneas de transmisión eléctrica de alta tensión (150 a 500 KV), su distancia mínima a éstas será de 50 m. En caso de no ser posible mantener esta distancia, la protección para la tubería, es definida en el estudio de corrosión que se ejecute como parte del Proyecto Ejecutivo.
- Las líneas podrán ser instaladas paralelas a cunetas en vías públicas, no nacionales, que solamente drenan aguas de lluvia en forma ocasional, sin restricciones de distancia pero preferiblemente no debajo de ellas. Sin embargo, de acuerdo con cada situación en particular, se definirá la necesidad de mejoramiento o reforzamiento de la cuenta existente con el fin de proteger la tubería.
- Caños paralelos a cables subterráneos de electricidad, teléfono, fibra óptica, saneamiento y gas deberán colocarse a una distancia mínima de 60 cm.
- Caños paralelos o cerca de líneas aéreas deberán tener espacio de al menos 100 cm entre la base de los postes o columnas y la pared de la zanja, a menos que durante la construcción se proporcione la protección adecuada a los postes o columnas.
- La posición de los caños paralelos a líneas aéreas de electricidad o fibra óptica, deberá facilitar el acceso para mantenimiento y reparaciones.
- Líneas paralelas a gasoducto / oleoducto: se mantendrá una separación mínima de 300cm, en caso de que no sea posible se evaluará en forma conjunta con el operador de la infraestructura medidas de protección complementarias.
- Líneas paralelas a cauces o canales, mantendrán una distancia mínima entre sus ejes de  $1.0\text{ m} + (D_1/2 + D_2/2)$ , donde  $D_1$  y  $D_2$  son sus respectivos diámetros.
- Las líneas a ser instaladas a lo largo de drenajes abiertos que transportan agua permanentemente tendrán una distancia de por lo menos 90 cm del lado más próximo al drenaje.

#### 2.8.4.7 Ubicación según perfil

La ubicación de los caños según el perfil está determinada por la profundidad de las zanjas, así como por restricciones relacionadas con cruce de infraestructuras y obstáculos.

Los siguientes serán los principales criterios de ubicación de las tuberías según perfil.

- Profundidad de instalación: los criterios para determinar la profundidad de instalación de la línea deberán facilitar su instalación y su mantenimiento y prevenir la presión excesiva del relleno y brindar protección de las presiones del tránsito de acuerdo a lo que resulte del diseño. Esta cobertura, se considera en un mínimo de 1,20m que se puede reducir a 0,80m en zonas rurales sin tráfico de vehículos.
- En algunos casos y a fin de evitar un punto alto de poca altura relativa seguido igualmente de un punto bajo de poca profundidad, en estos casos, a fin de evitar una válvula de aire y una válvula de desagüe, en tramos relativamente cortos se tendrá una tapada de entre 1,00 m y 1,20 m. Estos sitios de menor tapada, de permitirlo las condiciones locales podrían ser utilizados para disponer material excedente y rellenar así el terreno logrando la tapada de 1,20 m.
- Tamaño de las piezas especiales: en los casos de piezas especiales (válvulas de cierre, de limpieza y de aire -por ejemplo-) ubicadas sobre vías públicas, la profundidad de la tubería en el sitio deberá ser tal que permita la instalación de las piezas y su respectiva cámara, sin sobrepasar el nivel del terreno original.
- Cruces de cables subterráneos: los caños que crucen cables subterráneos de electricidad, teléfono deberán ser colocados al menos a 30 cm por debajo, a menos que el estudio de corrosión determine una distancia mayor. Cuando sea imposible respetar estas distancias, se estudiará en cada caso la solución particular.
- Cruce de gasoducto / oleoducto: en el caso de cruces con el gasoducto la separación vertical será de 50cm.
- En casos de cruces por debajo de tuberías de saneamiento o alcantarillado pluvial, se estudiará la solución particular para cada caso manteniendo una separación mínima de 50cm.
- Cruce de carreteras y caminos: las líneas que cruzan caminos o calles tendrán como mínimo 120cm de profundidad bajo la rasante y 0,60 m bajo fondo de cuentas. En cada caso en particular se estudiará la necesidad de relleno o protección especial, si los esfuerzos calculados actuando sobre la tubería superan sus capacidades según el fabricante.
- Cruce de arroyos: cuando la tubería deba cruzar un arroyo, será colocada de acuerdo a lo que sea necesario según las condiciones físicas del sitio. En cada caso, al igual que en los cruces de caminos, se deberán estudiar las condiciones concretas para definir sobre la necesidad de protecciones específicas. En principio, se propone pasar la totalidad de los cruces de arroyos bajo sus cauces.

#### 2.8.4.8 Colocación de válvulas, accesorios y aparatos

##### Válvulas de aire

Se colocarán válvulas de aire combinadas, de triple función, admisión para vaciado de la línea, expulsión durante el llenado y expulsión durante la operación normal, en:

- Todos los puntos elevados a lo largo de la línea.
- En tramos de pendiente ascendente o descendente, se colocarán válvulas de aire adicionales de manera que no se excedan 750 m sin ellas.
- Se colocarán válvulas de aire en disminuciones bruscas de pendientes ascendentes.
- Se colocarán válvulas de aire al lado de una válvula de cierre en línea, si al cerrar esta y vaciar cualquiera de los tramos adyacentes, el punto se convierte en un punto alto para ese caso en particular.

El dimensionado de las válvulas de aire necesarias deberá ser realizado en el Proyecto Ejecutivo. En forma preliminar se define la instalación de 2 válvulas de aire DN200mm en la tubería DN1500mm y de 1 válvula de aire DN200mm en la tubería DN1200mm.

Aunque la válvula de aire tenga su propio mecanismo de cierre, se colocará una válvula de compuerta para garantizar el cierre de la línea principal si fuere necesario desarmar o cambiar la válvula de aire

##### Válvulas de desagüe

Se colocarán válvulas de limpieza en los puntos bajos de la línea.

El dimensionado de las válvulas de desagüe deberá ser realizado en el Proyecto Ejecutivo. En forma preliminar se define la instalación de de desagües DN 400 mm en la tubería DN 1500 mm y desagües de DN 200 mm en la tubería DN 1200 mm.

##### Válvulas de cierre en línea principales

Se considerarán válvulas de seccionamiento de manera que no se excedan 15,000 m sin que pueda cerrarse la línea. Esto no significa ubicarlas a cada 15 Km, ni tampoco necesariamente a la mitad del tramo, sino colocarlas convenientemente, desde el punto de vista de acceso, o de su ubicación conjuntamente con otras instalaciones, de manera que haya una válvula seccionando los tramos mayores de 15Km.

#### 2.8.5 Protección contra la corrosión

La protección anticorrosiva de la tubería de fundición dúctil se determinará durante el Proyecto Ejecutivo según el siguiente procedimiento:

- o Determinación del Índice de Criticidad Local (ICL) del entorno, considerando los siguientes siete parámetros:
  - 1. Caracterización del tipo de suelo
  - 2. Caracterización de humectación del suelo
  - 3. Medición de la resistividad específica del suelo utilizando la metodología recomendada en la Norma ASTM G57
  - 4. Medición de contenido total de cloruros en el suelo

- 5. Relevamiento de interferencias eléctricas con otras cañerías metálicas
  - 6. Relevamiento de interferencias constructivas
  - 7. Antecedentes de daños por corrosión en cañerías de fundición o acero preexistentes en zonas cercanas a la traza proyectada
- o Definición del Nivel de Protección Anticorrosión (NPA) requerido.
  - o Definición de la protección con funda de polietileno requerida, según la metodología adoptada por el fabricante en su Propuesta de suministro de materiales. De considera que:
    - Valor de NPA = 0, entonces NO se requiere protección
    - Valor de NPA = 1 o 2, colocación de funda de polietileno con espesor de 200 micras.
    - Valor de NPA = 3, colocación de dos fundas de polietileno de espesor de 200 micras (espesor total 400 micras).

**A los efectos del estudio factibilidad se prevé que el 50% del trazado de la tubería aductora deberá ser protegida con una funda de polietileno con espesor de 200 micras.**

#### 2.8.6 Elementos de hormigón armado: cámaras y anclajes

##### 2.8.6.1 *Cámaras para válvulas*

Para las tuberías de HD de 1500 mm se han considerado diseños similares a los utilizados en la 5LB a Montevideo, mientras que la tubería de 1200mm diseños similares a los utilizados en la 6LB a Montevideo. Ambos conjuntos de diseño serán optimizados y actualizados en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

Las cámaras para válvulas de cierre son del tipo H o de anclaje y deberán ser dimensionadas según las condiciones particulares del suelo y las condiciones de presión que correspondan.

##### 2.8.6.2 *Macizos de anclaje*

En el trazado se ha minimizado el uso de codos que deban ser anclados, de todos modos existen algunos casos que se deben considerar. En cambio, no se prevé tees de derivación, ni reducciones en el diseño primario. A los efectos de la evaluación preliminar del proyecto se considerará macizos de anclaje con un volumen de 35 m<sup>3</sup> de hormigón de resistencia característica de 250 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.8.7 Protección contra el golpe de ariete

Para la primera etapa diseño, para una capacidad de 229.000 m<sup>3</sup>/día se ha realizado un estudio de los transitorios hidráulicos en el troncal Melilla del proyecto Arazatí en el cual se concluye que son necesarias protecciones para mitigar el golpe de ariete que puede ocurrir en el apagado repentino de las bombas previstas en la EBAT.

A nivel de anteproyecto se ha definido un sistema de protección de la tubería frente a la aparición de transitorios hidráulicos compuesto por:

- una batería de tanques hidroneumáticos, ubicados en la cabecera de la línea aguas debajo de la estación de bombeo. La misma estaría compuesta por 6 tanques de 20 m<sup>3</sup> cada uno. Ver detalle de interconexión en el plano de la EBAT.
- cuatro tanques unidireccionales (TUs) de acuerdo a la tabla adjunta:

**Tabla 2-16: Localización y características de los TU.**

Nº	Progresiva (m)	Sección (m <sup>2</sup> )	Cota terreno (m)	Cota mínima (m)	Altura (m)
TU-1	3.284	25	43,5	50	10
TU-2	8.161	25	49,3	50	21
TU-3	20.821	25	47,9	50	15
TU-4	70.107	20	44,4	47	5

La progresiva indicada es aproximada e identifica un punto alto del trazado cercano a la misma.

Se recomienda estudiar en la etapa de Proyecto Ejecutivo los siguientes puntos:

- Relación cota de descarga, puntos altos intermedios, presión mínima en la tubería cuando está la línea apagada.
- Evaluación de distintos escenarios de funcionamiento, especialmente para definir la protección en las inmediaciones de la progresiva km 70,1.
- Estudiar las medidas a implementar para conservar el carácter de agua potable dentro de los tanques unidireccionales. Considerar una bomba recirculadora que permita la reinyección del agua de cada TU en la aductora principal (tiempo de retención en el tanque = 3 días).

Se indica además que este estudio y sus conclusiones tienen un nivel de anteproyecto, por lo que es esperable que aparezcan cambios en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

En particular, el ultimo tanque unidireccional (progresiva km 70,1) se deberá analizar en detalle, podría incluso cambiarse el dispositivo de protección de ese punto debido a su cercanía con la descarga y la similitud entre la piezométrica estacionaria y en funcionamiento para los diferentes escenarios de operación que se resuelvan.

#### 2.8.7.1 Descripción de la interconexión a los TU's.

El diseño de cada uno de los tanques unidireccionales necesarios se realizará durante el Proyecto Ejecutivo.

En esta etapa para cada TU se contempla la colocación sobre la línea principal de una te bridada 1500 x 1000 mm, una válvula de cierre DN 1000 mm, dos derivaciones con válvula de cierre y retención de DN 800 mm y una línea de llenado con dos válvulas de altitud de DN 200 mm. Las uniones bridadas serán PN 16 hasta el múltiple de descarga. A partir de este, en la dirección hacia el tanque, serán PN 10.

La longitud de la tubería de conexión DN1000 hasta el múltiple será de 15m y hasta el tanque otros 10m adicionales.

**2.8.7.2 Tanques unidireccionales (TU)**

Los tanques unidireccionales podrán ser construidos en hormigón armado elaborado en sitio o prefabricado, acero vitrificado, PRFV u otro aprobado por la Administración.

En la tabla siguiente se indican la dimensiones resultantes para los tanques:

**Tabla 2-17: Localización y dimensiones de los TU.**

Nº	Progresiva (m)	Diámetro (m)	Altura a la base del tanque (m)	Altura tanque (m)	Volumen tanque (m³)
TU-1	3.284	5,6	6,5	10	250
TU-2	8.161	5,6	Apoyado en terreno	21	525
TU-3	20.821	5,6	2,1	15	375
TU-4	70.107	5,0	2,6	5	100

Excepto el TU-1 son tanques que se podrían ejecutar apoyados en el terreno. Además de la propia cuba, los tanques deberán contar con tubería de desagüe y rebalse de DN250mm, escaleras de acceso, pararrayos (si fuera necesario), cercado y portón de acceso. Se prevé bomba de recirculación de 5,0 m³/h con una presión de salida de 80mca.

**2.9 Integración de la nueva fuente al sistema Metropolitano**

Las obras necesarias para la integración de la nueva fuente al Sistema Metropolitano se resumen a continuación:

- Extensión de la 6LB desde el Recalque Melilla hasta Cuchilla Pereira.
- Ampliación de la estación de bombeo de Melilla de manera de que se cuente con cinco bombas en operación y dos bombas de respaldo.
- Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla
- Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla

En el *Volumen N°1: Estudios básicos y de concepción del Proyecto* se presenta el informe de evaluación de las condiciones de operación del sistema integrado previsto, en el que se justifican las mejoras propuestas.

**2.9.1 Tubería de Conexión Melilla – Cuchilla Pereira**

Dentro de las obras de interconexión al sistema Metropolitano se prevé la extensión de la 6LB, desde el Recalque de Melilla hasta el predio de los tanques de Cuchilla Pereira donde se conectará con la 5LB.

Ambas tuberías, 5LB y 6LB, trabajarán con cabezal común en Aguas Corrientes y se conectarán en Cuchilla Pereira para alimentar la zona este del sistema, donde se concentra el mayor crecimiento de demanda previsto.

Esta tubería se propone en Hierro Dúctil K7 (ISO 2531:1998) y tiene una longitud de 8.000m. Todos los elementos bridados serán PN10 según la norma ISO 2531 y 7005.

Los puntos singulares de esta tubería aductora son los siguientes:

- Punto inicial: es la tubería de interconexión existente entre el Recalque Melilla y la 4LB en Camino Fauquet, es una tubería HD DN 1200 mm. Se prevé la instalación de una válvula de cierre tipo mariposa DN 1200 mm.
- Punto final: interconexión con 5LB (HD 1500 mm, K9) en el patio del predio de OSE en Cuchilla Pereira, también con válvula de cierre tipo mariposa DN 1200 mm. Se propone la conexión en la progresiva 35+740 en el tramo aéreo de la 5LB.
- Cruce de las vías del Ferrocarril Central: se instalará la tubería en un ducto previsto para dichos fines durante las obras del FFCC. La nueva aductora tendrá una válvula de cierre a cada lado del cruce; la tubería dentro del ducto será bridada, acerrojada o eventualmente se instalará tubería PEAD SDR17.

## 2.9.2 Ampliación del recalque de Melilla

### 2.9.2.1 *Situación actual*

El recalque de Melilla es una instalación de bombeo diseñada para ser abastecida por la 6LB en la que se propone realizar las modificaciones necesarias para que se abastezca a través del nuevo proyecto Arazatí.

La instalación de bombeo actual consta de un tanque de succión de 3.150 m<sup>3</sup> y de 4 equipos de bombeo con una capacidad del orden de 2.400 m<sup>3</sup>/h cada uno.

Los caudales de diseño del recalque, según a que línea que alimentan, son los siguientes:

- Bombeo a Línea de Emergencia: 2.400 m<sup>3</sup>/h con 1 equipo de bombeo.
- Bombeo a Troncal al Cerro: 4.500 m<sup>3</sup>/h con 2 equipos de bombeo.
- Bombeo a 6LB - Derivación al Cerrito: 6.200 m<sup>3</sup>/h con 3 equipos de bombeo.

El caudal máximo de diseño total para seis equipos previstos es de 13.100 m<sup>3</sup>/h, que en todo caso es mayor que el aporte previsto para el proyecto Arazatí. Las líneas de impulsión respectivas han sido diseñadas con estos caudales, en particular la protección contra transitorios hidráulicos de las mismas.

### 2.9.2.2 Situación proyectada – Proyecto Arazatí

Para el Proyecto Arazatí es necesario agregar al menos una quinta bomba para operación, además de 2 equipos de reserva según el siguiente esquema:

- + Línea de Emergencia: 1 bomba con funcionamiento permanente.
- + Troncal al Cerro: 1 bomba con funcionamiento permanente + 1 con funcionamiento no permanente según el nivel de agua en el tanque del Cerro.
- + Derivación al Cerrito: 1 bomba con funcionamiento permanente + 1 con funcionamiento no permanente según el nivel de agua en el propio tanque del recalque Melilla.
- + Dos equipos de reserva que puedan respaldar a cada una de las tres impulsiones descritas.

Es decir que de las **cuatro bombas instaladas** y en operación actualmente, se deberá pasar a **siete equipos instalados** y disponibles. Para ello es necesaria la ejecución de la siguientes componentes principales:

- Instalación de tres bombas para un caudal de 2.000 m<sup>3</sup>/h y una carga de bombeo de 50 mca; rend mín = 80%; potencia = 340 kW. Serán de tipo centrífuga con impulsor de doble succión, carcasa de voluta partida.
- Modificación del manifold de impulsión agregando tubería de interconexión y llaves de paso que permitan el respaldo de todas las bombas manteniendo siempre 5 equipos en operación según lo indicado en el punto anterior.
- Ampliación del local del recalque; en el local actual existe lugar para 6 bombas iguales a las instaladas, se debería ampliar el mismo para poder albergar una séptima bomba adicional. Se propone ampliar el local 5,5m.
- Ampliación de la instalación eléctrica y de control para aumento de potencia requerida y del número de equipos. *En el Anexo 6.2 del presente documento se presenta el Proyecto de Ampliación de la instalación eléctrica del recalque Melilla.*

### 2.9.3 Duplicar la capacidad del tanque de succión del recalque de Melilla

El tanque de succión existente en el recalque, tiene un volumen útil de 3.150 m<sup>3</sup>, equivalente a 20 minutos de la capacidad máxima del proyecto Arazatí. Para aumentar la capacidad de reserva en el lugar y las posibilidades de maniobrar frente a situaciones de emergencia, se propone la construcción del segundo tanque de succión previsto en el diseño original del recalque. El nuevo tanque será igual que el existente: área 750m<sup>2</sup>; altura útil 4,2m; altura total 5,0m.

### 2.9.4 Mejora del respaldo de la alimentación eléctrica del recalque Melilla

En la nueva configuración del sistema, el recalque de Melilla será responsable de elevar a la distribución un volumen equivalente al 30% de la demanda máxima diaria del año 2045 y por ende se deben minimizar las posibilidad de fallo del suministro



eléctrico al mismo. Es por ello que la Administración ha solicitado incorporar al Proyecto una alimentación eléctrica de respaldo.

### 2.9.5 Mejoras propuestas para escenarios de contingencia

Del análisis de escenarios de contingencia analizados en esta fase del Proyecto, resultaron las siguientes mejoras a considerar en etapas posteriores del estudio:

- Para poder operar el sistema en un escenario en el que el Recalque Melilla no se encuentre operativo es necesario:
  - Interconexión de la aductora DN1500mm en la entrada al Recalque Melilla con la troncal al Cerro y con la troncal de Derivación al Cerro. Esta última con válvula de regulación de caudal (tipo válvula de paso anular).
  - La válvula de altitud o de llenado en la entrada al tanque del Cerro se debe encontrar operativa para el caso de bombeo directo desde la nueva PTAP.
- En el escenario de contingencia con rotura de la 4LB, es recomendable la ejecución de la interconexión 4LB – 6LB en Km24, tal como estaba previsto originalmente en el Proyecto de la 6LB.

## 2.10 Sistema de Recloración

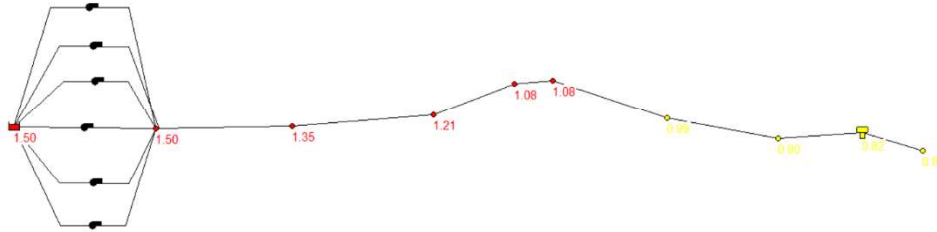
Se ha analizado mediante un modelo en EPANET el cambio en la concentración de cloro residual libre entre la salida de la nueva PTAP de Río de la Plata y el Recalque de Melilla.

En EPANET se puede modelar el incremento o pérdida de una sustancia por reacción de la misma a medida que circula por el sistema de distribución. Para ello, se necesita conocer el coeficiente que determina la cinética de reacción de la sustancia tanto en el seno del agua como en las paredes de las tuberías. Las reacciones en el seno del agua también pueden ocurrir dentro de tanques. EPANET permite tratar éstas dos zonas de reacción en forma separada.

En base a la experiencia del consultor se han utilizado los siguientes coeficientes de modelación:

- Coeficiente de decaimiento en seno del fluido (kb): -0,80 1/día
- Coeficiente de reacción en pared (kw): -0,10 m/día (tuberías mayores a DN 500 mm)

Bajo estas condiciones, y considerando una concentración de cloro libre a la salida de la planta potabilizadora de 1,5 mg/L, la concentración de cloro libre a la entrada del Recalque Melilla se estima en 0,8 mg/L.



Tomando en consideración que la consigna de operación del sistema de reclusión aguas arriba del recalque Melilla para la 6LB es fijar la concentración de cloro libre en 1,8 mg/L, y considerando que el agua proveniente de la PTAP Río de la Planta deberá contar con el mismo requisito, será necesario contar con una capacidad extra de cloración necesaria para elevar la concentración en 1,00 mg/L. Para una capacidad de producción de 229.000 m<sup>3</sup>/d, esto representa una capacidad de dosificación aproximada de 230 kg Cl/día.

Se considera que la capacidad de reclusión instalada en Melilla es suficiente para cubrir esta demanda de dosificación.

### 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

#### 3.1 Equipos electromecánicos

##### 3.1.1 Bombas Principales

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas elevadoras de agua bruta a Planta Potabilizadora.
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bomba centrífuga de tipo voluta con eje vertical. Tipo de instalación en seco, con motor desacoplado de la bomba. Equipamiento apto para conducción de agua bruta con contenido de sólidos (tamaño máximo de partícula 10 mm). Los materiales deben ser aptos para bombeo de agua salobre (“brackish water”).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua bruta EBAB.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Elevar agua bruta desde Río de la Plata hasta la Planta Potabilizadora.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 6,3kV, 50 Hz – Trifásicos. Con variador de frecuencia. Potencia unitaria estimada: 700 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 4: 3 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para trabajo con agua salobre.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño total:	3472 L/s
9.2. Altura manométrica total:	39,6 mca
9.3. Altura geométrica:	26,9 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 75%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. NPSH disponible	10mca
9.7. Modo de operación:	Funcionamiento continuo.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de recalque a Polder (BC101-1; BC101-2 y BC101-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal y carcasa partida con succión y descarga en línea, para conducción de agua bruta con contenido de sólidos (tamaño máximo de partícula 10 mm). Los materiales deben ser aptos para bombeo de agua salobre (“brackish water”).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Recalque de agua bruta a Polder, localizado junto a cámara de carga en llegada de agua bruta a la PTAP.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Recalque hacia Polder de una porción del agua bruta (30%) bombeada desde la obra de toma al sistema Polder + PTAP.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Con variador de frecuencia. Potencia unitaria estimada: 90 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Aptos para trabajo con agua salobre.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	410 L/s
9.2. Altura manométrica total:	25 mca
9.3. Altura geométrica:	13,0 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 75%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	Funcionamiento continuo.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de lavado de filtros (BS105-1; BS105-2; BS105-3 y BS105-4).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bomba sumergible de eje vertical tipo “propeller” para conducción de agua potable.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Manifold de filtros.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Lavado de filtros a contracorriente.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 80 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(cuatro) 4: 2 operativas + 2 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Para instalar en tubería DN 800 mm con Tee lateral, válvula de retención y tapa bridada abulonada para extracción de bombas.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	810 L/s
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	6,0 mca
<b>9.3. Altura geométrica:</b>	2,2 mca
<b>9.4. Rendimiento conjunto:</b>	> 75%
<b>9.5. Succión:</b>	N/A.
<b>9.6. Modo de operación:</b>	On/Off, habilitación por secuencia de lavado de filtros.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de extracción de lodo (BC201-1; BC201-2 y BC201-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para lodo sedimentado (proveniente de proceso de floculación con sulfato de aluminio y sedimentación laminar) con una concentración de sólidos suspendidos menor a 5 g/L.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de extracción de lodo.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Extracción hidráulica forzada e impulsión de lodo sedimentado hacia TP1 en sistema de tratamiento de lodos.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 90 kW Con variador de frecuencia enlazado a caudalímetro.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativa (una para cada módulo) + 1 stand-by (con posibilidad de entrada a cualquiera de los dos módulos)
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo vortex.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	570 L/s
9.2. Altura manométrica total:	11,2 mca
9.3. Altura geométrica:	4,6 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con el procedimiento de extracción secuencial de lodo.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas elevadoras de agua potable (BC107-1; BC107-2; BC107-3; BC107-4 y BC107-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal y carcasa partida con succión y descarga en línea, para conducción de agua potable.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua tratada (EBAT)
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Conducción de agua potable a sistema de distribución.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 950 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(cinco) 5: 4 operativas + 1 stand-by Con variador de frecuencia.
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	663 L/s
9.2. Altura manométrica total:	109,60 mca
9.3. Altura geométrica:	40,0 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 75%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	Funcionamiento continuo.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de conducción a espesadores mecánicos (BC201-4 y BC201-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para lodo sedimentado (proveniente de proceso de floculación con sulfato de aluminio y sedimentación laminar) con una concentración de sólidos suspendidos menor a 5 g/L.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de lodos de AC (TP1).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Impulsión de lodo regulado en TP1 hacia espesadores mecánicos.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 11,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo vortex.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	320 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	10,0 mca
9.3. Altura geométrica:	7,8 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con el funcionamiento de espesadores por gravedad.



<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de conducción a espesador DAF (BS202-1 y BS202-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para agua de lavado de filtro con una concentración de sólidos suspendidos menor a 1 g/L.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de lodos de BC (TP3).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Impulsión de lodo regulado en TP3 hacia espesador DAF.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 22,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo vortex.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	560 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	8,5 mca
9.3. Altura geométrica:	7,3 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con el funcionamiento de espesador DAF.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de Saturación (BA202-1; BA202-2 y BA202-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bomba centrífuga de eje horizontal tipo EDUR para saturación de aire en agua con sus accesorios.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Sala de bombas.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Saturación de aire en agua. Sistema DAF.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 18,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: de hierro fundido nodular. Rotor: hierro fundido nodular. Los equipos deben incluir todos los accesorios necesarios para su funcionamiento: Filtros, manómetros, vacuómetros, rotámetros de aire, válvulas de aguja, tanque de purga de aire, etc.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	10,6 L/s
9.2. Altura manométrica total:	65 mca
9.3. Altura geométrica:	0,5 mca
9.4. Contenido de aire	10-12%
9.5. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.6. Succión:	N/A.
9.7. Modo de operación:	On/Off, enlazado con funcionamiento del sistema DAF.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de recirculación de clarificados de espesados de lodo a cabecera (BC204-1 y BC204-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para líquido clarificado con bajo contenido de sólidos (Turbiedad menor a 5 NTU).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de clarificados (TP4).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Impulsión de recirculación de clarificados de espesados de lodo a cabecera del proceso de potabilización.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 60,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	945 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	15,6 mca
9.3. Altura geométrica:	4,6 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con controles de nivel en TP4.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de conducción a centrífugas decanter (BP203-1; BP203-2 y BP203-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bomba de cavidad progresiva apta para lodos de planta potabilizadora con alto contenido de sólidos (4 a 6%).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Sala de bombas.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Impulsión de lodo flotado y espesado a centrífugas decanter.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 9,2 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: de hierro fundido nodular. Rotor: Cromo acero - cromado - UM40. Estator: SBE.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	36 m <sup>3</sup> /h 12,4 mca
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	12,4 mca
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	9,5 mca
<b>9.3. Altura geométrica:</b>	> 65%
<b>9.4. Rendimiento conjunto:</b>	N/A.
<b>9.5. Succión:</b>	On/Off, enlazado con funcionamiento de las centrífugas decanter (caudal regulable con medidor electromagnético) y condicionado por sensores de nivel en TP2.
<b>9.6. Modo de operación:</b>	

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas sumergibles de recirculación de desagües a cabecera de proceso (BS401-1; BS401-2 y BS401-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bomba centrífuga sumergible apta para efluentes del proceso de potabilización, con presencia de sólidos suspendidos.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Pozo de bombeo de servicio.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Impulsión de recirculación de desagües a cabecera del proceso de potabilización.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 40,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasas de hierro fundido nodular. Rotor de hierro fundido nodular. Accesorios de fijación e izado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	570 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	17,0 mca
9.3. Altura geométrica:	13,3 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	N/A.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con sensores de nivel en Pozo de Bombeo.

3.1.2 Bombas Secundarias

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de alimentación a eyectores de cloro (BC301-1; BC301-2 y BC301-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua potable con cloro.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua tratada (EBAT).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Alimentación a eyector de pre y postcloración para generar el vacío necesario para la contrapresión de diseño del sistema.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 5,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	5 L/s
9.2. Altura manométrica total:	61,5 mca
9.3. Altura geométrica:	7,0 mca
9.4. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.5. Succión:	Positiva.
9.6. Modo de operación:	On/Off, enlazado con funcionamiento de clorador.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de redilución de solución de Sulfato de Aluminio (BC301-4 y BC301-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Redilución de solución de Sulfato de Aluminio hasta una concentración máxima del 5%.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	13,5 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	25 mca
9.3. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.4. Succión:	Positiva.
9.5. Modo de operación:	On/Off.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de redilución de solución de Soda Cáustica (BC301-6 y BC301-7).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Redilución de solución de Soda Cáustica hasta una concentración máxima del 5%.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,1 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	7,0 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	25 mca
9.3. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.4. Succión:	Positiva.
9.5. Modo de operación:	On/Off.



<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas presurizadoras de abastecimiento de agua potable a servicio (BC108-1 y BC108-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua potable con cloro.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de bombeo de agua tratada (EBAT).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Alimentación alternativa de la red de agua de servicio, cuando no exista presión suficiente en la tubería de impulsión de la EBAT.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 15,0 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico. Depósito de membrana de 50 L de capacidad a instalar en el múltiple de impulsión de las bombas, provisto de válvula de corte, manómetro y presóstato.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	17,5 m <sup>3</sup> /h
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	45,0 mca
<b>9.3. Rendimiento conjunto:</b>	> 65%
<b>9.4. Succión:</b>	Positiva.
<b>9.5. Modo de operación:</b>	On/Off, enlazado con presóstato.



<b>1.PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2.DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas presurizadoras de red de limpieza y riego.
<b>3.TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal (simple o multietapa) apta para agua con bajo contenido de sólidos.
<b>4.UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5.FUNCIÓN:</b>	Presurización de red de limpieza y riego.
<b>6.MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,2 kW
<b>7.CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8.MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico.
<b>9.CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Caudal de Diseño:	15,0 m <sup>3</sup> /h
9.2. Altura manométrica total:	30 mca
9.3. Rendimiento conjunto:	> 65%
9.4. Succión:	Positiva.
9.5. Modo de operación:	On/Off.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas de llenado de silos de sulfato (BC301-8 y BC301-9).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Bombas centrífugas de eje horizontal apta para solución concentrada de sulfato de aluminio al 50%, densidad 1.35 – 1.4º Kg/L, corrosivo y abrasivo, tamaño máximo de partícula 5mm, insolubles <0.2% (en peso)
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Silos de sulfato de aluminio.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Llenado o carga de silos de sulfato de aluminio.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,2 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Carcasa: Hierro Fundido. Rotor: Acero Inoxidable. Rotor tipo cerrado. Sello mecánico.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	30 m <sup>3</sup> /h
<b>9.2. Altura manométrica total:</b>	15,0 mca
<b>9.3. Rendimiento conjunto:</b>	> 65%
<b>9.4. Succión:</b>	Positiva.
<b>9.5. Modo de operación:</b>	On/Off, accionamiento manual.

3.1.3 Bombas Dosificadoras

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Sulfato de Aluminio (BP301-1 y BP301-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para SULFATO DE ALUMINIO. Concentración de dosificación = 48%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (coagulación).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,50 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Sulfato de Aluminio (48%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316. Rotor: AISI 316. Estator: Elastómero EP.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.500 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Soda Cáustica (BP301-5 y BP301-6).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para SODA CÁUSTICA. Concentración de dosificación = 36%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector silos de acopio de soda.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (alcalinización).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Soda Cáustica (36%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316. Rotor: AISI 316. Estator: Elastómero EP.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.100 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con sensor de pH en salida cámara de contacto.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Proceso (BP301-3 y BP301-4).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación agua bruta).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,20 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	6.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Espesado Mecánica (BP302-1; BP302-2; BP302-3; BP302-4 y BP302-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación de lodo previo a espesado).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(cinco) 5: 4 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Espesado DAF (BP303-1 y BP303-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación agua de lavado de filtros).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,75 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2: 1 operativa + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	1.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.



<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Bombas dosificadoras de Polímero de Deshidratación (BP304-1; BP304-2 y BP304-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	De cavidad progresiva, especial para POLÍMERO CATIÓNICO. Concentración de dosificación = 0,20%.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química, sector dosificación.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Acondicionamiento químico (floculación de lodo previo a deshidratación).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 2,20 kW Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para contacto con solución de Polímero (0,20%). Equipada con válvula de seguridad en la descarga, con la descarga de la válvula conectada a la succión de la bomba y kit contra trabajo en seco. Carcasa: Acero Inoxidable AISI 316 o Hierro Fundido. Rotor: Acero inoxidable AISI 316 - cromado - UM40. Estator: Elastómero SBE.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	6.000 L/h
<b>9.2. Altura manométrica máx:</b>	2 bar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	On/Off. Enlazada con caudalímetro en impulsión.

3.1.4 Generadores de Dióxido de Cloro

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Equipo para generación de Dióxido de Cloro para combate de mejillón dorado, con capacidad de aplicación de hasta 12,7 kg/h.
<b>3. TIPO DE EQUIPO:</b>	Generación de dióxido de cloro a partir de Ácido Sulfúrico (78%) y Clorato de Sodio (solución comercial Purate®). El proveedor podrá proponer otro tipo de equipamiento, incluyendo todos los equipos secundarios necesarios.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Estación de Bombeo de Agua Bruta EBAB.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Combate mejillón dorado.
<b>6. CANTIDAD:</b>	(Dos) 2: 1 operativo + 1 respaldo.
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Aptos para trabajo con los productos químicos requeridos para la generación de ClO <sub>2</sub> .
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	<p><b>9.1. Capacidad máxima aplicación ClO<sub>2</sub>:</b> 12,7 kg/h.</p> <p><b>9.2. Capacidad normal de aplicación ClO<sub>2</sub>:</b> 3,8 kg/h.</p> <p><b>9.3. Tanque acopio Ácido Sulfúrico al 78%:</b> 5.000 litros (PRFV).</p> <p><b>9.4. Tanque acopio solución Purate®:</b> 5.000 litros (PRFV).</p> <p><b>9.5. Bomba presurización generador:</b> 10 m<sup>3</sup>/h – 75 mca (apta para agua con bajo contenido de sólidos). Cantidad 2 (1+1).</p> <p><b>9.6. Bomba transferencia Ácido Sulfúrico al 78%:</b> 10 m<sup>3</sup>/h (material polipropileno). Cantidad 1.</p> <p><b>9.7. Bomba transferencia Purate®:</b> 10 m<sup>3</sup>/h (material polipropileno). Cantidad 1.</p> <p><b>9.8. Modo de operación:</b> Funcionamiento automático, con consigna en kg/h. Automatismo con enlace a caudalímetro de EBAB (una vez establecida la consigna de kg/h, variación proporcional al caudal=</p>

3.1.5 Floculadores Mecánicos

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Floculadores mecánicos de proceso (FM102-1 a FM102-18 en primera etapa y FM102-19 a FM102-36 en segunda etapa).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	De eje vertical, para flujo axial o paletas perpendiculares al eje.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	En unidades de floculación mecánica de proceso. Se instalarán 9 unidades en c/u de los 2 módulos de tratamiento, y cada módulo contará con 2 celdas de floculación mecánica en serie de geometría prismática (Largo = 4,40 m; Ancho = 5,30 m; h útil = 4,00 m).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Agitación mecánica lenta cuya función es la de promover la formación, agregación y acondicionamiento de los flocs para la etapa de Flotación. Debe aplicar al agua coagulada un gradiente hidráulico comprendido entre 40 y 80 s <sup>-1</sup> , siendo posible fijar gradientes diferenciales para cada una de las 2 etapas (velocidad regulable de 15 a 40 rpm). Las unidades constituyen un TRH de 20 min (10 min en c/ celda).
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 1,1 kW para motores de primera celda y 0,75 kW para motores de segunda celda. Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(treinta y seis) 36
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Palas y eje contruidos en Acero Inoxidable. Se deberá proveer de los soportes necesarios para fijar el mecanismo a la estructura de la unidad de floculación ejecutada en hormigón armado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	On/Off, funcionamiento continuo enlazado al tablero general de la planta. Velocidad parametrizable con variador de frecuencia.
<b>9.1. Modo de operación:</b>	

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Floculadores mecánicos de DAF (FM202-1 y FM202-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	De eje vertical, para flujo axial o paletas perpendiculares al eje.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	En unidades de floculación mecánica de DAF. Se instalará 1 unidad en c/u de los 2 módulos de tratamiento en paralelo (Largo = 4,50 m; Ancho = 3,50 m; h útil = 4,00 m).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Agitación mecánica lenta cuya función es la de promover la formación, agregación y acondicionamiento de los flocs para la etapa de Flotación. Debe aplicar al líquido un gradiente hidráulico comprendido entre 40 y 80 s <sup>-1</sup> , (velocidad regulable de 15 a 40 rpm). Las unidades constituyen un TRH de 15 min. Se aplicará polímero como acondicionamiento previo.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 0,55 kW. Con variador de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Palas y eje construidos en Acero Inoxidable. Se deberá proveer de los soportes necesarios para fijar el mecanismo a la estructura de la unidad de floculación ejecutada en hormigón armado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	On/Off, funcionamiento continuo enlazado al tablero general de la planta. Velocidad parametrizable con variador de frecuencia.
<b>9.1. Modo de operación:</b>	

3.1.6 Compresores y Soplantes

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Soplantes (C105-1; C105-2 y C105-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Sopladores de aire de lóbulos rotativos “roots”.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Junto a sendas baterías de filtración.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Transmisión de aire para lavado de filtros.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380V, 50 Hz – Trifásicos. Potencia estimada: 110 kW Con variador de frecuencia enlazado a medidor de caudal de aire.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativos + 1 stand-by
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Con válvula de seguridad, manómetro y filtro de aire. Cabina de insonorización para un nivel de ruido menor a 90 dB a capacidad normal de operación.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
<b>9.1. Caudal de Diseño:</b>	4.500 m <sup>3</sup> /h
<b>9.2. Diferencial de Presión:</b>	520 mbar
<b>9.3. Modo de operación:</b>	Secuencia de lavado de filtros, con variador de frecuencia enlazado medidor de caudal de aire.

3.1.7 Agitadores Mecánicos

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Agitador sumergible de flujo axial (MS201-1 y MS201-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Agitador sumergible de flujo axial, con accesorios de fijación e izado. Apto lodo con contenido medio de sólidos (0,50%).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de lodos de AC (TP1) de geometría cilíndrica ( $\varnothing = 22,00$ m; h total = 6,50 m; h útil = 5,50 m).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Agitación y homogeneización de purgas de lodo de sedimentadores previo a espesado. Se debe asegurar que el agitador produce condición de mezcla completa en la geometría y concentración de sólidos del líquido indicadas. El agitador deberá proporcionar un empuje mínimo de 2500 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s.  Potencia específica entregada de referencia 5 W/m <sup>3</sup> .
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, sumergibles, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia unitaria estimada: 5,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2 – a verificar por proveedor
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Hélice y eje de Acero Inoxidable. Accesorios de fijación e izado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	Enlazado al funcionamiento del sistema de espesado mecánico, siempre que la lectura del sensor de nivel instalado en TP1 lo permita.
<b>9.1. Modo de operación:</b>	

1. <b>PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
2. <b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Agitador sumergible de flujo axial (MS202-1 y MS202-2).
3. <b>TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Agitador sumergible de flujo axial, con accesorios de fijación e izado Apto aguas con bajo contenido de sólidos (0,05%).
4. <b>UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de lodos de BC (TP3) de geometría cilíndrica ( $\varnothing = 22,00$ m; h total = 6,50 m; h útil = 5,50 m).
5. <b>FUNCIÓN:</b>	Agitación y homogeneización del agua de lavado de filtros previo a espesado. Se debe asegurar que el agitador produce condición de mezcla completa en la geometría y concentración de sólidos del líquido indicadas. El agitador deberá proporcionar un empuje mínimo de 2500 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s. Potencia específica entregada de referencia 5 W/m <sup>3</sup> .
6. <b>MOTORES:</b>	Eléctricos, sumergibles, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia unitaria estimada: 5,5 kW.
7. <b>CANTIDAD:</b>	(dos) 2 – a verificar por proveedor
8. <b>MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Hélice y eje de Acero Inoxidable. Accesorios de fijación e izado.
9. <b>CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b> 9.1. <b>Modo de operación:</b>	Enlazado al funcionamiento del sistema de espesado DAF, siempre que la lectura del sensor de nivel instalado en TP3 lo permita.



<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Agitador sumergible de flujo axial (MS203-1).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Agitador sumergible de flujo axial, con accesorios de fijación e izado Apto lodo con alto contenido de sólidos (4,0%).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Tanque pulmón de lodos espesados de AC y BC (TP2) hacia deshidratación ( $\varnothing = 15,00$ m; h total = 5,20 m; h útil = 4,20 m).
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Agitación y homogeneización de lodo proveniente de espesador DAF y espesadores mecánicos rotativos. Se debe asegurar que el agitador produce condición de mezcla completa en la geometría y concentración de sólidos del líquido indicadas. El agitador deberá proporcionar un empuje mínimo de 1200 N para alcanzar una velocidad promedio mínima de las partículas de 0,30 m/s. Potencia específica entregada de referencia > 7,5 W/m <sup>3</sup> .
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, sumergibles, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia unitaria estimada: 5,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(uno) 1 – a verificar por proveedor.
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Hélice y eje de Acero Inoxidable. Accesorios de fijación e izado.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	Enlazado al funcionamiento del sistema de deshidratación de lodos, siempre que la lectura del sensor de nivel instalado en TP2 lo permita.
<b>9.1. Modo de operación:</b>	



3.1.8 Espesador mecánico de lodos

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Espesadores mecánicos (EL201-1; EL201-2; EL201-3; EL201-4 y EL201-5).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	De tipo tambor rotativo, incorporando unidad previa de floculación de lodo con agitador mecánico vertical y sistema de limpieza de tambor mediante aspersores con agua. Montado en skid.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Sala de espesadores.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Espesado de lodos sedimentados regulados en TP1.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia estimada floculador: 2,2 kW Potencia estimada tambor: 0,37 kW Potencia estimada bomba: 3,7 kW El motor del floculador y tambor contará con variadores de frecuencia.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(cinco) 5: 4 operativos + 1 stand-by.
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Elementos en contacto con agua (floculador, tambor,) de Acero Inoxidable. Skid y otros elementos en Acero Carbono con cobertura epóxica.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Carga hidráulica:	73 m <sup>3</sup> /h
9.2. Carga de sólidos suspendidos:	365 kgSS/h
9.3. Concentración sólidos de entrada:	0,35 - 0,50 %
9.4. Concentración sólidos de salida:	4 – 6 %
9.5. Captura de sólidos:	>95%
9.6. Consumo de polímero:	2,3 – 3,2 kg/tonSS

3.1.9 Centrífugas de deshidratación de lodo

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Centrífuga decanter (DL203-1; DL203-2 y DL203-3).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Centrífuga decanter con ajuste diferencial de la velocidad de rotación entre el rotor y el tornillo sinfín de extracción del lodo deshidratado, por medio de sendos variadores de frecuencia, permitiendo así ajustar la calidad del lodo extraído de la unidad, así como del clarificado. Con un motor secundario también provisto de un variador de frecuencia para el arranque progresivo de la unidad. Lodo proveniente de tratamiento físico químico, coagulante empleado sulfato de aluminio y aplicación de polímero del tipo catiónico (espesado de lodos de sedimentado y agua de lavado de filtros). Diseñado para una operativa de 14 horas/día (2 turnos).
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Sala de decanters.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Deshidratación de lodos espesados regulados en TP2.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia estimada: 55 kW en motor principal y 30 kW en motor secundario.
<b>7. CANTIDAD:</b>	(tres) 3: 2 operativas + 1 stand-by.
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	El rotor, el tambor y el tornillo sinfín, y cualquier otro elemento en contacto directo con el lodo y/o clarificado deberán ser en acero AISI 304.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	
9.1. Carga hidráulica:	36 m <sup>3</sup> /h
9.2. Carga de sólidos suspendidos:	1.400 kgSS/h
9.3. Concentración sólidos de entrada:	4 %
9.4. Concentración sólidos de salida:	>20%
9.5. Captura de sólidos:	>95%
9.6. Consumo de polímero:	6 kg/tonSS

3.1.10 Tornillos transportadores

3.1.10.1 *Transporte de Lodo Flotado*

Generalidades:

- **Instalación:** La descarga y transporte de lodo flotado de la unidad DAF de espesado de agua de lavado de filtros, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) único tornillo receptor y de transporte de lodo flotado hacia el tanque pulmón de lodos (TP3).
- **Funcionamiento:** El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de la unidad DAF.

Instalación y características constructivas:

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos flotado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores longitudinales sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillos y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.
- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo espesado:

Descripción	Cantidad	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Tornillo de colecta y transporte de lodo flotado	1	6,5-8,5	STT202-1	22,8	230	0	3,0

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de lodo del DAF, siendo un máximo de 8,5 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 3 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.
- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 400 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 3,0 kW (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”
- Protección: todas las partes movibles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

### 3.1.10.2 Transporte de Lodo Espesado

Generalidades:

- **Instalación:** La descarga de los espesadores mecánicos de lodos, ubicados en el local de espesado/deshidratación, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) tornillo receptor de las descargas de los cinco (5) equipos de espesado, el cual conduce a otro tornillo transversal de transporte hacia el tanque pulmón de lodos (TP3).
- **Funcionamiento:** El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de los espesadores mecánicos de lodos.

Instalación y características constructivas:

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos espesado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores, longitudinales sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillo y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.
- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo espesado:

Descripción	Cantidad	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Tornillo de colecta de lodo espesado	1	24-36	STT201-1	18,5	230	0	7,5
Tornillo de transporte a TP3	1	24-36	STT201-2	8,5	230	0	4,0

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de proceso de los espesadores, siendo un máximo de 36 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 4 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.
- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 400 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 7,5 kW para el tornillo de colecta de lodo espesado y en 4,0 KW para el tornillo de transporte a TP3 (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”

- Protección: todas las partes movibles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

### 3.1.10.3 Transporte de Lodo Deshidratado

#### Generalidades:

- Instalación: La descarga de las centrífugas de deshidratación de lodos, ubicadas en el local de espesado/deshidratación, se realizará directamente a un sistema de tornillos. El sistema se compone por un (1) tornillo receptor de las descargas de los tres (3) equipos de deshidratación, el cual conduce a uno de los tornillos de distribución ubicados cada uno en una de las siete (7) tolva de acumulación de lodo.
- Funcionamiento: El sistema de tornillos operará enlazado al funcionamiento de las centrífugas de deshidratación de los lodos. El primero de los tornillos toma directamente desde la descarga de la centrífuga y transporta el lodo hacia uno de los tornillos ubicados sobre cada una de las siete (7) tolvas de acumulación. Estos tornillos realizan el transporte horizontal del lodo en cada una de las tolvas.

#### Instalación y características constructivas:

- Cada sistema de tornillos de transporte de lodos deshidratado incluye los siguientes componentes principales: tornillos transportadores, longitudinales sin eje, canales de alojamiento de los tornillos y cubiertas removibles de los mismos, los correspondientes motores reductores de accionamiento, los registros y tolvas de carga correspondientes, así como los soportes y sujeciones del tornillo y los canales dentro del local de volquetas. Alternativamente, se tomará como válida la alternativa de canal cerrado (ciego), de sección circular, el cual será accesible por los extremos de carga y/o descarga.
- A continuación, se presenta una planilla con las principales características de los tornillos del sistema de transporte de lodo deshidratado:

Descripción	Cantidad	Capacidad (m <sup>3</sup> /h)	Tag	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Inclinación (°)	Potencia (kW)
Conducción a tornillos de distribución	1	10-20	STT203-1	25	230	0	5,5
Distribución en volquetas	7	10-20	STT203-2 a STT203-8	6	230	5-10	1,5

- Cada tornillo deberá ser capaz de evacuar el total del caudal de proceso de las centrífugas, siendo un máximo a 15 m<sup>3</sup>/h (concentración de sólidos del 15 %).
- La velocidad de rotación: 60 a 90 rpm.

- El diámetro mínimo del tornillo será de 230 mm, y el mismo deberá ser dimensionado de manera de soportar los esfuerzos resultantes de la operación en las condiciones indicadas.
- Tornillo sin fin de espira simple.
- Material: acero carbono con fondo epoxy o acero inoxidable, resistente a la abrasión y corrosión.
- Motor eléctrico: 690 V, trifásico, 50 Hz, protección del motor tipo IP 54, aislamiento clase F. La potencia se estimó en 5,5 kW para el tornillo de transporte a distribución y en 1,5 KW para los tornillos de distribución en volquetas (considerando una velocidad de rotación de 80 rpm).
- Transmisión entre motor y reductor mediante poleas y correas en “V”
- Protección: todas las partes movibles del conjunto deberán estar debidamente protegidas previendo la seguridad en la operación y el mantenimiento.

3.1.11 Equipos de preparación de polímero

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Sistema de preparación de polímero de proceso (PP301-1).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Preparación de polímero en línea. Tanque de tres compartimientos: compartimiento de preparación y mojado del producto, de maduración y de almacenamiento / dosificación, con mezcladores / agitadores en cada uno de ellos con un mínimo de dos (2) hélices. Tolva de carga de producto de capacidad mínima igual a 25 kg. Sistema de dosificación en seco tipo tornillo o helicoidal. Tablero de mando del sistema, cuyas prestaciones mínimas deberán ser control de preparación de solución, alarmas correspondientes a bajos / altos niveles en el tanque, alarma por interrupción de agua potable.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Casa química.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Preparación de polímero de proceso de potabilización.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Potencia estimada: 5,5 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(uno) 1
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Los materiales de los distintos componentes del equipo deberán ser adecuados para las condiciones y características del local donde se instalará, así como de las características del producto a manejar.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	Polímero del tipo catiónico, en polvo. 8,0 kg polímero activo / hora.
<b>9.1. Tipo de polímero:</b>	0,20 %.
<b>9.2. Capacidad máxima:</b>	60 minutos.
<b>9.3. Concentración media de la solución:</b>	El equipo operará en forma continua, con arranque/parada automática del sistema de preparación de la solución en función de los niveles en los tanques del equipo; los agitadores operarán en forma permanente.
<b>9.4. Tiempo de maduración:</b>	
<b>9.5. Modo de operación:</b>	

<p><b>1. PROYECTO:</b></p>	<p>PTAP Arazatí</p>
<p><b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b></p>	<p>Sistema de preparación de polímero de espesadores mecánicos (PP302-1).</p>
<p><b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b></p>	<p>Preparación de polímero en línea.                  Tanque de tres compartimientos: compartimiento de preparación y mojado del producto, de maduración y de almacenamiento / dosificación, con mezcladores / agitadores en cada uno de ellos con un mínimo de dos (2) hélices.                  Tolva de carga de producto de capacidad mínima igual a 25 kg.                  Sistema de dosificación en seco tipo tornillo o helicoidal.                  Tablero de mando del sistema, cuyas prestaciones mínimas deberán ser control de preparación de solución, alarmas correspondientes a bajos / altos niveles en el tanque, alarma por interrupción de agua potable.</p>
<p><b>4. UBICACIÓN:</b></p>	<p>Casa química.</p>
<p><b>5. FUNCIÓN:</b></p>	<p>Preparación de polímero de espesado mecánico de lodos sedimentados.</p>
<p><b>6. MOTORES:</b></p>	<p>Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico.                  Potencia estimada: 5,5 kW</p>
<p><b>7. CANTIDAD:</b></p>	<p>(uno) 1</p>
<p><b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b></p>	<p>Los materiales de los distintos componentes del equipo deberán ser adecuados para las condiciones y características del local donde se instalará, así como de las características del producto a manejar.</p>
<p><b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b></p> <p><b>9.1. Tipo de polímero:</b></p> <p><b>9.2. Capacidad máxima:</b></p> <p><b>9.3. Concentración media de la solución:</b></p> <p><b>9.4. Tiempo de maduración:</b></p> <p><b>9.5. Modo de operación:</b></p>	<p>Polímero del tipo catiónico, en polvo.                  8,0 kg polímero activo / hora.                  0,20 %.                  60 minutos.                  El equipo operará en forma continua, con arranque/parada automática del sistema de preparación de la solución en función de los niveles en los tanques del equipo; los agitadores operarán en forma permanente.</p>



<p><b>1. PROYECTO:</b></p>	<p>PTAP Arazatí</p>
<p><b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b></p>	<p>Sistema de preparación de polímero de espesador DAF (PP303-1).</p>
<p><b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b></p>	<p>Preparación de polímero en línea.                  Tanque de tres compartimientos: compartimiento de preparación y mojado del producto, de maduración y de almacenamiento / dosificación, con mezcladores / agitadores en cada uno de ellos con un mínimo de dos (2) hélices.                  Tolva de carga de producto de capacidad mínima igual a 25 kg.                  Sistema de dosificación en seco tipo tornillo o helicoidal.                  Tablero de mando del sistema, cuyas prestaciones mínimas deberán ser control de preparación de solución, alarmas correspondientes a bajos / altos niveles en el tanque, alarma por interrupción de agua potable.</p>
<p><b>4. UBICACIÓN:</b></p>	<p>Casa química.</p>
<p><b>5. FUNCIÓN:</b></p>	<p>Preparación de polímero de espesado DAF de agua de lavado de filtros.</p>
<p><b>6. MOTORES:</b></p>	<p>Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico.                  Potencia estimada: 2,6 kW</p>
<p><b>7. CANTIDAD:</b></p>	<p>(uno) 1</p>
<p><b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b></p>	<p>Los materiales de los distintos componentes del equipo deberán ser adecuados para las condiciones y características del local donde se instalará, así como de las características del producto a manejar.</p>
<p><b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b></p> <p><b>9.1. Tipo de polímero:</b></p> <p><b>9.2. Capacidad máxima:</b></p> <p><b>9.3. Concentración media de la solución:</b></p> <p><b>9.4. Tiempo de maduración:</b></p> <p><b>9.5. Modo de operación:</b></p>	<p>Polímero del tipo catiónico, en polvo.                  2,0 kg polímero activo / hora.                  0,20 %.                  60 minutos.                  El equipo operará en forma continua, con arranque/parada automática del sistema de preparación de la solución en función de los niveles en los tanques del equipo; los agitadores operarán en forma permanente.</p>

<p><b>1. PROYECTO:</b></p>	<p>PTAP Arazatí</p>
<p><b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b></p>	<p>Sistema de preparación de polímero de deshidratación de lodos (PP304-1 y PP304-2).</p>
<p><b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b></p>	<p>Preparación de polímero en línea.                  Tanque de tres compartimientos: compartimiento de preparación y mojado del producto, de maduración y de almacenamiento / dosificación, con mezcladores / agitadores en cada uno de ellos con un mínimo de dos (2) hélices.                  Tolva de carga de producto de capacidad mínima igual a 25 kg.                  Sistema de dosificación en seco tipo tornillo o helicoidal.                  Tablero de mando del sistema, cuyas prestaciones mínimas deberán ser control de preparación de solución, alarmas correspondientes a bajos / altos niveles en el tanque, alarma por interrupción de agua potable.</p>
<p><b>4. UBICACIÓN:</b></p>	<p>Casa química.</p>
<p><b>5. FUNCIÓN:</b></p>	<p>Preparación de polímero de deshidratación de lodos.</p>
<p><b>6. MOTORES:</b></p>	<p>Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico.                  Potencia estimada: 5,5 kW</p>
<p><b>7. CANTIDAD:</b></p>	<p>(dos) 2</p>
<p><b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b></p>	<p>Los materiales de los distintos componentes del equipo deberán ser adecuados para las condiciones y características del local donde se instalará, así como de las características del producto a manejar.</p>
<p><b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b></p> <p><b>9.1. Tipo de polímero:</b></p> <p><b>9.2. Capacidad máxima:</b></p> <p><b>9.3. Concentración media de la solución:</b></p> <p><b>9.4. Tiempo de maduración:</b></p> <p><b>9.5. Modo de operación:</b></p>	<p>Polímero del tipo catiónico, en polvo.                  8,0 kg polímero activo / hora.                  0,20 %.                  60 minutos.                  El equipo operará en forma continua, con arranque/parada automática del sistema de preparación de la solución en función de los niveles en los tanques del equipo; los agitadores operarán en forma permanente.</p>

3.1.12 Barredor de lodos

<b>1. PROYECTO:</b>	PTAP Arazatí
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>	Barredor superficial de lodos (BL202-1 y BL202-2).
<b>3. TIPO DE EQUIPO (*):</b>	Raspador mecánico para barrido de lodos flotados.
<b>4. UBICACIÓN:</b>	Celda de flotación en unidades DAF.
<b>5. FUNCIÓN:</b>	Barrido mecanizado de lodo flotado hacia canal de recolección.
<b>6. MOTORES:</b>	Eléctricos, 380 Volts, 50 Hz, trifásico. Con variador de frecuencia (para ajuste de velocidad de barrido). Potencia estimada: 1,1 kW
<b>7. CANTIDAD:</b>	(dos) 2
<b>8. MATERIALES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:</b>	Raspadores de acero al carbono doblados con bordes de goma sustituibles.
<b>9. CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN:</b>	ON/OFF, funcionamiento continuo enlazado al tablero de la unidad FQ DAF.

## 3.2 Tuberías

### 3.2.1 Generalidades

El suministro de tuberías y accesorios se realizará según las presentes especificaciones técnicas.

Para cada material, el Oferente deberá indicar la siguiente información:

- Fabricante
- Identificación y descripción del material
- Normas de fabricación
- Normas de ensayo en fábrica

El Contratista presentará toda la información complementaria necesaria para la correcta instalación del material suministrado, así como los protocolos de todos los ensayos realizados en fábrica en aplicación de las normas correspondientes. Los costos de los ensayos serán de cargo del Contratista.

Todos los suministros que puedan estar en contacto con el agua potable deberán contar con certificación NSF o similar del producto de forma particular, para los diámetros requeridos en el presente proyecto. Se deberá presentar un certificado específico para cada suministro que lo requiera de manera de que se pueda considerar como suministro válido.

Las pruebas en obra; colocación de tuberías, piezas especiales, aparatos y accesorios; anclajes; manipulación de las tuberías, piezas especiales, aparatos y accesorios; estarán de acuerdo con la Memoria Descriptiva General para Instalación de Tuberías de Conducción de Líquidos a Presión o la Memoria Descriptiva General para Obras de Alcantarillado de OSE según corresponda, con los ajustes que resulten de la elaboración del proyecto ejecutivo.

A continuación, se indican los materiales proyectados para principales aplicaciones de la planta:

- Fundición Dúctil: tuberías de proceso a presión enterradas.
- Acero carbono: manifold y tuberías de proceso a presión descubiertas.
- Acero Inoxidable: tuberías de aire de lavado de filtros.
- PVC: desagües.
- PRFV: desagües.
- PEAD: obra de toma y tuberías de conducción de agua potable de servicio de gran diámetro.
- PP: conducciones de agua potable en menor diámetro y productos químicos.

Sigue a continuación las especificaciones técnicas de los materiales indicados.

### 3.2.2 Fundición Dúctil

Los caños de fundición dúctil serán de clase K7, se fabricarán y ensayarán según la Norma ISO 2531:1998.

Los accesorios de fundición dúctil a utilizar se fabricarán de acuerdo con las normas ISO 2531 y EN545, serán aptos para una presión de trabajo de 10 kg/cm<sup>2</sup> (con brida PN10 cuando corresponda) para todos los elementos de la planta, a excepción de la EBAT en la que serán aptos para una presión de 16 kg/cm<sup>2</sup> (bridas de PN16).

Las tuberías destinadas a trabajar a presión, que el Contratista suministre en el marco del presente contrato, deberán cumplir íntegramente las especificaciones generales de las "*Especificaciones generales para instalación de tuberías de conducción de líquidos a presión*"

El diseño, fabricación e instalación de la tubería en fundición dúctil se deberá realizar siguiendo las recomendaciones del Manual de la AWWA M-41 y/o de la Norma EN 545, última edición y de las normas que se detallan en el artículo siguiente.

Estarán revestidos interiormente con mortero de cemento centrifugado de conformidad con la Norma ISO 4179, revestidos interiormente con mortero de cemento y arena según ISO 4179 para aguas con pH variando entre 4 y 10, o bien con cemento aluminoso.

Exteriormente estarán cubiertos de zinc metálico cubierto por una capa de pintura bituminosa de conformidad con la Norma ISO 8179-1985.

Las juntas de los caños enterrados tipo elástica con aro de goma, pudiéndose usar juntas acerrojadas o juntas mecánicas para los casos en que sea necesario según proyecto ejecutivo. Los aros de goma tendrán la forma y dimensiones recomendadas por el fabricante y deberán cumplir con la Norma ISO 4633.

Para tuberías con junta de bridas con arandela con alma metálica, las características de esas últimas son las siguientes:

Arandela de elastómero -caucho sintético- con alma metálica -acero-, PMO 16 bar, normas ISO 2531 e ISO 4633.

Se deberá indicar en un plano las dimensiones (y sus respectivas tolerancias) para los distintos tipos de junta, incluido el aro de goma. Se indicará la deflexión máxima admitida en cada unión para cada tipo de junta y cada diámetro.

Se deberá presentar toda la información relativa a los aros de goma a utilizar: procedencia, marca de fábrica, forma y dimensiones, materiales constitutivos y normas de fabricación, dureza, etc.

### 3.2.3 Acero

Todas las tuberías indicadas como de acero en las piezas gráficas deberán cumplir la norma ISO 4200 ("Plain end steel tubes, welded and seamless -- General tables of dimensions and masses per unit length") o ISO 559 ("Steel tubes for water and sewage").

En el caso de la protección interna que entrará en contacto con el agua, se suministrarán con sistemas de revestimiento de epoxy líquido según -AWWA C 210-97 con un espesor mínimo de recubrimiento de 400  $\mu\text{m}$ . Se deberá certificar la compatibilidad con el uso para el abastecimiento de agua potable conforme a la norma NSF61 o equivalente en el país o región de procedencia del suministro.

El tipo de tubo a suministrar podrá ser soldado, ya sea con costura longitudinal o helicoidal.

Serán fabricados según la norma correspondiente. El espesor de pared mínimo aceptable será de 2 mm de acero sin contar con los recubrimientos. En cada caso se verificará el espesor según las condiciones de presión a la que estará sometida la pieza.

Para el caso de que las tuberías o piezas de acero se fabriquen en taller a partir de láminas de acero, se utilizará acero tipo ASTM-A36. Se deberá cumplir con lo establecido en las normas AWWA C-206 en lo que respecta a soldadura y AWWA C-208 en lo que respecta a sus dimensiones y serán diseñadas, fabricadas y colocadas según las recomendaciones del Manual AWWA M-11.

Las piezas especiales serán de acero. Los codos, tees, crucetas serán construidas según AWWA C208 y deberán tener recubrimientos interiores y exteriores idénticos a los especificados para las tuberías. Las uniones serán soldadas a tope con excepción de aquellas necesarias para intercalar válvulas, instrumentos de medición, etc., o en las uniones con tuberías existentes, las que serán bridadas.

Estas últimas, serán realizadas según la norma ISO 7005 para PN10 para todos los elementos de la planta, a excepción de la EBAT en la que serán PN 16.

### 3.2.4 Acero Inoxidable

Las tuberías, accesorios y piezas especiales en estas tuberías deben ser de calidad AISI 304, SCH 5 y fabricación de acuerdo con la norma ASTM A312 para tuberías sin costura.

Las conexiones se realizarán con bridas, únicamente en los puntos necesarios para la instalación, mantenimiento, limpieza, etc.

Las bridas deben ser en 1092-1 y compatibles, Tipo 12, 34 y 04, para PN 10 kg/cm<sup>2</sup>.

En caso de incompatibilidades, el contratista proporcionará la parte de transición correspondiente.

Las juntas a utilizar en las juntas con bridas deben ser de material estupendo, tipo caucho, apto para aguas tratadas y compatible con las Normas antes mencionadas.

Las bridas deben soldarse de fábrica a tuberías, piezas especiales y otros accesorios de acero.

### 3.2.5 Policloruro de vinilo (PVC)

Salvo indicación contraria en la Memoria Descriptiva, las tuberías de PVC que conduzcan líquidos por gravedad, serán con junta elástica y cumplirán con la norma ISO/DIS 4435 Serie 20. Los aros de goma serán aptos para el uso con líquidos residuales, tipo cloropreno o similar, de acuerdo a la Norma ISO 4633/83.

### 3.2.6 Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

Los tubos de PRFV podrán utilizarse en diámetros superiores a 600mm, según se indica en los planos del anteproyecto.

En particular, los materiales, uniones y accesorios de los mismos deberán ser adecuados para ser utilizados en obras de drenaje. Asimismo, en caso de optarse por el empleo de este material, se deberá cumplir lo siguiente:

- Presión Nominal 1 bar (PN1 – tubería sin presión o a gravedad)
- Rigidez anular (SN) igual a 10.000 N/m<sup>2</sup>

Previo al inicio de las obras, el Contratista presentará la información técnica pertinente para su aprobación por parte de la Dirección de Obra, indicando específicamente:

- Dimensiones de los tubos y juntas (conexiones) entre los mismos,
- Normativa de referencia,
- Líneas de accesorios disponibles, especificando los tipos de uniones posibles,
- Recomendaciones del fabricante en lo que refiere a su manipulación, almacenamiento e instalación de los tubos,
- Referencias de utilización en obras de porte similar.

### 3.2.7 Polipropileno (PP)

Se proyectaron tubos de polipropileno termofusionado en la derivación de la red de agua potable (de abastecimiento al edificio central, así como la red de uso industrial) hacia los distintos picos o puntos de consumo.

También para la dosificación de productos químicos. En este caso la resistencia a los productos químicos será certificada según la norma DIN-ISO 175.

Los tubos de polipropileno se regirán por la normativa DIN 8077 y 8078, PN 10 y unión por sistema de termofusión. Se seguirán en forma estricta las recomendaciones del fabricante en todo lo que concierne al manipuleo e instalación de los tubos.

Tenido en cuenta la resistencia mecánica de la tubería ante los posibles golpes dentro del predio de la planta. Deberán considerarse además todas las sujeciones que el buen arte requiera, para evitar pandeos o “vientres” en los distintos tramos a construir.

### 3.2.8 Polietileno (PEAD)

#### 3.2.8.1 *Tuberías para PTAP*

Los tubos serán de polietileno tipo PE100, con relación SDR mínima igual a 17. Todos los tubos deberán cumplir con lo establecido en la norma ISO 4427 (1996).

#### 3.2.8.2 *Tuberías para Obra de Toma*

Los tubos serán de polietileno tipo PE100, con relación SDR mínima igual a 21. Todos los tubos deberán cumplir con lo establecido en la norma ISO 4427 (1996). El proyectista, en base al procedimiento constructivo de colocación de tubería, podrá sugerir un SDR diferente al indicado.

#### 3.2.8.3 *Tuberías para el cruce de la Aductora de Agua Potable*

La tubería Aductora de Agua Potable al sistema de distribución del área Metropolitana de Montevideo en su punto de cruce con el Río Santa Lucía será de polietileno tipo PE100, con relación SDR mínima igual a 11. Todos los tubos deberán cumplir con lo establecido en la norma ISO 4427 (1996).

#### 3.2.8.4 *Generalidades*

Las uniones de las tuberías de polietileno serán por termofusión. Se deberá cumplir de manera estricta las recomendaciones del fabricante con respecto al manejo e instalación de tuberías.

En el caso de conexiones de tuberías con otros materiales, se debe soldar una pieza con adaptador de brida.

### 3.2.9 Instalación de tuberías para líquidos a presión

Se considera que las tuberías serán instaladas siguiendo las recomendaciones de la Memoria General para Instalación de Tuberías de Conducción de Líquidos a Presión de OSE. En dicha Memoria se indican los procedimientos para almacenamiento, manipulación, instalación y puesta en operación de las tuberías según el material empleado.



### 3.3 Válvulas y accesorios

#### 3.3.1 Generalidades

A continuación, se indican las tipologías de válvulas proyectados para principales aplicaciones de la planta:

- Mariposa: conducciones de agua potable, lodos previo a su espesado, aire de lavado de filtros.
- Compuerta: vaciado de unidades.
- Retención de clapeta: líquidos limpios.
- Retención de clapeta asiento inclinado: líquidos con presencia de sólidos.
- Retención de bola: líquidos con presencia de sólidos.
- Retención de tobera: agua potable en EBAT.
- Diafragma: manejo de lodos de alta concentración (deshidratación).

#### 3.3.2 Mariposa

Las válvulas mariposa serán de eje horizontal y doble excentricidad. Serán de accionamiento manual y cierre estanco. Deberán contar con mecanismo de reducción.

El par requerido para su accionamiento será tal, que admita ser maniobrable por una sola persona.

El sentido de giro en el cierre será el de avance de las agujas del reloj. El número de vueltas requerido para el cierre completo a partir de la apertura total deberá ser indicado expresamente.

Las válvulas deberán poseer el menor número de partes de forma de facilitar su mantenimiento, su inspección y su reemplazo y ser intercambiables una con otra y en sus partes.

Las válvulas serán bridadas conforme norma ISO, compatibles con los demás accesorios y presión nominal 10 kg/cm<sup>2</sup>.

La Distancia entre bridas será según norma ISO 5752 serie 14, bridas de acuerdo al PN especificado y taladrado según norma ISO 2531. En todos los casos serán PN 10 con excepción de la EBAT en la que se instalarán PN 16.

El cuerpo y disco será de fundición dúctil GGG40 o superior. El sello del cuerpo será de acero inoxidable con cobertura de níquel.

El eje será de acero inoxidable (13%Cr) o superior con sellos de EPDM.

El sello del Disco será: EPDM montado en el disco, recambiable sin necesidad de desmontar el disco de la válvula

A los efectos del suministro de los accesorios, se tendrá presente que las llaves se instalarán en cámaras construidas en el sitio.

El reductor deberá ser estanco, y de materiales adecuados para el uso.

Todos los elementos de bulonería, incluidos los de menor tamaño (menor o igual a 12mm) deberán ser de acero inoxidable.

Pruebas en fábrica: El cuerpo de todas las válvulas se ensayará de acuerdo a la norma ISO 5208. Prueba hidrostática a 1,5 veces la PN y prueba de estanqueidad a 1,1 veces la PN.

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de las válvulas mariposa a suministrar.

### 3.3.3 Compuerta

Las válvulas deberán ser de hierro fundido, cuña maciza, bridadas cara a cara, perforación ABNT PB-15, PN10 o PNo16, según se especifica para cada caso, vástago no ascendente con volante (accionamiento manual directo), sin volante o por actuador eléctrico o neumático, según el caso.

- El cabezal con empaquetadura, la cámara de empaquetadura, la tapa, la cuña y el cuerpo deberán ser de hierro dúctil;
- La empaquetadura deberá ser de PERMAVED de goma natural;
- La junta del cuerpo será de goma natural
- Tornillos y tuercas serán de acero SAE 1010/1020, galvanizado
- Vástago de acero inox AISI 410 (rosca cubierta de perfil trapezoidal y anillo forjado);
- Tuerca de maniobra de latón fundido;
- Anillos de sellado de la cuña y del cuerpo de bronce ASTM B-62
- Los volantes de accionamiento serán de hierro dúctil;
- El sentido de rotación, para el cerrado de las válvulas será en sentido horario.

### 3.3.4 Válvula de regulación de tipo Anular

La válvula de regulación de tipo anular a instalar en derivación para retrolavado de inmisario, deberá cumplir con las siguientes características principales:

- Diámetro; de acuerdo a plano de proyecto.

- Aptas para líquidos con contenidos de sólidos, y contacto con agua salobre (brackish water);
- Accionamiento manual, con unidad de tornillo sin fin corona e indicador de posición.
- Conexión a bridas;
- Presión de trabajo mínima: 16 kg/cm<sup>2</sup>;
- Cuerpo: Fundición dúctil, GGG 40 o superior;
- Pistón: Acero Inoxidable;
- Dispositivo de control a la salida: cilindro ranurado para trabajo con sólidos.

### 3.3.5 Diafragma

El cuerpo será de fundición dúctil o hierro gris con revestimiento protector, tanto interior como exterior, acorde a las condiciones de operación de la válvula. Lo mismo aplica para el cuerpo o carcasa del actuador neumático.

Las juntas de conexión serán a bridas norma ISO 2531, y serán aptas para operar a presiones de servicio de hasta 10 bar.

Se deberán suministrar los repuestos (diafragmas, mecanismos) que a juicio del Fabricante garanticen una operación satisfactoria de las válvulas durante la vida útil u horizonte del proyecto.

### 3.3.6 Retención de tobera

Estas válvulas de retención estarán diseñadas de forma de evitar la ocurrencia de golpes en caso de detención de las bombas ante cualquier circunstancia, al cierre se efectuará mediante disco o anillo de desplazamiento axial guiado por vástago/s y mantenido en posición por resortes contra los asientos en el cuerpo de la válvula.

El flujo será totalmente simétrico e hidráulicamente optimizado de forma tal que la pérdida de carga a plena apertura se corresponda con un coeficiente  $K < 0.7$ .

Materiales: Cuerpo de fundición dúctil, GGG40 o superior disco o anillo de bronce o acero inoxidable recubierto de elastómeros, vástagos de guía y resortes en acero inoxidable.

Deberá tener recubrimiento interno y externo en base epoxi u otro esquema de pintura de iguales o superiores características.

Las mismas serán suministradas con extremos bridados según ISO 2531 PN16. Se suministrará un kit de recambio o reposición.

### 3.3.7 Retención de clapeta

La clapeta será de igual material que el cuerpo o bronce según Norma ASTM B 62, con contrapeso, disponiendo la válvula en todos los casos de bridas normalizadas.

Los diámetros serán los correspondientes a la cañería de impulsión, según corresponda. La presión de trabajo mínima que soportarán será de 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los espesores de la brida y del cuerpo, el diámetro del eje y el espesor del asiento de goma, deberán ser los que se requieran para proporcionar resistencia y rigidez estructurales adecuadas bajo todas las condiciones de operación, proveyendo un cierre hermético bajo las condiciones de carga máxima.

Deberán contar con una abertura que permita pasar todo el caudal del caño y una tapa de inspección que permita el acceso a la clapeta u obturador.

El cuerpo de la válvula y la cubierta deberán ser de fundición dúctil. Las bridas en los extremos según Norma ISO 2531 e ISO 7005.

El obturador o clapeta debe ser de fundición dúctil, o bronce según Norma ASTM B 62. El asiento y anillos de la válvula deben ser de bronce según Norma ASTM B 62 ó B 148. El pasador deberá ser de acero inoxidable.

### 3.3.8 Retención de bola

Las válvulas de retención a instalar a la salida de las bombas de los pozos de bombeo serán del tipo de esfera (bola), inatascables, permitiendo el pasaje de cuerpos extraños sin producir inconvenientes.

Las válvulas serán bridadas, para instalar en posición horizontal. El cuerpo será de hierro fundido nodular DIN GG 40, y la esfera será metálica con recubrimiento de material elastomérico resistente a líquidos residuales.

### 3.3.9 Válvula de retención de asiento inclinado

Las válvulas de retención a instalar a la salida del bombeo de agua bruta (EBAB), serán de tipo clapeta con asiento inclinado (recorrido de clapeta máximo de 35º). Los diámetros de las válvulas serán los indicados en planos de proyecto. Principales características:

- Aptas para líquidos con contenidos de sólidos, y contacto con agua salobre (brackish water);
- Conexión a bridas;
- Presión de trabajo mínima: 16 kg/cm<sup>2</sup>;
- Cuerpo y cubierta superior: Fundición dúctil, GGG 50 o superior;
- Clapeta: acero al carbono, revestida con EPDM;
- Eje de clapeta: acero inoxidable 316 L.

La válvula deberá contar con dispositivo de apertura manual en carga de la clapeta "backflow actuator".

### 3.3.10 Antirretorno flexible (tipo “pico de pato”).

Las características a cumplir por la válvula son las siguientes:

- Aptas para líquidos residuales
- Diámetro nominal: DN del aliviadero
- Aptas para ser instaladas a la intemperie, bajo acción directa del sol. Temperatura máxima de servicio 35°C
- Tipo excéntrica, con borde inferior recto para instalación en losa de hormigón horizontal (“slip on” o similar).

Materiales: cuerpo en goma natural, piezas de ajuste a tubería (abrazaderas, bulones y tuercas) en acero inoxidable.

### 3.3.11 Válvulas para tuberías de PP/PVC

Salvo indicación contraria en los planos y memorias, las válvulas a instalar en las tuberías de servicio de PVC, PP u otro material de diámetro inferior a 50/75mm (Hierro fundido, Al) serán del tipo esférica, con cuerpo de bronce o acero inoxidable.

Para el caso de las válvulas a instalar en el interior de locales en tuberías de PP / PVC, se aceptará que la carcasa de las mismas sea de material plástico; caso contrario, el material deberá ser apto para su instalación a la intemperie o bien del material de la tubería (H°F°, Al).

La presión máxima admisible de trabajo de las válvulas deberá ser de 10 bar (PN10).

### 3.3.12 Juntas de Montaje

Servirán para permitir el eventual desmontaje y montaje de las válvulas importantes de la Planta Deberán ser bridadas y sus bridas deberán ser del mismo tipo o normativa que las bridas de las válvulas vecinas con las cuales se acoplarán (ISO 2531). Cada junta se deberá suministrar dotada de su correspondiente juego de espárragos y tuercas. Las juntas deberán estar recubiertas por esmalte epóxico, depositado electrostáticamente con un espesor mínimo de 300 micras. Se aceptarán recubrimientos de calidad equivalente o superior.

En todos los casos los espárragos y tuercas deberán ser construidos en acero 304 o superior.

Las empaaduras para sus bridas extremas deberán ser de BUNA-N u otro material de calidad equivalente o superior y las de la brida central deberán ser de caucho sintético de alta resistencia al desgaste y envejecimiento.

### 3.3.13 Juntas de expansión elásticas

Se instalarán juntas de expansión junto a las descargas de las bombas las que además de permitir desmontar los componentes de la instalación, eviten la transmisión de esfuerzos desde la tubería de impulsión hacia la carcasa de la bomba.

Las mismas serán de tipo de expansión bridadas y el elemento elástico lo constituirá un fuelle de acero inoxidable.

Estarán provistas de sus correspondientes espárragos que vincularán los extremos bridados, permitiendo su colocación y extracción.

Todos los elementos de espárragos y bulonería deberán ser de acero inoxidable 304 o superior.

## 3.4 Compuertas

### 3.4.1 Tipo y prestación

Todos los componentes de la compuerta serán suministrados en acero inoxidable AISI 304 y bronce. Las juntas serán de EPDM. En el caso del marco, refuerzos y deslizamientos se admitirá aluminio ASTM B209, aleación 6061 o ASTM B308 aleación 6061.

Las dimensiones de la apertura serán las indicadas en piezas de estas especificaciones. El vástago será exclusivamente de acero inoxidable tipo 304.

Si el levantamiento de las compuertas se indica como actuado, el eje será de sección cuadrada para la instalación de actuadores según ISO 5210 o 5211.

### 3.4.2 Accionamiento

El accionamiento será de tipo manual o actuado.

#### 3.4.2.1 *Mecanismo de operación manual*

En este caso el mismo estará constituido por:

- Volante
- Mecanismo reductor con manivela
- Vástago de extensión, columna de maniobra y rueda de manejo

En todos los casos el mecanismo de operación deberá tener un diseño tal que el esfuerzo máximo al borde del volante no sea mayor de 20 Kg. agregándose el mecanismo reductor correspondiente.

**Volante**

Será de hierro fundido, o de acero, provisto de graseras de fácil acceso para permitir la lubricación de todos los rodamientos. Deberá tener en relieve una flecha que indique el sentido y grado de apertura y cierre de la compuerta.

**Mecanismo reductor con manivela:**

Será de piñones helicoidales de bronce contenidos en una caja de hierro fundido, que trabajarán en baño de aceite o grasa fina. La caja deberá tener los orificios necesarios, con sus tapones respectivos, para comprobar el nivel correcto del aceite y para adicionar aceite o grasa cuando esto sea necesario.

**Vástago de extensión:**

Será de acero inoxidable 304, del diámetro necesario para soportar los esfuerzos a que estará sometido y tendrá un número de guías suficiente, para evitar el pandeo.

**Columna de maniobra:**

Será de hierro fundido y se suministrará con los pernos de anclaje necesarios. También deberá tener una flecha, en relieve, que indique el sentido y grado de apertura y cierre de la compuerta.

**Cubierta del vástago ascendente:**

Será de tubería acrílica transparente apta para estar a la intemperie, provista de orificios de ventilación arriba y abajo para prevenir la condensación del vapor de agua dentro de la cubierta.

***3.4.2.2 Mecanismo de operación actuado***

El actuador eléctrico o neumático consistirá en una unidad que comprenderá el motor de accionamiento, el mecanismo reductor, la unidad de control y caja de conexiones todo montado formando un conjunto compacto.

**3.4.3 Disposiciones generales y aspectos constructivos**

El equipo a proporcionar estará en un todo de acuerdo con las piezas gráficas. Se deberán suministrar todos los elementos para el correcto funcionamiento de la instalación. El equipo deberá ser fabricado, armado y colocado en condición de funcionamiento apropiada según las especificaciones y será completamente ensamblado, probado y ajustado en fábrica antes del empaque al cliente.

Las compuertas serán sustancialmente herméticas bajo las condiciones de carga de diseño, la fuga no excederá 0,01 l/s por m lineal de sello.

El sello será probado a través de pruebas de ciclo en un ambiente abrasivo y se mantendrá luego de 22.000 ciclos con un mínimo deterioro.

Una vez instaladas las compuertas, se probarán con el objeto de verificar las posibles fugas después de la instalación, las que de existir deberán corregirse a cargo del Contratista. Las mismas serán compuertas murales de estanqueidad bidireccional conforme a la norma DIN 3230, parte 3, según tabla 5, BN, estanqueidad tipo 2, norma de agua potable.

**3.4.4 Disposiciones técnicas específicas**

A continuación, se presenta una planilla donde se especifica las características de cada una de las compuertas de la planta de tratamiento:

**Tabla 3-1: Disposiciones técnicas específicas de las compuertas.**

Ubicación	Montaje	Dimensiones del vano (mmxmm)	Dimensiones del canal (mmxmm)	Cantidad
Ingreso Canal Parshall	Canal	5000x1700	5000x1700	1
Salida Canal Parshall	Canal	5000x1700	5000x1700	1
Cámara repartidora	Mural (tipo vertedero)	3500x1500	N/C	2
Ingreso a floculadores	Mural	600x600	N/C	18
Ingreso By-pass a contactores de Ozono	Canal	1500x1500	1500x3000	2
Ingreso a canal de distribución a contactores de Ozono	Canal	2000x2000	2000x3000	2
Ingreso a cada contactor de Ozono	Mural	600x600	N/C	18
Ingreso a cada biofiltro	Mural	600x600	N/C	18
Interconexión ingreso a cámara de contacto	Mural	1200x1200	N/C	2
Salida a cámara de contacto	Mural	1800x1800	N/C	2
Salida depósitos de agua filtrada a EBAT	Mural	1800x1800	N/C	2



### 3.5 Instrumentos

#### 3.5.1 Sensor de pH

Se medirá el valor de pH en la llegada de agua bruta, en el agua coagulada y en la cámara de contacto y alcalinización. Se instalarán a los efectos de monitoreo y control de proceso de coagulación y alcalinización.

- Cantidad: Cuatro (4)
- Ubicación:
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas arriba del resalto).
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas abajo del resalto y dosificación de PPQQ).
  - Dos (1+1) en Cámara de Contacto (aguas abajo del punto de dosificación de alcalinizante).

El medidor deberá tener un panel donde indicará la medida en unidades pH.

Características del fluido:

- Agua Bruta, Agua Coagulada y Cámara de Contacto y Alcalinización.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo -10 a 105 °C.
- Alimentación eléctrica: 24 V DC.
- Indicador: lectura digital en pH.
- Error total del sistema:  $\pm 0,01$  pH.
- Grado de protección mínima: IP67.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno, PTFE o acero inoxidable.
- Material del electrodo: vidrio.
- Rango de medida: 0-14 pH.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.

#### 3.5.2 Sensor de conductividad eléctrica

Se instalarán sensores de conductividad eléctrica en la entrada a la planta, a los efectos de monitoreo indirecto de salinidad en agua bruta antes de la entrada al proceso de potabilización.

- Cantidad: Tres (3)
- Ubicación:
  - Uno (1) en Canal Parshall (aguas abajo del resalto).
  - Uno (1) en Tubería de Recirculación desde Polder
  - Uno (1) en Tubería de Agua Bruta.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Grado de protección mínima: IP68.
- Rango de medida: 10  $\mu$ S/cm a 20 mS/cm.
- Error:  $\pm$  1,5 % del valor medido.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del electrodo: ambos de grafito.
- Material del cuerpo del sensor: PES.

### 3.5.3 Sensor de nivel radar

Se medirá el nivel aguas arriba del canal Parshall, de manera de determinar el caudal afluente a la planta para poder efectuar los controles de dosificación respectivos, y en el pozo de achique para control de encendido y apagado de bomba. Conjuntamente será instalado un equipo en la Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB), con la funcionalidad de registro de niveles de operación.

- Cantidad: Once (11)
- Ubicación:
  - Uno (1) en EBAB.
  - Dos (1+1) en canal Parshall.
  - Dos (2) en canales de acceso a baterías de filtración.
  - Dos (2) en tanques de agua filtrada.
  - Uno (1) en TP1.
  - Uno (1) en TP3.
  - Uno (1) en TP4.
  - Uno (1) en TP2.

El sensor será de tecnología de radar de espacio libre no inmerso, adecuado para su uso en potabilización, pero también en el tratamiento de los efluentes generados en el proceso.

El transmisor se instalará junto al sensor constituyendo una unidad compacta capaz de ser montada al aire libre encima del espejo de agua. Por tal motivo debe ser capaz de soportar la radiación directa del sol y ser operativo en un rango amplio de temperaturas y estar protegido contra la radiación ultravioleta.

Características del equipo:

- Temperatura: rango mínimo 0 - 30 °C.
- Alimentación eléctrica: 24 V DC.
- Exactitud:  $\pm$ 0,2 % o  $\pm$ 5 mm, la que sea mejor.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Grado de protección mínima: IP66 (para el conjunto sensor transmisor).

- Material del cuerpo del sensor: PVDF
- Rango: 0,00 – 8,00 m.
- Debe incluir linealización para medir caudal en canales abiertos.

#### 3.5.4 Medición de nivel discreto

Se dispondrá de sensores de nivel discreto en diferentes pozos para determinar niveles lógicos: Nivel Muy Alto: LAHH (alarma), Nivel Alto: LSH, Nivel Bajo: LSL, Nivel muy Bajo: LALL (para enclavamiento cableado).

- Cantidad en proceso de potabilización: 31
- Cantidad en EBAB: 5.

La tecnología de detección se basará en flotadores de tipo boya revestidos en polipropileno. Deberán proveer un contacto seco capaz de soportar una corriente de 1 A en 220VAC.

#### 3.5.5 Medición de nivel hidrostático

Se medirá el nivel de los tanques de sulfato de aluminio para poder efectuar los controles de nivel respectivos. El sensor medirá la presión hidrostática para determinar el nivel del tanque.

Se protegerá la membrana del sensor mediante la aplicación de un sello resistente a la acción abrasiva del sulfato de aluminio, como ser Hastelloy C.

- Cantidad Total: 6

Características generales:

- Fluido: sulfato de aluminio
- Rango mínimo: 0 – 10 m
- Temperatura: rango mínimo 0-40 °C
- Error total del sistema: 1% de fondo de escala
- Señal de salida del transmisor: 4-20mA, con indicador local numérico
- Grado de protección mínima: IP67.
- Alimentación eléctrica: 230 Vca, 50 Hz

#### 3.5.6 Analizador de Turbiedad

Se instalarán analizadores de turbiedad en línea con el objetivo principal de realizar el monitoreo de la turbiedad de agua bruta, clarificada y elevada, así como también de llevar a cabo el control del proceso de filtración.

- Cantidad: Veinticinco (25)
- Ubicación:

- Uno (1) en cámara de entrada.\*
- Dos (2) en canal de recolección de clarificados.\*\*
- Dieciocho (18) en salida de unidades de filtración.\*\*
- Dos (2) en sendos canales de salida de agua de retrolavado.\*
- Dos (2) en pozo de bombeo de EBAT.\*\*

#### Características generales:

El principio de medición de este parámetro será de luz difusa a 90 grados según la norma EN ISO 7027.

Dispondrá de un dispositivo de limpieza automática para garantizar una medición segura y estable, no requiriendo mantenimiento para su operación normal.

La calibración del mismo deberá estar implementada sobre la base de formazina. Se admitirá realizar verificaciones de validación utilizando estándares secundarios, que hayan sido calibrados con formazina.

Se separa las especificaciones en equipos de Alto Rango (\*) y de Bajo Rango (\*\*).

#### Características particulares del equipo de **Alto Rango**:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Alimentación eléctrica: 110 V/50 hz.
- Indicador: lectura digital en NTU.
- Resolución: 0,3 NTU.
- Grado de protección mínima: IP66.
- Rango de medida: 0-400 NTU.
- Exactitud:  $\pm 5\%$  de la lectura o 0,3 NTU.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno o acero inoxidable.

#### Características particulares del equipo de **Bajo Rango**:

- Temperatura: rango mínimo 0 a 30 °C
- Alimentación eléctrica: 110 V/50 hz.
- Indicador: lectura digital en NTU.
- Resolución: 0,003 NTU.
- Grado de protección mínima: IP66.
- Rango de medida: 0 -1 NTU.
- Exactitud:  $\pm 2\%$  de la lectura.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Material del cuerpo del sensor: polipropileno o acero inoxidable.

En caso de ser requerido se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 30 – 90 L/h).

En el caso de las unidades de **Bajo Rango** se deberá prever la instalación de un desburbujador entre la bomba de toma de muestras y al equipo analizador.

### 3.5.7 Analizador de Cloro

Se instalarán analizadores de cloro libre y residual total en cámara repartidora de caudal a unidades (pre-cloración) y en la impulsión de agua tratada (post-cloración).

- Cantidad: Dos (2)
- Ubicación:
  - Uno (1) en cámara repartidora de caudal a unidades.
  - Uno (1) en impulsión de EBAT.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.
- Rango de medición: 0 – 20 mg/l
- Exactitud: 0,001 mg/l
- Repetibilidad: 0,001 mg/l
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC
- Corrección de pH: Mediante sistema que utilice dióxido de carbono CO<sub>2</sub> o sustancia buffer. Si se utiliza un sistema que utilice CO<sub>2</sub>, se deberán instalar dos (2) cilindros de CO<sub>2</sub> de capacidad 20 Kg y una balanza para realizar la medida de la disponibilidad de gas.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

### 3.5.8 Analizador de Ozono

Se instalarán analizadores de Ozono para el monitoreo del proceso de interoxidación.

- Cantidad: Dos (2)
- Ubicación:
  - Dos (2) en sendos canales de salida de agua interoxidada a biofiltración.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.
- Rango de medición: 0 – 20 mg/l
- Exactitud: 0,001 mg/l
- Repetibilidad: 0,001 mg/l
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC
- Corrección de pH: Mediante sistema que utilice dióxido de carbono CO<sub>2</sub> o sustancia buffer. Si se utiliza un sistema que utilice CO<sub>2</sub>, se deberán instalar dos

(2) cilindros de CO<sub>2</sub> de capacidad 20 Kg y una balanza para realizar la medida de la disponibilidad de gas.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

### 3.5.9 Analizador de dióxido de cloro

Se instalarán analizadores de dióxido de cloro disuelto.

- Cantidad: Uno (1)
- Ubicación: Caseta de alojamiento de generador de dióxido de cloro.
- Recibe muestra proveniente de pozo húmedo.

Características del equipo:

- Tipo de medición: Amperométrica a través de electrodos sumergidos.
- Rango de medición: 0,1 – 10 mg/l.
- Exactitud: 0,001 mg/l.
- Repetibilidad: 0,001 mg/l.
- Señal de salida: 4 – 20 mA DC.

Se deberá suministrar equipo de bombeo para toma de muestras y conducción al analizador de acuerdo a las características requerida de caudal de muestreo del fabricante (Valor de referencia: 60 – 75 L/h).

### 3.5.10 Caudalímetros Electromagnéticos

Se instalarán caudalímetros del tipo electromagnético para la medición de flujo en los la Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB), en los distintos procesos de potabilización y de tratamiento de los lodos de la planta potabilizadora y en la Estación de Bombeo de Agua Tratada (EBAT).

El principio de medida será de campo electromagnético pulsante con medición de tensión inducida proporcional a la velocidad del fluido (Ley de Faraday). El medidor debe detectar la velocidad del fluido, transmitiendo una señal directamente proporcional a la velocidad y calcular el caudal a medir mediante ésta.

#### 3.5.10.1 *Sensor*

Será del tipo electromagnético, adecuados para el líquido de conducción e instalación con un grado de protección IP68.

Los materiales en contacto con el fluido serán los más apropiados para uso con líquidos conducidos, según se indica en cada caso. Los sensores y transmisores serán bridados, se podrán desmontar fácilmente de la cañería en la que se encuentren

instalados, y vendrán acompañados de un carretel de idénticas dimensiones al sensor, tal que permita su sustitución de mismo en caso de ser necesario.

#### 1.1.1.1. *Transmisor, indicador e integrador*

Se instalará junto al sensor. La señal de salida de los transmisores será eléctrica, del tipo 4-20 mA.

El transmisor deberá operar a base de microprocesador con indicación alfanumérica en un display integrado multilingual. El transmisor debe ser capaz de realizar chequeos de diagnóstico en línea, incluyendo chequeos del circuito del sensor, así como de autodiagnóstico.

#### 3.5.10.2 *Especificaciones técnicas generales*

- Temperatura: rango mínimo 10 - 30 °C.
- Intervalo de promediación: 1 segundo a 1 minuto (seleccionable).
- Precisión:  $\pm 0,5$  % del valor medido.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador local numérico.
- Grado de protección: IP68 (para el conjunto sensor transmisor) pudiendo quedar sumergidos.
- Alimentación eléctrica: 220 V CA, 50 Hz.

#### 3.5.10.3 *Especificaciones técnicas particulares*

A continuación, se presenta una tabla con las características particulares de cada caudalímetro electromagnético a instalar.

**Tabla 3-2: Disposiciones técnicas específicas de los medidores de caudal.**

Ubicación	Qtd.	Fluido	DN (mm)	PN (kg/cm <sup>2</sup> )	Materiales (Electrodos / Liner)	Caudal
EBAB	1	Agua Bruta (contenido de SS – posibilidad de contacto con agua salobre)	1600	10	AISI 316L /	3475 L/s
Aductora de Polder	1	Agua Bruta (contenido de SS)	1000	10	AISI 316L /	2670 L/s
Aductora a Polder	1	Agua Bruta (contenido de SS)	600	10	AISI 316L /	820 L/s
Lavado Filtros*	4	Agua Filtrada	800	10	AISI 316L /	810 L/s
Extracción Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	500	10	AISI 316L /	570 L/s
Espesado Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	200	10	AISI 316L / PTFE	320 m3/h
DAF Lodo	1	Agua de Lavado de filtro al 0,05% de SST	250	10	AISI 316L / PTFE	560 m3/h
Deshidratación	2	Lodo espesado al 4% de SST	75	10	AISI 316L / PTFE	36 m3/h
Agua Potable	1	Agua Potable	1000	16	AISI 316L /	2670 L/s
Dosificación SA	1	Sulfato Aluminio al 48%	25	10	Tantalio / PTFE	1500 L/h
Dosificación SC	1	Soda Cáustica al 36%	25	10	Tantalio / PTFE	1100 L/h
Dosificación PP	1	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	6000 L/h
Dosificación PE	5	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	1000 L/h
Dosificación PD	1	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	1000 L/h
Dosificación PL	2	Polímero al 0,2%	25	10	AISI 316L / Opcional	6000 L/h

\*: Los sensores deben poder medir con la precisión solicitada independientemente de los tramos rectos disponibles en la línea.



### 3.5.11 Cudalímetro de Aire (Lavado de Filtros)

Equipo compacto de medición de flujo de aire basado en el principio másico por dispersión térmica.

El medidor debe ser instalación de tipo inserción en la tubería conductora de aire comprimido de lavado de filtros.

Resumen de condiciones generales:

- Cantidad: dos (02), uno (1) en cada línea de aplicación a cada módulo de filtración.
- Principio: másico por dispersión térmica.
- Instalación: inserción en tubería.
- Grado de protección: IP66 o IP67.

#### Características del transmisor




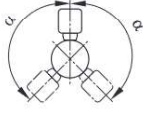
- Fuente de alimentación: 24 V DC.
- Señal de salida del transmisor: 4-20 mA, con indicador numérico local.

#### Características del sensor

- Fluido: Aire comprimido.
- Rango de temperatura ambiente: 10 - 30°C.
- Rango de temperatura del fluido: 10 - 60°C.
- Presión máxima del sistema: 1,5 bar
- Rango de caudal: 4.500 m<sup>3</sup>/h.
- Diámetro nominal de la tubería de instalación: 300 mm.
- Error máximo de medición: ±3 %.
- Variables medidas: flujo másico, temperatura, flujo volumétrico corregido, flujo volumétrico FAD.
- Materiales: Transductor: 1.4404 (316L); Tubo de inserción: 1.4404 (316L); Conexión: 1.4435 (316L) Adaptador de compresión: 1.4404 (316L); Anillo de sellado: EPDM.

#### Posición de instalación

Se deberán seguir las posiciones indicadas para instalación de los caudalímetros de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

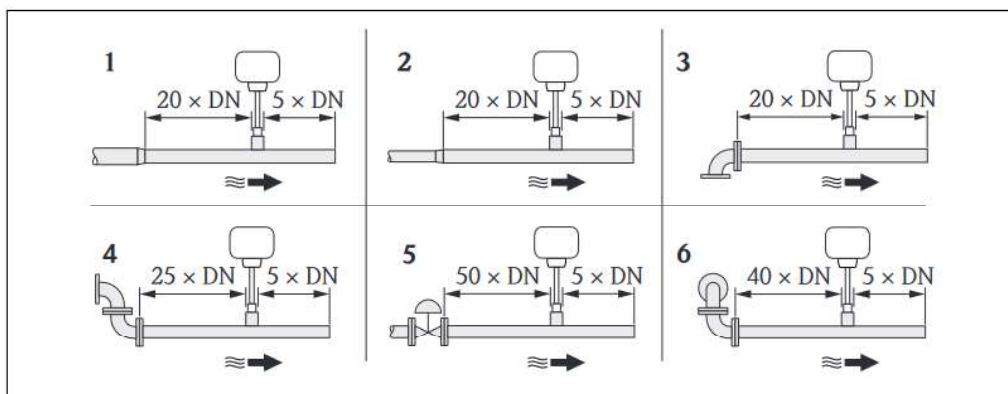
	Orientação	Recomendação
Direção vertical	 A0017337	✓ 1) 2)
Direção horizontal, cabeçote do transmissor voltado para cima	 A0015588	✓ ✓
Direção horizontal, cabeçote do transmissor voltado para baixo	 A0015590	✓ ✓ 3)
Posição de instalação inclinada, cabeçote do transmissor para baixo	 A0015773	✓ 4)

- 1) Em caso de gases não limpos ou saturados, prefere-se a vazão ascendente em uma seção do tubo vertical para minimizar a condensação ou contaminação.
- 2) Não é recomendável no caso de vibrações extremas ou instalações instáveis.
- 3) Adequado somente para gases limpos e secos. Caso haja sempre a presença de incrustação ou condensado: Instale o sensor em posição inclinada.
- 4) Selecione a posição de instalação inclinada ( $\alpha = \text{aprox. } 135^\circ$ ) se o gás estiver muito úmido ou saturado com água.

### Distancias de instalación

Se deberán seguir las distancias mínimas para la instalación, en las diversas configuraciones de disposición de tuberías, recomendadas por el fabricante.

#### Operações de entrada e saída recomendadas



- 1 redução
- 2 expansão
- 3 cotovelo 90° ou seção T
- 4 cotovelo 2 x 90°
- 5 Válvula de comando
- 6 cotovelo 2 x 90° (tridimensional)

### 3.5.12 Sensor de carpeta de lodos

Se medirá el espesor de la carpeta de lodos en las tolvas de decantadores laminares.

- Cantidad: Dieciocho (18)
- Ubicación:
  - Dieciocho (18) en sendas tolvas de decantadores laminares.

Características del equipo:

- Tecnología: ultrasonido
- Rango de medición: 0,3 – 10 m
- Salida: analógica rango 4-20mA
- Precisión:  $\pm 0,3\%$  del rango de medida.
- Error:  $\pm 2,0\%$  del rango de medida.
- Grado de protección mínima: IP68
- Alimentación eléctrica: 230 VCA, 50 Hz

Contará con accesorio de limpieza mecánica automática del sensor para reducir las tareas de mantenimiento operativas.

### 3.5.13 Sensor de Presión

Se instalarán sensores de presión (transductores) en las conducciones principales de la planta potabilizadora y Estación de Bombeo de Agua Bruta (EBAB).

A su vez, de forma de poder calibrar y verificar el funcionamiento del transductor de presión, se instalará conjuntamente un manómetro para el mismo rango de medición y apto para aguas residuales.

Tanto los manómetros como los transductores de presión se instalarán junto a una válvula esférica para el correcto montaje y desmontaje sin necesidad de sacar de funcionamiento al equipo de bombeo.

**Tabla 3-3: Características de los sensores de presión.**

Ubicación	Cantidad	Fluido	Rango Presión
Aductora de agua bruta	1	Agua Bruta (agua salobre)	0 - 10 bar
Aductora a Polder	1	Agua Bruta	0 - 10 bar
Lavado Filtros	1	Agua Filtrada	0 - 10 bar
Extracción Lodo	1	Lodo decantado al 0,5% de SST	0 - 10 bar
Agua Potable	1	Agua Potable	0 - 16 bar

### 3.6 Sistema de Ozonización

#### 3.6.1 Introducción

El sistema de dosificación de ozono deberá contar con todos los elementos necesarios para la aplicación, siendo los componentes principales del mismo:

- Equipos de Generación de Oxígeno Gaseoso (GOX).
- Equipos de Generación de Ozono.
- Sistema de Enfriamiento.
- Equipos de Destrucción de Ozono.
- Tuberías, difusores y otros equipos.
- Tablero general.

El sistema será dimensionado para producir habitualmente una cantidad de ozono suficiente para dosificar una dosis de 1,00 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 4 mg/L. Sin embargo, el sistema deberá posibilitar la dosificación comprendida en todo el rango entre 0,05 y 4,00 mg/L.

El proveedor seleccionará la modulación de todos los elementos arriba indicados, en la modalidad que entienda más conveniente, para alcanzar el correcto funcionamiento (en el rango de dosificación indicado) y durabilidad del sistema.

#### 3.6.2 Equipos de Generación de Oxígeno

El sistema de alimentación de oxígeno gaseoso (GOX) será preferiblemente a través de la tecnología PSA (Pressure Swing Adsorption). Sin embargo, se podrán proponer otras tecnologías como ser VSA (Vacuum Swing Adsorption).

Se deberá dotar del equipamiento completo para la generación, a saber:

- Compresores de aire.
- Secadoras de Aire.
- Filtros de aire y oxígeno.
- Tanques de acumulación de Aire.
- Tanques de adsorción.
- Tanques de acumulación de Oxígeno.
- Tuberías, válvulas de cierre y regulación, accesorios.
- Tablero de control.

El gas de alimentación a los generadores de ozono deberá contar con las siguientes características:

- Rango de caudal O<sub>2</sub> (másico): 50 – 430 kg/h.
- Rango de caudal O<sub>2</sub> (flujo): 35 – 300 Nm<sup>3</sup>/h.
- Contenido de oxígeno PSA 93% ± 1% vol (diseño).
- Contenido de agua <2,6 ppm (equivalente al punto de rocío atmosférico de -70 ° C).

- Sin partículas sólidas (filtro de malla de 0,1  $\mu\text{m}$ ).
- Contenido de aceite: < 0,01 mg/m<sup>3</sup>
- Temperatura 0 ° C > x <40 ° C.

Los equipos de generación de oxígeno contarán con las siguientes características:

- Caudal total de compresores: 4.400 m<sup>3</sup>/h
- Presión máxima de compresor: 7,5 bar.
- Tanque pulmón de aire: 4.000 L.
- Tanque pulmón de O<sub>2</sub>: 4.000 L.
- Regulador de presión de oxígeno.
- Potencia estimada total del sistema: 450 kW.

### 3.6.3 Equipos de Generación de Ozono

Los equipos de generación de ozono contarán con las siguientes características:

- Alimentación de gas: oxígeno a partir de PSA.
- Presión de oxígeno de entrada: 1,2 bar
- Rango de caudal O<sub>3</sub> (másico): 11,1 – 44,4 kg/h (para dosis respectiva promedio de 1 mg/L y máxima de 4 mg/L).
- Concentración de generación: 148 g/Nm<sup>3</sup> (10 %wt).
- Potencia estimada total del sistema: 500 kW.
- Consumo específico de energía: < 8,5 kW/kgO<sub>3</sub>.

Los equipos de generación funcionarán en un esquema habitual de 3 operativos + 1 de respaldo, donde los equipos operativos variarán su capacidad de producción y se alternará a frecuencia definida la posición del equipo de respaldo. En situación de dosis máxima entrarán en funcionamiento la totalidad de los equipos instalados.

### 3.6.4 Sistema de Enfriamiento

Se recomienda un sistema de agua de enfriamiento de circuito cerrado para mantener una operación libre de problemas a largo plazo y evitar la posible corrosión causada por agua de enfriamiento de baja calidad.

A continuación, se presentan los requisitos mínimos del agua de enfriamiento:

- Temperatura: 5 - 35°C.
- Aumento de temperatura: 5°C.
- Rango de caudal: 13 – 51,8 m<sup>3</sup>/h
- Presión de funcionamiento normal aprox.: 1,5 - 3 bar.
- pH: 6 – 8.
- Sólidos suspendidos: <1 mg/L.
- Hierro: <0,3 mg/L.
- Manganeseo: <0,05 mg/L.

- Cloruro: < 100 mg/L.
- Sin cloro residual u otros biocidas.
- Prueba visual de turbidez ópticamente clara: sin turbidez; sin sedimentos libre de partículas / filtro de 80  $\mu\text{m}$ .
- Libre de bacterias y / o sólidos en suspensión, que causan orgánicos y / o inorgánicos depósitos / biopelículas no deben estar presentes.
- Potencia estimada total del sistema: 460 kW.

### 3.6.5 Equipo de destrucción de Ozono

Se instalarán unidades de destrucción de ozono de tecnología termo-catalítica, a los efectos de remover todo el ozono que no sea disuelto en el agua de proceso para su conversión a oxígeno.

- Se instalarán dos (2) unidades, una (1) por cada contactor.
- Compresores de extracción para un caudal aproximado de 120  $\text{Nm}^3/\text{h}$ .
- Serán de tecnología catalítica
- Concentración de ozono de salida menor a 0,1 ppm.
- Contará con desnebulizador previo al ingreso a las unidades de destrucción, para minimizar la acumulación de humedad y espuma en los elementos del equipo.
- Potencia unitaria estimada (compresor + unidad destructora): 1,3 kW.

Siendo que el sistema de generación de ozono se alimentará de una fuente de oxígeno, NO se admitirán sistemas de destrucción por tecnología térmica debido al riesgo de incendio que implican estos sistemas.

### 3.6.6 Tuberías, difusores y accesorios

#### Tuberías:

Todas las tuberías serán de acero inoxidable AISI 316 L, ASTM A312, cedula SCH 40S.

Las uniones serán mediante soldadura a tope o bridada, no se admitirán uniones roscadas.

Las tuberías deberán ser limpiadas de acuerdo a la norma CGA G-4.1.

#### Difusores:

Se instalarán difusores en el primer, segundo y tercer recinto de la cámara de contacto, las que tendrán una profundidad útil de 6,10 m.

Se dimensionarán para conducir un caudal total de gas  $\text{O}_2/\text{O}_3$  de 300  $\text{Nm}^3/\text{h}$  repartido en las 18 unidades (16,7  $\text{Nm}^3/\text{h}$  en cada unidad), considerando para el dimensionado el aporte de gas en dos (2) cámara de reacción (8,3  $\text{Nm}^3/\text{h}$  en cada cámara de reacción).

El material de los difusores podrá ser de acero inoxidable AISI 316 L, teflón o cerámica.

Generarán burbujas con un tamaño de entre 2 a 5 mm de diámetro.

La pérdida de carga máxima admitida es de 0,35 mca.

#### Accesorios:

El sistema deberá contar con todos los accesorios necesarios para su funcionamiento, se lista a continuación de manera no taxativa:

- Válvulas manuales y antirretorno.
- Válvulas actuadas.
- Instrumentación:
  - Sensor de punto de rocío en corriente de O<sub>2</sub>.
  - Transductores de presión de O<sub>2</sub> a la entrada a generadores y de O<sub>3</sub> a la salida de generadores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores.
  - Caudal de gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en gas O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> de alimentación a contactores, en gas de salida a destrucción y en gas tratado a la salida de los destructores.
  - Concentración de O<sub>3</sub> en líquido efluente a cámara de contacto.
  - Sensores de temperatura para sistema de enfriamiento.
  - Monitores de concentración de O<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en aire ambiente.

#### 3.6.7 Tablero General

Además de los tableros locales, el sistema se deberá suministrar con un tablero de control general del sistema que englobe los siguientes elementos:

- Unidades de Generación PSA (incluyendo compresores y secadores).
- Unidades de Generación de Ozono.
- Unidades de Refrigeración.
- Unidades de Destrucción de Ozono.
- Sensores de Ozono Ambiente.

### 3.7 Sistema de Desinfección (cloro gas)

#### 3.7.1 Introducción

Las especificaciones a continuación establecen las condiciones mínimas para el suministro e instalación de los equipos de cloración, destinados al sistema de desinfección de la PTAP Arazatí, caracterizados a continuación en las Disposiciones Técnicas específicas.

El sistema será dimensionado para aplicar habitualmente una dosis de 4 a 6 mg/L pero deberá alcanzar dosis máximas de 10 mg/L. El sistema considera la aplicación de cloro en posiciones 1) Precloración y 2) Postcloración. La posición de Intercloración se descarta, dado el carácter de filtración biológica de las unidades, así como también la presencia de interozonización.

En caso de que no sea posible para el proveedor atender a ciertos detalles de las especificaciones debido a diferencias técnicas de fabricación, el mismo deberá describir completamente los aspectos que no estén en acuerdo con las mismas.

El proveedor podrá ofertar equipamiento que no atienda a todas las especificaciones técnicas descritas en este apartado, presentando en la oferta un listado de locales donde se hallan instalado equipamientos semejantes. Así mismo, deberá justificar el correcto funcionamiento de lo ofrecido.

El suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de todo el equipamiento y tuberías deberá ser de responsabilidad de un único fabricante o de su representante autorizado, aquí denominado proveedor, con comprobada experiencia en el suministro, instalación y puesta en operación de sistemas de cloración.

El proveedor debe suministrar e instalar todos los equipos aquí especificados, así como incluir todos los accesorios, controles, válvulas, tuberías, llaves, reguladores, filtros, juntas y adaptadores necesarios para el perfecto funcionamiento y seguridad de las instalaciones.

#### 3.7.2 Cilindros en operación

El cloro será extraído en estado líquido desde cilindros de almacenamiento de capacidad 907 Kg (Ton Container).

Se instalarán dos (2) baterías compuestas de dos (2) cilindros cada una. Una de las baterías estará en operación, y la segunda estará de respaldo. El cambio entre las baterías de cilindros se realizará de forma automática, por un sistema denominado "change over". Este sistema está compuesto básicamente por los siguientes componentes:

- Tanques de expansión equipados con disco de rotura y presostato; cantidad: 3.
- Un presostato, denominado "switch de presión"; cantidad: 1.



- Válvulas esféricas con actuador eléctrico; cantidad: 2.
- Panel de control.

En las líneas de cloro líquido, inmediatamente aguas abajo de las válvulas esféricas actuadas, se instalará una válvula de cierre manual de 1"; a esta válvula se la denomina "line valve".

A su vez, cada uno de los cilindros en operación será apoyado sobre balanzas electrónicas equipadas con apoya tubos giratorios. Cada balanza tendrá display digital y una señal eléctrica que indica el peso de cada unidad será enviada a un tablero general y de éste al sistema Scada de la Planta.

En cada uno de los cilindros en operación, se instalará una válvula actuada que operará cerrando la válvula del cilindro; a esta válvula se la denomina "shutoff". El cierre de estas válvulas será comandado directamente por los operadores; para esto se instalarán pulsadores debidamente ubicados en el nuevo edificio de cloración. Esto representa un cambio respecto a lo definido en las especificaciones técnicas preparadas por la Administración.

### 3.7.3 Evaporadores

El cambio de estado de cloro líquido a gaseoso se realizará mediante el uso de evaporadores de capacidad **190 Kg/h (10.000 lb/día)**. Se instalarán dos (2) evaporadores, siendo uno de ellos operativo y el otro de reserva.

En la línea de cloro en estado gaseoso que se encuentra a presión, se instalarán en paralelo dos (2) filtros para cloro de 1"; uno de los filtros estará operativo, y el restante estará de reserva. En cada uno de los filtros se colocará una cinta térmica para prevenir un posible pasaje de cloro en estado líquido hacia la válvula reguladora de vacío.

Por cada evaporador se instalará una válvula reguladora de vacío de capacidad **190 Kg/h (10.000 lb/día)**. Cada válvula reguladora de vacío estará interconectada a uno de los evaporadores, de forma que evaporador y válvula reguladora de vacío deben ser operados como un sistema integrado. Esto es, cuando se realice el intercambio entre los evaporadores, también se debe realizar el intercambio entre las válvulas reguladoras de vacío.

En la derivación de la tubería de agua potable para abastecimiento de los evaporadores, se instalarán sendos filtros para agua potable (tipo Y).

El calentador eléctrico debe ser montado externamente al tanque de agua caliente, de manera de tener la posibilidad de removerlo sin necesidad de vaciar el tanque de agua. El calentador será accionado por un sensor de temperatura tipo capacitivo localizado en el tanque de agua. El agua calentada será transferida de la sección de

calentamiento para el tanque de agua por medio de una bomba de recirculación fabricada totalmente en bronce.

La cámara de vaporización debe ser construida en acero Sch 80 y debe ser proyectada, construida y probada en acuerdo con las normas ASME y de Chlorine Institute. Presión de trabajo: 38 kg/cm<sup>2</sup>.

La entrada de cloro líquido y la salida de cloro gas deben ser claramente indicadas.

La superficie interna del tanque de agua y la superficie externa de la cámara de vaporización debe contar con protección catódica contra la corrosión con ánodos de magnesio.

Los evaporadores deberán ser provistos como mínimo de los siguientes accesorios:

- Dos (2) calentadores eléctricos de inmersión, 18 kW de potencia, 220/240 V, 50 Hz.
- Gabinete resistente a la corrosión, de poliéster reforzado por fibra de vidrio o em ABS, conteniendo en el panel frontal los siguientes controles:
  - Indicador de nivel de agua
  - Indicador de presión de gas con escala doble: psig e Mpa
  - Indicador de temperatura de gas en grados centígrados
  - Indicador de temperatura de agua
  - Amperímetro de protección catódica
- Control automático de nivel y reposición de agua, incluyendo válvula solenoide y electrodos de nivel instalados en el evaporador.
- Interruptores y alarmas de nivel bajo, y de baja y alta temperatura.
- Uniones tipo amoníaco en todas las entradas y salida.
- Válvulas de cloro líquido.
- Sistema de alivio de presión de gas, con disco de rotura para 28 bar (400 psi). En caso de que la presión de la línea supere ese valor, el disco deberá romper y activar una válvula de presión, regulada para 1,4 bar (20 psi), actuando la alarma sonora. Si la presión continúa subiendo, se abre la válvula de alivio de presión de 38,6 bar (560 psi), descargando el gas en un área segura, fuera de los locales. Luego de la abertura, la válvula de alivio debe cerrar inmediatamente una vez que la presión baje de los 38,6 bar.

- Unidad reguladora de vacío y de cierre automático operada eléctricamente. La unidad debe reducir la presión del gas por debajo de la presión atmosférica, así como también cerrar la válvula y activar la alarma en caso de un evento de mal funcionamiento del evaporador, falta de energía o caída en la temperatura del agua. **Deberá contener un interruptor de alta presión para activar la alarma en caso de que el regulador no funcione. La válvula también debe cerrarse en caso de pérdida de vacío. La unidad debe contener un calentador de 25 W de potencia, 120 V, 50 Hz.**

#### 3.7.4 Cloradores

Serán suministrado tres (3) cloradores para: precloración, postcloración y respaldo. Cada uno deberá tener una capacidad de dosificación de hasta 190 kg/h de cloro gas (10.000 lbs/d) y serán de tipo a vacío montados en un gabinete de poliéster revestido con fibra de vidrio o en ABS. Deberá contar con todos los componentes operacionales, tales como válvula reguladora de vacío, válvula de alivio, medido de flujo de cloro (graduado en kg de Cl por día), vacuómetro de gas y del inyector, y orificio de área variable para control manual de la dosificación de gas cloro. Todos estos componentes deberán estar visibles desde afuera de la unidad y deben ser fácilmente accesibles.

Cada clorador deberá ser capaz de dosificar la dosis máxima requerida, con un rango de variación manual de la dosificación de por lo menos 20:1. En funcionamiento automático, el rango de variación de dosificación del clorador, mediante válvula de control motorizada, deberá ser de por lo menos 10:1.

A su vez, cada clorador atenderá a un solo punto de aplicación de cloro, por lo que se instalará un eyector por clorador. El vacío necesario para el funcionamiento de los cloradores es dado por el pasaje de agua a presión a través de eyectores.

Existiendo falla en el sistema de alimentación de agua al eyector o de vacío, la unidad reguladora de vacío debe cerrar automáticamente. Deben ser previstos medios para limitar el vacío en la alimentación de cloro con la finalidad de evitar el sifonamiento de agua en el equipo de medición.

Todos los componentes y superficies que puedan estar en contacto con el cloro gas en presencia de humedad deben ser construidos de materiales resistentes al cloro húmedo.

#### 3.7.5 Eyectores

Se instalarán dos eyectores de 3" para una capacidad de 4.000 lb/día. El proveedor debe verificar el eyector seleccionado en la etapa de diseño.

Los eyectores se alimentarán con un caudal mínimo de agua de 5,0 L/s, a una presión de 5,30 kg/cm<sup>2</sup>.

Se debe instalar un manómetro aguas arriba y un vacuómetro en la tubería de suministro de cloro de gas de bajo vacío.

La instalación de una válvula de retención de seguridad debe instalarse en la línea que suministra gas cloro de bajo vacío, de acuerdo con lo presentado en los tabloneros de diseño.

### 3.7.6 Tuberías y equipos complementarios

#### Condiciones Generales

El proveedor proporcionará e instalará todas las tuberías, válvulas, conexiones, juntas, tornillos y tuercas, soportes y demás materiales necesarios para la instalación completa del sistema, desde los camiones de cloro hasta los inyectores. Todo el material en contacto con el cloro debe ser compatible para este servicio. Toda la instalación, limpieza y pruebas deben realizarse de acuerdo con las recomendaciones del Chlorine Institute. Durante el montaje, el aceite, la grasa u otros materiales extraños dentro de cualquier parte del sistema deben eliminarse por completo mediante métodos como el lavado o la limpieza con un paño saturado con tricloroetano u otro disolvente clorado adecuado. EL PROVEEDOR NO DEBE UTILIZAR HIDROCARBUROS O ALCOHOLES PARA LA LIMPIEZA. Los equipos, accesorios, tuberías y accesorios nuevos manchados de aceite deben desmontarse y limpiarse antes de su uso. ATENCIÓN. Algunos disolventes clorados como el tetracloruro de carbono (CCl<sub>4</sub>) pueden producir efectos fisiológicos graves a menos que se utilicen y eliminen siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante.

#### Tubería de cloro líquido y gas presión

Todas las tuberías de cloro líquido y gaseoso “seco” sometidas a presión mayor que la atmosférica deben ser de acero negro Sch 80, ASTM A 106, grado B.

Serán admitidos dos tipos de uniones:

- **Soldadura a tope.** Las conexiones para las soldaduras a tope serán de acero al carbono forjado clase 300, según normas ASTM 105, grado 2 y ANSI B16.1
- **Unión roscada.** Las uniones serán roscadas NPT selladas con litargirio y glicerina. Si debido a la longitud de las tuberías se hicieran necesarias uniones desmontables se instalarán bridas tipo amoníaco, conexión a rosca NPT, con junta de plomo, no se aceptarán uniones dobles.

Los **uniones** de las unidades reguladoras de vacío, filtros de gas, válvulas de diafragma y protección para manómetros y válvulas, serán de unión roscada según se especifica arriba.

Las juntas para servicio de cloro deben ser de tipo amoniaco de 2 pernos, clase 500. Las uniones deben tener roscas internas y bridas de unión con empaquetaduras de plomo. Los tornillos serán de acero inoxidable resistente a la acción del cloro.

Las conexiones roscadas deben realizarse con compuestos selladores o cintas especialmente recomendadas para el servicio de cloro.

### Tuberías de cloro gas vacío

Las tuberías y accesorios que se utilicen para la conducción de cloro gas vacío deberán ser de PVC rígido (polyvinyl chloride) usado en la fabricación de la tubería Schedule 80 debe ser Tipo 1, Grado 1 PVC 1120 (clase 12454-B) como se identifica en la Norma ASTM D1784. El compuesto debe tener las cantidades especificadas de pigmento, estabilizadores, y otros aditivos aprobados por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos para la transmisión de agua potable.

Deberán ir pintadas de color amarillo con tres líneas transversales de color verde que se repetirán cada 1 metro de tubería.

Las dimensiones físicas y tolerancias deben estar de acuerdo a los requerimientos exigidos por la Norma ASTM D 1785.

El marcado en las tuberías de PVC Schedule 80 deben cumplir la Norma ASTM D 1785 para indicar el nombre del fabricante o marca, el código del material, el tamaño nominal de la tubería, el calibre (Schedule) de la tubería, la clasificación de presión (Rating), el número de designación ASTM D 1785, y los sellos NSF para el agua potable.

### Válvulas

Las válvulas de cierre instaladas en las tuberías de cloro a presión deben ser de tipo línea conforma con las especificaciones técnicas del Chlorine Institute.

### Pruebas

Luego de finalizada la instalación de las tuberías de conducción de cloro líquido y gas, deberá ser aplicado vapor en la extremidad superior de las conducciones. El condensado y los materiales extraños presentes en la misma deben ser drenados de la tubería por la extremidad inferior. La aplicación de vapor debe continuar hasta que la tubería esté completamente caliente y limpia. A continuación, se debe detener la aplicación de vapor y, mientras la tubería todavía está caliente, se debe soplar aire seco con un punto de rocío máximo de  $-40^{\circ}\text{C}$  en la tubería hasta que el punto de rocío del aire de escape sea igual al de entrada. Esto puede tardar varias horas. Luego, la tubería debe cerrarse herméticamente para evitar la entrada de humedad.

Después del secado, el tubo debe lavarse con tricloroetano para asegurarse de que se haya eliminado todo el aceite y la grasa. Después de eso, toda la tubería de cloro gaseoso y líquido debe llenarse con aire seco a una presión de 10 bar (150 psi) y debe

probarse si hay fugas en todas las juntas con agua jabonosa. Todas las fugas deben repararse y la línea nuevamente se debe limpiar y secar. Luego se deben introducir pequeñas cantidades de cloro gaseoso en la línea a la presión de prueba elevada a 10 bar (150 psi) con aire seco, y el sistema nuevamente se prueba para detectar fugas.

### 3.7.7 Equipamiento específico a considerar

- **Sistema de cambio automático “switchover” de ton containers en operación.**
  - Sensores de presión instalado en la línea principal de cloro líquido.
  - Válvulas shut-off de cierre automático con motor eléctrico (4). En la operación normal, estarán 2 abiertas y 2 cerradas.
  - El agotamiento del volumen de cloro de los ton containers en uso (2) será detectado por baja presión en el sensor. Lo que procederá al cierre de las válvulas abiertas (2) y apertura de las cerradas (2) correspondiente a los cilindros de respaldo.
  - Si el sensor de presión sigue detectando presión baja, significa que los ton containers están vacío. Lo que disparará una alarma e interrumpirá el proceso de cloración.
  
- **Equipamiento a ser considerado:**
  - **Balanzas (4).** Para cilindros de 1 tonelada (907 kg) equipadas con apoya tubos giratorios. Cada balanza tendrá display digital y una señal eléctrica que indica el peso de cada unidad será enviada a un tablero general y de éste al sistema Scada de la Usina. Servirá para una capacidad total de 1680 kg y una precisión no mayor a 0,5 kg.
  - **Polipasto eléctrico montado sobre riel (1).** Servirá para una capacidad de 2,0 ton y 3,0 m de izado.
  - **Evaporador** (2 unidades, operando 1 de reserva). Salidas de información digital al PLC (a compatibilizar con el equipamiento de medición a instalar):
    - Nivel bajo de agua.
    - Baja temperatura de agua.
    - Alta temperatura de agua.
    - Estado del disco de ruptura en tanque de expansión.
  - **Cloradores** (2 unidades, operando 1 de reserva). Salidas de información analógica al PLC (a compatibilizar con el equipamiento de medición a instalar):
    - Caudal de cloro.
    - Apertura de la válvula de regulación en el clorador.

- **Sensor de bajo vacío (2, 1 por cada clorador).** Instalado en la línea de cloro gas que sale del clorador (puede estar en el clorador clorador). Salida digital a PLC.
- **Sensor de alto vacío (1).** Instalado en la línea de cloro gas que sale de los evaporadores hasta los cloradores. Salida digital a CLP.
- **Válvulas reguladoras de vacío (2).** Salida digital para indicar baja temperatura en el cuerpo de la válvula.
- **Analizadores de cloro residual + bombas de alimentación (1).** Contendrá dos bombas con operación 1+1.
- **Cámara de expansión.** Salida digital con estado disco de rotura. Total cinco (5) unidades.
- **Válvulas “shut-off” (4).** En una situación de emergencia estas válvulas cierran de forma automática mediante motor eléctrico (instalada a la salida de cada cilindro). Se debe enviar al PLC el estado de estas válvulas.
- **Equipamiento de emergencias:**
  - **Alarmas.** Lumínica y sonora.
  - **Detectores de cloro gas ambiente (10).** Instalados en la sala de acopio y operación de cilindros, evaporadores y cloradores.
  - **Sistema de neutralización de cloro gas (1):**
    - Extractores de aire para conducir el aire contaminado de la sala hacia el Scrubber.
    - Ventiladores de aire a la entrada de la sala.
    - Gas Scrubber: equipamiento de funcionamiento automático para neutralizar el volumen de cloro contenido en 1 cilindro de ton container. La neutralización de cloro gas se realizará mediante solución de NaOH.
  - **Pulsadores de emergencia (4).** En caso de ser accionados cierran las válvulas shut-off instaladas a la salida de cada cilindro ton container.

### 3.8 Otros materiales o equipos

#### 3.8.1 Módulos de Sedimentación Laminar

##### 1.1.1.2. *Obra Civil*

Se instalarán módulos en las unidades de sedimentación.

Las características y dimensiones de las unidades se indican a continuación (las mismas se encuentran acotadas en los planos del anteproyecto):

- Ancho de las celdas (dos celdas por unidad de sedimentación, a ambos lados del ducto central de distribución): 2,10 m. Es el ancho a cubrir por los módulos de sedimentación.
- Largo de las celdas: 22,50 m. Es la longitud a cubrir por los módulos de sedimentación.
- Separación entre canaletas superiores de recolección de clarificado: 2,25 m.
- Altura de agua sobre los módulos de sedimentación: 1,00 m.
- Distancia entre orificios de líquido floculado y base de placas: 1,05 m.
- Tasa hidráulica superficial (caudal de efluente/área bruta ocupada por placas):  $5,9 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

##### 1.1.1.3. *Características constructivas*

Los módulos de sedimentación deberán presentar las siguientes características:

- Espacio disponible para su instalación: 38 celdas de 2,10 m ancho; 22,50 m de largo y 1,00 m de altura (máxima).
- El ángulo de inclinación respecto a la horizontal de entre 55 – 65°.
- Sistema de distribución y recolección según se indica en planos de proyecto.
- El proveedor deberá suministrar los perfiles necesarios para el apoyo de los módulos de sedimentación, y en el caso de materiales plásticos que puedan flotar deberán incluirse tensores anti-flotación.
- Capacidad para escurrimiento de lodos por gravedad hacia espacio inferior en condiciones de autolimpieza.
- La geometría interna y diseño de placas serán de responsabilidad de la fabricante sujeta al cumplimiento de las prestaciones funcionales indicadas y para la posición espacial indicada para los módulos.
- Los materiales de los módulos podrán ser los siguientes: PVC, PRFV o Polipropileno. Los materiales plásticos deberán ser resistentes a la radiación UV. Los materiales suministrados deberán ser aptos para el trabajo con agua potable, contando con certificado de ANSI/NSF 61 o equivalente.



#### 1.1.1.4. *Datos a incluir en la propuesta*

- Hoja de datos con las características técnicas de los módulos.
- Discriminación de los accesorios y piezas a ser suministradas.
- Planos de detalle y datos de diseño para todos los componentes de la instalación. Los planos deben indicar la configuración de los módulos y su instalación
- Manual de instalación, operación y mantenimiento.
- Ensayos de fábrica a realizarse con su descripción, normas utilizadas y tolerancias.
- Con la información solicitada se presentará una Ficha Técnica.

### 3.8.2 Manto filtrante

#### 3.8.2.1 *Antracita*

El peso específico de la misma, estando seca, deberá estar comprendido entre 1,5 Ton/m<sup>3</sup> y 1,6 Ton/m<sup>3</sup>. El tamaño efectivo será (D10 size) de 0,90 ±0,05 mm y el coeficiente de uniformidad (D60/D10 size) será < a 1,4.

Ninguna partícula podrá tener un tamaño superior a 2,0 mm ni inferior a 0,70 mm.

El porcentaje máximo de planos (partículas cuya mayor dimensión excede tres veces la menor dimensión) no deberá ser mayor del 5%.

La antracita deberá encontrarse visiblemente libre de arcilla, barro esquisto y otras impurezas.

La estabilidad química del material en todos sus aspectos la determinará el ensayo de solubilidad en ácido clorhídrico de 40% de concentración. El máximo valor admisible de la solubilidad al ácido, así determinada, será del 1%. La dureza de Mohr será superior al 2,7.

#### 3.8.2.2 *Arena*

El lecho estará formado de arena con tamaño efectivo (D10 size) de 0,50±0,05 mm, coeficiente de uniformidad (D60/D10 size) de 1,5 y el peso específico estará comprendido entre 2,5 y 2,6 Ton/m<sup>3</sup>.

No poseerá partículas de tamaño inferior a 0,25 mm.

La arena estará compuesta de granos duros y resistentes, libre de arcilla, suciedad y materia orgánica. No debe contener hierro ni manganeso en cantidad o cualidad que afecte adversamente la calidad del agua filtrada. Debe ser insoluble en un 95% si se sumerge en una solución de ácido clorhídrico al 40%. Cumplirá, en general, con la norma B-100 de la AWWA.

### 3.8.2.3 Grava

De peso específico entre 2,4 y 2,8 Ton/m<sup>3</sup> que provengan de materiales duraderos, resistentes y sólidos mecánicamente, libre de arcilla, suciedad y materia orgánica sin contaminantes o partículas dañinas que afecten la calidad del agua potable o el funcionamiento del filtro.

No debe contener hierro ni manganeso en cantidad o cualidad que afecte adversamente la calidad del agua filtrada. Cumpliendo esas condiciones podrá utilizarse material natural y no proveniente de la trituración en cantera, el cual será de preferencia. Gravilla de  $D_{min} = 3,6$  mm a  $6,3$  mm y  $D_{máx} = 8,0$  mm.

### 3.8.3 Falso fondo en filtros

El mismo deberá ser apto para funcionar en las condiciones de diseño (lavado de aire y agua).

Requisitos:

- Ser aptos para arena y antracita.
- Ser apto para el lavado con agua y aire.
- Presentar una pérdida de carga menor a 1,4 mca para la tasa de lavado máxima con agua de 0,80 m/min.

Se sugiere la instalación de falsos Fondos Leopold modelo 360 de Xylem.

### 3.8.4 Depósitos de almacenamiento de Sulfato de Aluminio

#### 3.8.4.1 *Características Generales*

La solución de sulfato de aluminio concentrada se acopiará en silos o depósitos de PRFV ubicados en el exterior, dentro del predio de la planta. El total de silos será de seis (6), de forma cilíndrica de sección circular, cada uno para proveer un volumen útil de 50 m<sup>3</sup> (300 m<sup>3</sup> totales de acopio). Los silos se instalarán sobre una plataforma o losa de hormigón, provista de un murete o cordoneta perimetral de 1,5 m de altura que permite la contención total del producto en caso de una pérdida o derrame del mismo. La pileta o cuba así conformada presenta drenaje o pendiente hacia una boca de desagüe, que permite su vaciado hacia la red de desagües interna de la planta, previa apertura manual de una válvula de compuerta instalada en una cámara seca. Los silos se encuentran intercomunicados por su parte inferior de pares, según se indica en los planos.

### 3.8.4.2 Instalación y características constructivas

- Material de los silos en PRFV, el cual deberá cumplir con la normativa de la AWWA y ASTM, o equivalente MERCOSUR. El espesor mínimo de pared será de 10 mm, debiéndose justificar debidamente el empleo de espesores distintos al especificado. El material deberá ser apto para su instalación a la intemperie, así como para el acopio de la sustancia especificada (sulfato de aluminio líquido).
- Las características de la solución de sulfato de aluminio a acopiar son las siguientes: concentración del 50%, densidad 1,35 – 1,40 Kg/L, corrosivo y ácido.
- Cada silo deberá contar con los pases o aberturas indicados para las tuberías de llenado o carga de los mismos (superior), rebosadero (superior), tuberías de alimentación de bombas dosificadoras (inferior), ventilación (superior) y tapa superior para acceso de personal de operación y mantenimiento (500 mm, abulondada).
- Los tanques se interconectarán de a pares por su parte inferior, según se indica en planos, los cuales a su vez se conectan al múltiple de succión de las bombas dosificadoras.
- Los silos o depósitos apoyarán directamente sobre dados o plataformas de fundación individuales, a construir sobre la plataforma o playa de hormigón común a todos ellos. La vinculación de los silos a los dados o plataformas de fundación deberá garantizar la estabilidad de los mismos frente a cargas externas (vientos, golpes).
- Si bien cada silo contará con un sensor de nivel que permitirá el monitoreo desde el SCADA, se deberá incorporar al silo un visor externo para el control visual del nivel en los tanques. El mismo abarcará la totalidad de la altura útil de los silos, y podrá ser externo o bien integrado a la pared del tanque, de material adecuado para la función requerida (vidrio, material plástico transparente).

### 3.8.5 Depósitos de almacenamiento de Soda Cáustica

#### 3.8.5.1 Características Generales

La solución de soda cáustica se acopiará en silos o depósitos de acero ubicados en el interior de la casa química, al resguardo de la intemperie a efectos de evitar problemas de cristalización de la solución. En total son cuatro (4) silos, de forma cilíndrica, cada uno para proveer un volumen útil de 50 m<sup>3</sup> (200 m<sup>3</sup> totales de acopio).

Los silos se instalarán sobre el piso del local de la casa química, delimitados por un murete o cordoneta perimetral de 1,5 m de altura que permite la contención total del producto en caso de una pérdida o derrame del mismo. La pileta o cuba así conformada presenta drenaje o pendiente hacia una boca de desagüe, que permite su vaciado hacia la red de desagües interna de la planta, previa apertura manual de una válvula de compuerta instalada en una cámara seca. Los silos se encuentran intercomunicados por su parte inferior al manifold de succión de las bombas dosificadoras de soda cáustica.

La cuba de contención contempla la previsión de la superficie necesaria para la instalación de dos (2) silos adicionales para la futura ampliación.

### 3.8.5.2 Instalación y características constructivas

- El material de los silos será hierro, de calidad comprobada, siendo el espesor mínimo de pared igual a 10mm, debiéndose justificar debidamente el empleo de espesores distintos al especificado. Deberá declararse específicamente la aptitud del material para el acopio de la sustancia especificada (solución de soda cáustica al 50% en peso)
- Las características de la solución de soda cáustica a acopiar son las siguientes: concentración del 50% en peso, densidad 1.50 Kg/L, líquido corrosivo y básico.
- Cada silo deberá contar con los pases o aberturas indicados para las tuberías de llenado o carga de los mismos (superior), ventilación (superior), tuberías de alimentación de bombas dosificadoras (inferior), tuberías de recirculación de solución (altura media) y tapa superior para acceso de personal de operación y mantenimiento (500mm, abulondada o bridada).
- Los silos o depósitos apoyarán directamente sobre dados o plataformas de fundación individuales, a construir sobre el piso de la casa química.
- Todas las tuberías, válvulas y demás piezas especiales serán en acero inoxidable AISI 304, de modo de permitir el calentamiento de las mismas mediante soplete en caso de que se produzca la cristalización de la solución de soda cáustica (temperaturas inferiores a 12°C).
- El control del nivel en los silos se realizará visualmente, para lo cual cada uno de ellos contará con un visor exterior o bien integrado a la pared del tanque, de material adecuado (vidrio, material plástico transparente) que permitirá monitorear el nivel en el mismo en toda su altura útil.

### 3.9 Planta de Tratamiento de Efluentes Domésticos

Se instalará una Planta de Tratamiento de los Efluentes asimilables a domésticos generados por los operadores de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Arazatí. La planta deberá servir a una población de 20 habitantes equivalentes.

La planta será fabricada en PRFV o PEAD, para instalación subterránea.

El tipo de tratamiento a aplicar será de tipo secundario, es decir biológico aerobio, el que deberá incluir los siguientes procesos mínimos en una misma unidad:

- Cámara de decantación primaria para homogeneización del caudal y eliminación de sólidos gruesos.
- Sistema de aporte de oxígeno y homogenización del licor mezcla a través de compresor y parrilla de difusores de burbuja fina en EPDM.
- Sistema de recirculación de lodos activados a través de Airlift en el decantador secundario.
- Tuberías de entrada y salida en PVC.
- Cámara de contacto para desinfección con hipoclorito de sodio.
- Cuadro eléctrico de maniobra y protección de equipos mecánicos, incluido.
- Toma en boca de registro para instalación de tubo de ventilación

Complementariamente se deberá contar con una estación dosificadora de hipoclorito compuesta por:

- Bomba dosificadora de membrana con accionamiento electromagnético, regulación de impulsos y entrada para sonda de nivel, caudal 5 – 10 l/h a presión máxima de 10 bar, alimentación 220V 50Hz
- Depósito de acumulación polietileno para mezcla de producto de 120 litros de capacidad.
- Sonda de nivel para desconexión por falta de producto.
- Kit de accesorios: Filtro con válvula de retención de doble bola, Racor de inyección con válvula antirretorno de bola, 2 m de tubo de aspiración de PVC-cristal, 4 m de tubo de impulsión de polietileno, tacos de sujeción, tornillos, fusible.

#### Información para el dimensionamiento y diseño de la Planta:

- Caudal máximo diario 2 m<sup>3</sup>/d
- Población Equivalente 20 habitantes
- Aguas residuales asimilables a origen doméstico
- DBO: 300-500 mg/L
- SST: 250-400 mg/L
- Coliformes fecales 1x10<sup>7</sup> UFC/100mL

#### Valores de salida requeridos:

- DBO < 60 mg/L
- SST < 60 mg/L
- Coliformes Fecales < 5000UFC/1000mL

### 3.10 Dispositivos de protección antiarriete

Se lista a continuación los dispositivos de protección antiarriete requeridos para cada una de las infraestructuras principales de bombeo:

#### Estación de bombeo de agua bruta:

- Seis (6) Tanques Hidroneumáticos de 50 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo.

#### Aductora de agua bruta:

- Una (1) Chimenea de Equilibrio localizada a lo largo de la aductora.

#### Estación de recalque a Polder:

- Cuatro (4) Tanques Hidroneumáticos de 10 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo.

#### Estación de bombeo de agua potable:

- Seis (6) Tanques Hidroneumáticos de 20 m<sup>3</sup> de volumen c/u localizados en la estación de bombeo.

#### Aductor de agua potable:

- Cuatro (4) Tanques Unidireccionales de diversas dimensiones localizados a lo largo de la aductora.

#### 3.10.1 Tanques hidroneumáticos en: EBAB y recalque a Polder

Se instalarán tanques de tipo hidroneumático específicamente diseñados para la protección de sistemas frente a transitorios hidráulicos. Los mismos serán de tipo membrana, aptos para trabajos con líquidos con contenido de sólidos, y contacto con agua salobre del Río de la Plata (RDLP).

Principales características:

- **Cuerpo.** Los tanques serán cilíndricos con tapa y fondo de forma semi-cilíndrica en chapa de acero al carbono de calidad mínima SA 516 Gr 70. Internamente se realizará un tratamiento del tipo enarenado y aplicación de revestimiento protector del tipo epoxi anticorrosivo, de espesor mínimo 300 micras. Exteriormente también se aplicará un revestimiento protector, acorde con la zona donde se instalará el tanque.
- **Diámetro de salida e interconexión con aductora:** EBAB (900mm), Recalque a Polder (500mm).
- **Membrana.** Material apto para contacto con agua proveniente del RDLP. Se propone como material: butilo reforzado con malla interna de poliamida. Tendrá dos capas externas de butilo de al menos 2mm de espesor cada una y una malla reticulada interna de poliamida; espesor total: 4mm. Las dimensiones de la membrana serán de las mismas dimensiones que el tanque.
- **Control de nivel:**
  - o Se debe suministrar para cada tanque control de nivel por presión diferencial con salida de 4 a 20mA.
- **Componentes adicionales:**
  - o Reja anti extrusión. Apta para trabajo con agua de origen residual.

- o Tapas de inspección.
- o Válvula para llenado de membrana.
- o Ojales para izaje.

### 3.10.2 Tanques hidroneumáticos en: EBAT

Se instalarán tanques de tipo hidroneumático específicamente diseñados para la protección de sistemas frente a transitorios hidráulicos. Los mismos serán de tipo membrana, aptos para agua potable. Se prevé que sean tanques de tipo horizontal de 20 m<sup>3</sup> de volumen cada uno.

Principales características:

- **Cuerpo.** Los tanques serán cilíndricos con tapas de forma semi-cilíndrica en chapa de acero al carbono de calidad mínima SA 516 Gr 70. Internamente se realizará un tratamiento del tipo enarenado y aplicación de revestimiento protector del tipo epoxi anticorrosivo, de espesor mínimo 300 micras. Exteriormente también se aplicará un revestimiento protector, acorde con la zona donde se instalará el tanque.
- **Diámetro de salida e interconexión con aductora:** 1.500mm
- **Membrana.** Material apto para agua potable. Se propone como material: butilo reforzado con malla interna de poliamida. Tendrá dos capas externas de butilo de al menos 2mm de espesor cada una y una malla reticulada interna de poliamida; espesor total: 4mm. Las dimensiones de la membrana serán de las mismas dimensiones que el tanque.
- **Control de nivel:**
  - o Se debe suministrar un control de nivel por presión diferencial con salida de 4 a 20mA para cada uno de los tanques a instalar.
- **Componentes adicionales:**
  - o Reja anti extrusión.
  - o Tapas de inspección.
  - o Válvula para llenado de membrana.
  - o Ojales para izaje.

## 4 INSTALACIONES DE CONTROL DE PROCESOS

### 4.1 Solución Conceptual

Se desarrolla a continuación una descripción y justificación de las instalaciones de control propuestas para la planta potabilizadora de Arazatí.

El diseño que se propone a continuación tiene la filosofía de control automático de los procesos de clarificación (coagulación + floculación), interozonización, biofiltración y desinfección, bajo las siguientes pautas:

- La coagulación química comprenderá el ajuste automático de los caudales de solución de productos químicos, a partir de la medida del caudal de agua bruta afluente, de manera de asegurar una dosis prefijada a partir de ensayos jar-test;
- El sistema de ozonización se regulará automáticamente en base a una dosis de ozono pre establecida.
- El ciclo de lavado de filtros será automatizado prefijando los tiempos de operación de cada variable (secuencia de operación de lavados con agua y aire);
- Los principales parámetros de calidad de agua y variables de estado de equipos serán monitoreados a lo largo del proceso.

Para cumplir lo anterior, la planta contará con un sistema de control SCADA.

El mismo recibirá las señales correspondientes para monitorear las siguientes variables:

- Estado de bombas y compresores;
- Estado de válvulas y compuertas;
- Parámetros fisicoquímicos.

La propuesta básica contempla que el sistema SCADA permita monitorear las citadas variables, no obstante la operación se ejecutará desde paneles locales únicamente. Se propone en carácter de opcional la operación de los comandos a distancia desde un Centro de Control de Operaciones (CCO).

A continuación se describen por proceso, las distintas señales que recibirá el sistema, los eventos, alarmas y lazos de control.

La descripción corresponde al sistema de la propuesta opcional (con CCO) por ser más exhaustiva, e inclusiva de la fórmula básica de control operacional a partir de paneles locales.

Asimismo, la descripción incluye el control del sistema de dosificación de productos químicos y del lavado de filtros.



## 4.2 Descripción General del Sistema SCADA

Se trata de un sistema de monitoreo y control que integrará PLCs (autómatas programables) conectados a distintos tipos de equipamiento a fin de centralizar en un SCADA toda la visualización, control y adquisición de datos de las diferentes áreas del proceso.

Se registrarán todas las variables analógicas y digitales disponibles para luego obtener sus gráficas de tendencias históricas. De manera similar, se registrarán todas las alarmas y eventos de interés a nivel de una base de datos Microsoft SQL Server para luego poder realizar consultas sobre la misma.

La operación del sistema se podrá realizar de manera simultánea y transparente, en un principio desde tres puestos de trabajo; el propio nodo SCADA y dos nodos de operación remota.

El sistema se conectará con los siguientes tipos de hardware de campo:

- PLCs Siemens S7: el sistema contará con un driver de comunicación para PLCs S5/S7 con comunicación OPC Server via ethernet TCP/IP, MPI y Profibus.
- RTU RFSCADA: el sistema contará con un driver de comunicación multiprotocolo para la comunicación con estos equipos.

Las características y funcionalidades con las que se dotará el sistema SCADA estarán basadas, entre otras, en las pautas que se describen a continuación.

## 4.3 Descripción del Sistema de Control

El sistema de tratamiento a ser implementado puede dividirse en los siguientes subsistemas:

1. Estación de recalque a Polder.
2. Sistema de floco-sedimentación;
3. Sistema de ozonización;
4. Sistema de biofiltración;
5. Sistema de lavado de filtros;
6. Sistema de dosificación de productos químicos;
7. Sistema de cloración;
8. Sistema de espesado de lodos;
9. Sistema de deshidratación de lodos;
10. Sistema de recirculación de clarificados.
11. Estación elevadora de agua tratada (EBAT)

La arquitectura del sistema de control de todo el proceso estará conformada por:

- Un Panel de Control principal (TC) el cual contará con un autómata programable (PLC) y una interfase hombre máquina (HMI-1);
- Un Panel de Control para el recalque al Polder.

- Un Panel de control local en la zona de floculación;
- Un Panel de control local en la zona de sedimentación;
- Un Panel de control local en la zona de generación de ozono (integrando tableros de sistema de generación de oxígeno, generación de ozono y sistema de refrigeración y destrucción de ozono).
- Un Panel local en cada Filtro.
- Paneles de control local en la zona de dosificación de productos químicos;
- Un Panel de control local en la zona de espesado DAF de agua de lavado;
- Un Panel de control local en la zona de espesado Mecánico de lodos;
- Un Panel de control local en la zona de deshidratación de lodos;

La interfase hombre máquina, HMI\_1, del panel de control principal permitirá elegir los modos de operación, ver el estado de los equipos y las alarmas del sistema, así como también el arranque del sistema y parámetros de calidad a lo largo del proceso.

El sistema tendrá 3 estados, de los cuales 2 de ellos son modos de operación. Estos estados se enuncian a continuación:

- **Fuera de servicio:** El sistema espera la elección de alguno de los dos modos de operación.
- **Modo de Operación Puesta en Marcha:** Este modo de operación servirá para realizar las pruebas iniciales de operación del sistema o en caso de que se efectúen cambios sustanciales del mismo. Este modo de funcionamiento será de uso restringido por lo cual tendrá clave de acceso. En este modo de operación se deshabilitan los enclavamientos de proceso y los lazos de control, permitiendo que el operario pueda manejar los lazos de control en forma manual valores prefijados estáticos (por ejemplo valores de velocidad de variadores de frecuencia, ángulos de apertura en válvulas modulantes, etc.). Permitirá poner en funcionamiento cada equipo individualmente, siempre y cuando lo permitan las protecciones del mismo.
- **Modo de Operación Automático:** Este modo arrancará en forma automática cada subsistema de acuerdo a las especificaciones dadas en la descripción de los mismos. El sistema se pondrá en funcionamiento una vez dada la orden de marcha general desde la HMI\_1. La secuencia de arranque de los subsistemas es la siguiente:
  - Arranque del sistema de saturación;
  - Arranque del sistema de dosificación;
  - Arranque de los floculadores;
  - Arranque del sistema de recirculación de agua de lavado;
  - Arranque del sistema de extracción y deshidratación de lodos;
  - Arranque del sistema de lavado de filtro en forma cíclica.

Independientemente de los modos de operación del sistema general, el sistema de saturación, los floculadores, los barredores, el sistema de dosificación, deshidratación

de lodos y los filtros cuentan con paneles de control local que permitirán el funcionamiento local o remoto de los mismos.

#### 4.4 Alarmas y Paradas del Sistema

En el modo de funcionamiento automático, los siguientes eventos son condiciones de alarmas y parada del sistema:

- Parada de las bombas de recalque a Polder. Se dará alarma;
- Parada de las bombas dosificadoras. Se dará alarma y se parará el sistema;
- Parada de las bombas proveedoras de agua. Se dará alarma y se parará el sistema;
- Falla en alguno de los Floculadores. Se dará alarma;
- Falla en todos los Floculadores. Se dará alarma y se parará el sistema;
- Falla en el sistema de extracción de lodo. Se dará alarma;
- Falla en el sistema de generación de ozono. Se dará alarma;
- Falla en el sistema de cloración. Se dará alarma y se parará el sistema;
- Parada de las bombas elevadoras de agua potable. Se dará alarma.

Entendiendo por parada de sistema quedar en el modo Fuera de Servicio.

#### 4.5 Instrumentos de medición

##### 4.5.1 Obra de toma

La Obra de toma contará con los siguientes instrumentos de medición:

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para monitoreo de nivel en pozo húmedo.
- Un (1) conductivímetro, para monitoreo de conductividad eléctrica en pozo húmedo.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en línea de impulsión de agua bruta.
- Un (1) analizador de dióxido de cloro para control de dosis línea de impulsión de agua bruta.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de bombeo de agua bruta.

#### 4.5.2 Línea de potabilización

La línea de potabilización de la planta planta contará con los siguientes instrumentos de medición:

##### 4.5.2.1 *Entrada*

- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de entrada/recirculación desde Polder.
- Un (1) turbidímetro para medición de la turbiedad del agua bruta;
- Un (1) pH-metro para medición de pH del agua bruta;
- Un (1) conductivímetro, para monitoreo de conductividad eléctrica en agua bruta;
- Dos (1+1) sensor de nivel tipo radar, para medición de caudal en canal Parshall.

##### 4.5.2.2 *Recalque a polder*

- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en línea de impulsión a Polder.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de recirculación a Polder.

##### 4.5.2.3 *Agua coagulada*

- Un (1) pH-metro para medición de pH del agua coagulada.
- Un (1) analizadores de cloro libre y residual total en cámara repartidora de caudal a unidades.

##### 4.5.2.4 *Agua clarificada*

- Dos (2) turbidímetros para medición de la turbiedad del agua clarificada en cada módulo;

##### 4.5.2.5 *Ozono*

- Dos (2) analizadores de concentración de ozono a la salida de cada contactor.

##### 4.5.2.6 *Sistema de Filtración*

- Dos (2) sensores de nivel tipo radar, para control de nivel en canal de acceso a filtros.
- Dieciocho (18) turbidímetros para medición de la turbiedad del agua filtrada por cada filtro;
- Dos (2) caudalímetros térmicos másicos, para control del caudal de aire de lavado.
- Cuatro (4) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de agua de lavado de filtros.

##### 4.5.2.7 *Tanque Agua Filtrada – Salida*

- Dos (2) sensor de nivel tipo radar, para control de nivel en tanques de agua filtrada.

- Dos (1+1) pH-metro para medición de pH del agua filtrada;

#### 4.5.2.8 EBAT

- Dos (1+1) turbidímetro para medición de la turbiedad del agua potable elevada;
- Un (1) analizadores de cloro libre y residual total en la salida del agua potable elevada.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en aductora de agua potable.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal de agua potable elevada;

#### 4.5.3 Línea de tratamiento de lodos

La línea de tratamiento de lodos de la planta potabilizadora contará con los siguientes instrumentos de medición:

##### 4.5.3.1 TP1 de Lodo Decantado

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal a espesadores mecánicos.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a espesadores.
- 

##### 4.5.3.2 TP3 de Agua de Lavado de Filtros

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Un (1) caudalímetro electromagnético para medición del caudal a espesado DAF.
- Un (1) sensor de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a espesador DAF.

##### 4.5.3.3 TP4 de Clarificado de Espesados

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.

##### 4.5.3.4 TP2 de Lodos Espesados

- Un (1) sensor de nivel tipo radar, para medición de nivel.
- Dos (2) caudalímetro electromagnético para medición del caudal a deshidratación.
- Dos (2) sensores de presión para monitoreo de presión en tubería de impulsión a deshidratación.

Cada instrumento enviará las señales correspondientes, que serán visualizadas en el panel principal. Asimismo los valores serán almacenados, lo cual permitirá tener un registro histórico, emitir reportes, etc.

## 5 COSTOS ESTIMADOS DE OPERACIÓN (OPEX)

### 5.1 Introducción

Se procede a continuación a analizar los costos operativos variables asociados a la operación de la planta en un régimen continuo de 229.000 m<sup>3</sup>/d.

A nivel de costos variables se consideran energía y productos químicos asociados a la operación, tanto de la fase de proceso de potabilización, como de las unidades periféricas de tratamiento de lodos.

### 5.2 Costos Energéticos

En la Tabla siguiente se detalla el análisis de los costos variables de energía a partir de un relevamiento exhaustivo de equipamientos con consumo eléctrico y su frecuencia de uso.

Para el cálculo de los costos se ha considerado un precio de energía de 0,105 U\$D/kWh.

RESUMEN DE INSTALACION Y CONSUMO ELECTRICO	Unidad	Valor
Motores instalados totales	Unidades	161
<b>Motores en uso</b>	<b>Unidades</b>	<b>111</b>
<b>Potencia Activa consumida total (Pct)</b>	<b>kW</b>	<b>7.244</b>
Potencia Reactiva total (Qct)	kVAr	3.977
Potencia Aparente total (Sct)	KVA	8.264
Potencia eléctrica demandada total	KVA	6.116
<b>Consumo de Energía Media Diaria</b>	<b>kWh x d</b>	<b>121.518</b>
<b>Consumo de Energía Específico</b>	<b>kWh/m3</b>	<b>0,53</b>
Costo Medio Energía	U\$D/kWh	0,105
Costo Potencia Máxima Demandada	U\$D/kWh	-
Costo por Energía Eléctrica consumida	U\$D/día	12.759,4
Costo por potencia instalada (200KW)	U\$D/mes	-
Costo por cargo fijo mensual	U\$D/mes	-
<b>Costo de Energía Eléctrica - DIARIO</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>12.759</b>
<b>Costo de Energía Eléctrica - MENSUAL</b>	<b>U\$D/mes</b>	<b>382.783</b>
<b>Costo Específico de Energía Eléctrica</b>	<b>U\$D/m3</b>	<b>0,056</b>

Tabla 5-1: Costos Operativos de Energía Eléctrica

El costo energético incluye el consumo de las bombas elevadoras de agua bruta, de los equipos de recalque a Polder y de las elevadoras de agua potable hacia la red de distribución (recalque Melilla).

A continuación, se indican los principales consumos y sus porcentajes respecto al consumo de energía total de la planta:

- Bombas elevadoras de agua bruta: 22% (26,7 MW hxd).
- Sistema de interozonización: 6% en régimen normal (7,7 MW hxd).
- Bombas elevadoras de agua potable: 63% (76,9 MW hxd).
- Sistema de tratamiento de lodos: 4% (5,0 MW hxd).
- Sistema de potabilización: 2% (2,4 MW hxd).
- Bomba de recalque a Polder: 3% (3,2 MW hxd).

### 5.3 Costos de Productos Químicos

En la Tabla siguiente se detalla el cálculo exhaustivo de consumo y costos de productos químicos asociados:

PLANILLA DE CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS - PRODUCTOS QUÍMICOS			
<i>Unidad de Tratamiento:</i>		<b>PTAP ARAZATÍ (Arazatí)</b>	
<i>Caudal de tratamiento:</i>	Q=	<b>9,542</b>	m <sup>3</sup> /h
<i>Volumen de agua tratada diaria</i>	V =	<b>229,000</b>	m <sup>3</sup> /d
<i>Cantidad de horas de funcionamiento:</i>	h=	<b>24</b>	hrs
<b>Costos Operativos en Productos Químicos:</b>			
<b>Consumo de químicos:</b>			<b>COMENTARIO</b>
<b>Sulfato de Aluminio</b>			
Dosis media sulfato de aluminio técnico	D=	mg/l ó g/m <sup>3</sup>	50
Concentración	C=	%	48%
Densidad	Dens=	Kg/l	1,35
Consumo (comercial)	Sulfato de Aluminio	kg/día	11.450
Flujo de diseño	q=	l/h	736,2
<b>Costo unitario (estimado)</b>		<b>U\$D/kg</b>	<b>0,54</b>
<b>Costo total diario</b>		<b>U\$D/día</b>	<b>6.183</b>
<b>Polímero de proceso</b>			
Dosis media	D=	mg/l ó g/m <sup>3</sup>	0,50
Concentración	C=	%	0,20%
Densidad	Dens=	Kg/l	1,00
Consumo de producto granular	Polímero de proceso	kg/día	114,5
Consumo de la solución	Polímero de proceso	kg/día	57.250
Caudal de dosificación a 0,20%	q=	l/h	2.385,4

<b>Costo unitario (estimate)</b>	<b>U\$D/kg</b>	<b>7,50</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>859</b>
<b>Polímero para lodos</b>		
Masa de Lodo BC	Mmin= tonSS/d	2,7
Masa de Lodo AC	Mmin= tonSS/d	15,0
Masa de Lodo Deshidratación	Mmin= tonSS/d	17,7
Dosis espesada DAF (base seca)	D= kg / tonSS	1,0
Dosis espesado mecánico (base seca)	D= kg / tonSS	3,5
Dosis deshidratación (base seca)	D= kg / tonSS	6,0
Concentración	C=	0,20%
Densidad	Dens= Kg/l	1,00
Consumo de producto granular	Polímero para lodos kg/día	162
Consumo de la solución	kg sol/día	80.756
Caudal de dosificación a 0,20%	q= l/h	3.365
<b>Unit cost (estimate)</b>	<b>U\$D/kg</b>	<b>7,50</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>1.211</b>
<b>Soda Cáustica</b>		
Dosis media	D= mg/l ó g/m3	30,0
Concentración solución	C=	36%
Densidad	Dens= Kg/l	1,40
Consumo PPQQ	Soda Cáustica kg/día	6.870
Caudal dosificación	q= l/h	568
<b>Costo de PPQQ</b>	<b>U\$D/kg</b>	<b>0,80</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>5.496</b>
<b>Cloro gas</b>		
Dosis media	D= mg/l ó g/m3	4,0
Concentración	C=	100%
Densidad	Dens= Kg/l	1,00
Consumo PPQQ	Cloro gas kg/día	916
Caudal dosificación	Q= l/h	38
<b>Costo unitario de PPQQ</b>	<b>U\$D/kg</b>	<b>1,65</b>
<b>Costo total diario</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>1.511</b>
Total PPQQ		
<b>Costo total diario de PPQs</b>	<b>U\$D/día</b>	<b>15.300</b>

Tabla 5-2: Costos Operativos de Productos Químicos.



## 6 ANEXO

### 6.1 Memoria de Cálculo

#### 6.1.1 Estación de Bombeo de Agua Bruta

**Referencias**

Fórmula de cálculo		c
Dato a ingresar		d

Datos de base	Valor	Unidad	
Caudal de diseño	300.000	m3/d	d
Caudal de diseño	3.472	l/s	c
Caudal de diseño	208.333	l/min	c
Caudal de diseño	12.500	m3/h	c
N° de tubos de toma	3	u	d
<b>Características del fluido</b>			
Viscosidad cinemática	1,395E-06	m2/s	d
Rugosidad de material, e=	0,3	mm	d
<b>Determinación Altura de Bombeo</b>			
<b>Cantidad de Equipos de bombeo</b>			
Cantidad de bombas	4	u	d
Bombas en operación	3	u	d
Reserva	1	u	c
Caudal por bomba	4167	m3/h	c
Caudal por bomba	69	m3/min	c
Caudal por bomba	1157	l/s	c
<b>Tubería de Succión</b>			
Diámetro tuberías	900	mm	d
Velocidad en tuberías	1,82	m/s	c
Diámetro boca succión bomba	800	mm	d
Velocidad succión a la bomba	2,30	m/s	c
Diámetro campana succión	1000	mm	d
Velocidad campana succión	1,47	m/s	c
N° Reynolds	1,17E+06	adim	c
e <sub>relativa</sub>	0,000333	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0159	adim	c
Tramo vertical	5,0	m	d
Tramo horizontal	5,0	m	d
Pérdida carga parcial distribuida	0,03	m	c
Gradiente hidráulico J	3,0	m/km	c
<b>Piezas Especiales</b>			
	Cantidad	(N°piezasxKu)	
Entrada normal	1,0	0,5	d
Curva 90° tramo de succión	2,0	1,8	d
Curva 45° tramo de succión	0,0	0	d
Válvula / Llave tramo de succión	1,0	0,3	d
Ampliación entrada a la bomba	1,0	0,6	d
Pérdida carga parcial succión	0,60	m	c
<b>Tubería impulsión (boca de salida a impulsión, empalme con colector común)</b>			
Diámetro tuberías	900	mm	d
Velocidad	1,82	m/s	c
Diámetro boca impulsión bomba	800	mm	d

Velocidad	2,30	m/s	c
N° Reynolds	1,17E+06	adim	c
e_relativa	0,000333	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0159	adim	c
Tramo vertical	15	m	d
Tramo horizontal	10	m	d
Pérdida carga parcial distribuida	0,07	m	c
Gradiente hidráulico J	3,0	m/km	c
<i>Piezas Especiales</i>	Cantidad	(N°piezasxKu)	
Entrada normal	0	0	d
Salida	0	0	d
Codos 90°	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	<b>1,14</b>	m	c
<b><i>Tubería impulsión (múltiple de salida)</i></b>			
<b>Diámetro tramo 1</b>	1620	mm	d
Caudal	1157	l/s	c
Velocidad	0,56	m/s	c
Longitud	5,0	m	d
N° Reynolds	6,52E+05	adim	c
e_relativa	0,000185	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0150	adim	c
Pérdida carga parcial distribuida	0,00075	m	c
J impulsión tramo 1	0,1	m/km	c
Perdida de carga parcial impulsión tramo 1	<b>0,006</b>	m	c
<b>Diámetro tramo 2</b>	1620	mm	d
Caudal	2315	l/s	c
Velocidad	1,12	m/s	c
Longitud	5,0	m	d
N° Reynolds	1,30E+06	adim	c
e_relativa	0,000185	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0144	adim	c
Pérdida carga parcial distribuida	0,00286	m	c
J impulsión tramo 2	0,6	m/km	c
Perdida de carga parcial impulsión tramo 2	<b>0,02</b>	m	c
<b>Diámetro tramo 3</b>	1624	mm	d
Caudal	3472	l/s	c
Velocidad	1,68	m/s	c
Longitud	10,0		d
N° Reynolds	1,95E+06	adim	c
e_relativa	0,000185	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0141	adim	c
Pérdida carga parcial distribuida	0,01247	m	c
J impulsión tramo 3	1,2	m/km	c
Perdida de carga parcial impulsión tramo 3	<b>0,055</b>	m	c
<b>Diámetro tramo 4</b>	1620	mm	d
Caudal	3472	l/s	c

Velocidad	1,68	m/s	c
Longitud	30,0	m	d
N° Reynolds	1,96E+06	adim	c
e_relativa	0,000185	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0141	adim	c
Pérdida carga parcial distribuida	0,03788	m	c
J impulsión tramo 3	1,3	m/km	c
Perdida de carga parcial impulsión tramo 3	<b>0,081</b>	m	c
Perdida de carga en múltiple común	<b>0,164</b>	m	c
<b>Tubería de Impulsión</b>			
<b>Tramo hasta Ppotabilizadora</b>			
Diámetro	<b>1620,4</b>	mm	d
Velocidad	1,68	m/s	c
Longitud geométrica	8000	m	d
N° Reynolds	1,96E+06	adim	c
e_relativa	0,000185	adim	c
f (Swanee-Jane)	0,0141	adim	c
Pérdida carga parcial distribuida	10,10	m	c
J impulsión ppal	1,26	m/km	c
Cequivalente (H-W) - referencia	129	adim	c
Pérdida carga salida de la impulsión	0,1	m	c
<i>Piezas Especiales</i>	Cantidad	(N°piezasxKu)	
Codos 45°	4	1,6	d
Codos 90°	2	1,8	d
Codos 22.5°	2	0,4	d
Codos 11.25°	2	0,10	d
Pérdida de carga por piezas especiales	0,6	m	c
Pérdida carga parcial impulsión FD	<b>10,8</b>	m	c
<b>Altura geométrica</b>			
Cota mínima en PB	-1,99	mWh	c
Cota máxima en PB frecuencia mínimos 50%	-0,06	mWh	c
Cota de descarga	24,91	mWh	d
Dhgeom (medio RDLP)	25,0	m	c
Dhgeom (mín RDLP)	26,9	m	c
Dhgeom (media)	<b>25,9</b>	m	c

<b>Carga Equipos de bombeo</b>			
Carga de bombas (medio RDLP)	<b>37,7</b>	m	c
Carga de bombas (mínimo RDLP)	<b>39,6</b>	m	c
Carga de bombas (medio)	<b>38,7</b>	m	c

Carga de diseño	<b>39,6</b>	m	c
Potencia Hidráulica/Bomba	438	Kwatt	c
Rendimiento	80%		d
Potencia/Bomba	548,0	Kwatt	c
Potencia Total	1644,0	Kwatt	c

<b>Verificación Sumergencia</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	
Caudal de verificación	1157	l/s	c
Diámetro de campana	1000	mm	c

Velocidad en la succión	1,47	m/s	c
Número de froude	0,47		c
Sumergencia mínima	2,08	m	c
Delación S/D	2,08	-	c

Verificación NPSH	Valor	Unidad	
NPSH req	8,0	m	d
NPSH disponible minimo	10,4	m	c
Margen para NPSH disponible	2,4	m	c
Presión atmosférica	1,03	kg/cm2	d
Presión de vapor	0,017	kg/cm2	d
Altura estática de succion	1,20	m	d
Perdidas en succion	0,60	m	c
NPSH disponible	10,7	m	c
NPSH disponible-NPSH requerido	2,7	m	c

6.1.2 Planta Potabilizadora

2 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA (Q inicial = 240.000 m3/d)						
Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios		
2,1 <i>Datos generales</i>						
Caudal de diseño	d	2.783	L/s			
2,2 <i>Cámara de carga</i>						
Caudal de diseño	d	4.174	L/s	Se corresponde con 3 módulos		
Tiempo de retención	d	40	s	Entre 20 y 40 segundos según repartido VII-2 de ENOHS		
Volumen necesario	c	167,0	m3			
Altura útil	d	7,0	m			
Área sección	c	23,9	m2			
Ancho	d	5,0	m			
Largo	c	4,8	m			
Relación Ancho/Largo	c	1,0	m			
2,3 <i>Vertedero de desborde a Parshall</i>						
Número de vertederos	d	1	Unid			
Caudal de diseño	d	2,78	m3/s			
Longitud de vertedero	d	5,00	m			
Carga sobre vertedero de recolección	c	0,45	m	Formula de Francis		
2,4 <i>Canal de cámara de carga a Parshall</i>						
Longitud recomendada	d	47,59	m			
Ancho 1	d	5,00	m			
Tirante 1	d	1,00	m			

2 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA (Q inicial = 240.000 m3/d)

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Energía 1	c	1,02	m	
Carga 1	d	1,02	m	
Escalón	c	0,36	m	
Ancho 2	d	4,76	m	
Tirante 2	d	0,53	m	
Energía 2	c	0,59	m	
Carga 2	c	0,96	m	
Carga 1 - Carga 2	c	0,06	m	
<b>Canal Parshall</b>				
Caudal de diseño	d	2.783	L/s	
Ancho de Garganta (W)	d	10	pies	
		3,05	m	
Capacidad mínima	d	200	L/s	
Capacidad máxima	d	5660	L/s	
Parámetro k	d	7,691	Adim	
Parámetro n	d	1,616	Adim	
Altura de agua en la sección de medición (Ho)	c	0,53	m	Q=k*Ho^n
parámetro D	d	4,76	m	
parámetro D'	c	4,19	m	
Velocidad en la sección D'	c	1,25	m/s	
Caudal específico en la garganta del Parshall	c	0,91	m3/s/m	
Parámetro N	d	0,34	m	
Carga hidráulica disponible	c	0,96	m	

2,5

2 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA (Q inicial = 240.000 m3/d)

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Cos $\theta$	c	-0,57		
$\theta$	c	2,18	rad	
Velocidad aguas arriba del resalto	c	3,73	m/s	
Altura de agua aguas arriba del resalto	c	0,24	m	
Número de Froude aguas arriba del resalto	c	2,41	Adim	Entre 1.7 e 2.5
Altura de agua en el resalto (H2)	c	0,72	m	
Velocidad en el resalto	c	1,27	m/s	
Parámetro K	d	0,15	m	
Altura en la sección de salida (H3)	c	0,53	m	
Parámetro C	d	3,66	m	
Velocidad en la sección de salida	c	1,43	m/s	
Perdida de carga en el resalto	c	0,15	m	
Tiempo de mezcla	c	2,26	seg	
Gradiente de velocidad (G)	c	761,55	1/seg	
Desnivel en el piso Canal Parshall	c	0,19	m	
Sumergencia mínima para descarga libre	d	60%	m	Entre 60 y 70% del Ho
Cálculo X	c	0,21	m	Para PH elijo 50 cm
<b>2,6 Vertedero repartidor de caudales</b>				
Número de vertederos	d	2	Unid	
Caudal de diseño	d	1,39	m3/s	
Longitud de vertedero	d	3,50	m	
Carga sobre vertedero de recolección	c	0,36	m	Formula de Francis
<b>2,7 Tubería de conexión mezcla rápida a floculación</b>				

**2 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA (Q inicial = 240.000 m3/d)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal de diseño	c	1.391	L/s	Qtotal/2
Diámetro externo	d	1.462	mm	FD k7
Espesor	d	13	mm	
Diámetro de la tubería	c	1435,4	mm	
Velocidad	c	0,86	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	45,0	m	
Coeficiente de H-W	d	130	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	0,41	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	<b>0,02</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
Piezas Especiales		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Codos 90º	d	1	0,9	
Codos 45º	d	0	0,0	
Válvula / Llave	d	0	0,0	
Te directa	d	0	0,0	
Te lateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada	c	<b>0,09</b>	m	
Pérdida de carga total en tubería	c	<b>0,11</b>	m	
<b>Canal de Conducción a Floculación</b>				
Caudal de diseño tramo arranque	c	1391,49	L/s	1/2 para cada lado

2,8



**2 UNIDAD DE MEZCLA RAPIDA (Q inicial = 240.000 m3/d)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Ancho inicial del canal	d	3,00	m	
Tirante inicial de agua	d	1,50	m	
Velocidad inicial de agua	c	0,31	m/s	
Caudal de diseño tramo final	c	154,61	L/s	1/18 antes de la última compuerta
Ancho final del canal	d	1,00	m	
Tirante final de agua	d	1,40	m	Asumo 10 cm de pérdida de carga
Velocidad final de agua	c	0,11	m/s	

**3a FLOCULADORES MECANICOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>Datos generales</b>				
Número de unidades de floculación en paralelo	d	18,0	Unid	
Caudal de diseño	c	154,6	L/s	
		556,6	m <sup>3</sup> /h	
Número de celdas de floculación en serie	d	3,0	Unid	
<b>Compuerta de entrada a floculadores:</b>				
Ancho de pasaje	d	0,60	m	
Altura de pasaje	d	0,60	m	
Radio hidráulico	c	0,15	m	
Factor de fricción	d	0,02	Adim	

3a FLOCULADORES MECANICOS

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
	Velocidad	c	0,43	m/s	
	Gradiente de velocidad	c	33,94	1/s	
	Coefficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
	Pérdida de carga en pasaje	c	0,02	m	
3,3	<b>Primer compartimento de floculación (G=80 s<sup>-1</sup>):</b>				
3,31	<i>Dimensiones de la unidad:</i>				
	Ancho de celdas de floculación	d	5,30	m	
	Largo de celdas de floculación	d	4,40	m	
	Profundidad	d	4,00	m	
	Volumen de cada celda	c	93,3	m <sup>3</sup>	
	Tiempo de retención hidráulica	c	10,1	min	
3,32	<i>Cálculo de paletas:</i>				
	Diámetro de Turbina (D)	d	1,30	m	
	Largo de c/ paleta (B)	c	0,65	m	
	Ancho de c/ paleta (b)	c	0,16	m	Valor proyectado, paleta inclinada 45°
	Número de rotaciones de turbina (n)	d	0,66	1/s	Variar
	Número de rotaciones de turbina (N)	c	39,60	1/min	
	Velocidad perimetral (v)	c	2,70	m/s	
	Número de Reynolds (Re)	c	9,72E+05	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	80,45	kg.m/s	
			0,79	Kw	

**3a FLOCULADORES MECANICOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Gradiente de velocidad	c	86	1/s	10 a 70 1/s Pág. 118 Susumu Kawamura
Rendimiento mecánico	d	65%		
Potencia estimada del motor	c	1,2	kW	
Torque	c	190,3	N.m	PMRV075-90L/6B; Pot = 1,1 kW
<i>Verificaciones geométricas:</i>				
Posición de paletas con respecto a fondo (h)	d	1,20	m	
Relación L/D	c	3,38	adim	Entre 2,0 y 6,6
Relación H/D	c	3,08	adim	Entre 2,7 y 3,9
Relación h/D	c	0,92	adim	Entre 0,9 y 1,1
<i>Pasaje entre celdas de floculación:</i>				
Ancho de pasaje	d	0,80	m	
Altura de pasaje	d	0,80	m	
Radio hidráulico	c	0,20	m	
Factor de fricción	d	0,02	Adim	
Velocidad	c	0,24	m/s	
Gradiente de velocidad	c	12,40	1/s	
Coeficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
Pérdida de carga en pasaje	c	0,01	m	
<b>Segundo compartimento de floculación (G=60 s-1):</b>				
<i>Dimensiones de la unidad:</i>				
Ancho de celdas de floculación	d	5,30	m	
Largo de celdas de floculación	d	4,40	m	
Profundidad	d	4,00	m	

**3a FLOCULADORES MECANICOS**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios	
3,42	Volumen de cada celda	c	93,3	m <sup>3</sup>		
	Tiempo de retención hidráulica	c	10,1	min		
	<i>Cálculo de paletas:</i>					
	Diámetro de Turbina (D)	d	1,30	m		
	Largo de c/ paleta (B)	c	0,65	m		
	Ancho de c/ paleta (b)	c	0,16	m	Valor proyectado, paleta inclinada 45°	
	Número de rotaciones de turbina (n)	d	0,54	1/s	Variar	
	Número de rotaciones de turbina (N)	c	32,10	1/min		
	Velocidad perimetral (v)	c	2,18	m/s		
	Número de Reynolds (Re)	c	7,88E+05	adim		
3,43	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	42,85	kg.m/s		
			0,42	Kw		
	Gradiente de velocidad	c	63	1/s		
	Rendimiento mecánico	d	65%			
	Potencia estimada del motor	c	0,65	kW		
	Torque	c	125,1	N.m	PMRV075-90S/6A; Pot = 0,75 kW	
	<i>Verificaciones geométricas:</i>					
	Posición de paletas con respecto a fondo (h)	d	1,20	m		
	Relación L/D	c	3,38	adim	Entre 2,0 y 6,6	
Relación H/D	c	3,08	adim	Entre 2,7 y 3,9		
Relación h/D	c	0,92	adim	Entre 0,9 y 1,1		

**3a FLOCULADORES MECANICOS**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
3,44	<i>Pasaje entre celdas de floculación:</i>				
	Ancho de pasaje	d	0,80	m	
	Altura de pasaje	d	0,80	m	
	Radio hidráulico	c	0,20	m	
	Factor de fricción	d	0,02	Adim	
	Velocidad	c	0,24	m/s	
	Gradiente de velocidad	c	12,40	1/s	
	Coefficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
	Pérdida de carga en pasaje	c	0,01	m	
3,5	<b><u>Parámetros totales en floculadores mecánicos</u></b>				
	Tiempo de retención hidráulico	c	20,1	min	20 a 30 min Pág. 118 Susumu Kawamura
	Número de Camp	c	9,0E+04	Adim	
	Pérdida de carga total	c	0,01	m	

**3b FLOCULADORES HIDRAULICOS (ALABAMA)**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
4,01	<b>Datos generales</b>				
	Número de unidades de floculación en paralelo	d	18,0	Unid	

**3b FLOCULADORES HIDRAULICOS (ALABAMA)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal de diseño	c	154,6	L/s	
		556,6	m <sup>3</sup> /h	
Número de celdas de floculación en serie	d	1,0	Unid	
<b><u>Tercera etapa de floculación hidráulica (G=40 s-1):</u></b>				
Tiempo de retención hidráulico	d	10,0	minutos	
Volumen del floculador	c	92,8	m <sup>3</sup>	
Número de celdas en serie	d	6,0	Unid	
Volumen de cada celda	c	15,5	m <sup>3</sup>	
Altura útil	d	4,0	m	
Área de cada celda	c	3,9	m <sup>2</sup>	
Carga superficial por cámara	c	40,0	L/s/m <sup>2</sup>	25 a 50 L/s por m <sup>2</sup> de cámara. ENOSHA Funda VII-7 Pág. 29.
Ancho de celda	d	0,9	m	
Largo de celda	c	4,3	m	
Diámetro nominal de la tubería	d	700,0	mm	
Diámetro externo de la tubería	d	738,0	mm	
Espesor	d	8,4	mm	
Diámetro interno de la tubería	c	721,2	mm	
Velocidad en la curva	c	0,38	m/s	Entre 0,2 - 0,4 m/s. Arboleda Valencia Tomo 1 Pág.138.
k entrada normal	d	0,5		
k curva de 90°	d	0,4		
k salida	d	1,0		
Sumatoria de coeficientes k	c	1,90		
Perdida de carga en pasajes	c	0,01	m	

4,02

**3b FLOCULADORES HIDRAULICOS (ALABAMA)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Número de pasajes	d	6,0		
Perdida de carga total en pasajes	c	0,08	m	
Gradiente hidráulico	c	34,5	s-1	

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>Datos generales</b>				
Número de unidades de sedimentación en paralelo	d	18,0	Unid	
Caudal de diseño de cada unidad	c	154,6	L/s	
		556,6	m <sup>3</sup> /h	
Celdas de sedimentación en paralelo por unidad de clarificación	d	2,0	Unid	
Caudal de diseño de cada celda	c	77,3	L/s	
		278,3	m <sup>3</sup> /h	
Ancho de cada celda	d	2,10	m	
Longitud de unidades	d	26,20	m	
Profundidad útil de la unidad	d	4,60	m	
<b>Cálculo de placas:</b>				
<i>Geometría de los módulos de sedimentación:</i>				
Ángulo de inclinación de las placas	d	60,00	°	
		1,05	rad	

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
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		
<i>Dimensionado de la celda:</i>				
Velocidad de sedimentación de la partícula	c	<b>1,70</b>	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	24,48	m/d	
	c	2,83E-04	m/s	
Área superficial útil calculada	c	53,8	m <sup>2</sup>	
Área total necesaria	c	55,0	m <sup>2</sup>	Incluye superficie inutilizada
Tasa equivalente	c	5,1	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	
Longitud necesaria	c	26,21	m	
Longitud asumida	d	26,20	m	
Área superficial útil establecida	c	53,8	m <sup>2</sup>	
Área total necesaria establecida	c	55,0	m <sup>2</sup>	
Tasa resultante	c	5,1	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	
		121	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d	Arboleda: Entre 120 - 180 m3/m2/d. Ed 2000, pag 201.
Velocidad longitudinal	c	0,17	cm/s	<0,3 cm/s

4,22



4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Radio hidráulico	c	1,71	cm	
Número de Reynolds	c	99	adim	<400, implica flujo laminar estable
Factor de fricción	c	0,6	adim	
Velocidad de arrastre - Fórmula de Cunha	c	0,10	cm/s	Verifica arrastre de sedimentos
<b><u>Distribución de agua floculada:</u></b>				
<b><u>Orificios de distribución:</u></b>				
Separación entre orificios de descarga	d	0,45	m	
Número de orificios en la longitud de la unidad	c	58,0	Unid	
Diámetro Nominal de la tubería de descarga	d	110	mm	Tubería PVC agua 0,4 Mpa
Espesor de pared	d	2,2	mm	
Diámetro interno de los orificios	c	106	mm	
Caudal por orificio	c	1,33	l/s	
Velocidad de distribución en los orificios	c	0,15	m/s	Preferentemente menor a 0,2 m/s
Pérdida de carga en los orificios	c	0,004	m	
Área de los orificios	d	0,009	m <sup>2</sup>	
Perímetro mojado	c	0,33	m	
Radio hidráulico	c	0,026	m	
Factor de fricción	d	0,02	Adim	
Gradiente de velocidad	c	17,07	1/s	
<b><u>Posición de los orificios:</u></b>				
Relación l/H máxima	d	2,00	Adim	Para una tasa de sedimentación de 140 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
Distancia mínima a los módulos de sedimentación (r)	c	1,05	m	
Velocidad máxima en el eje (U <sub>ex_max</sub> )	c	0,0474	m/s	

4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Velocidad máxima en el chorro (U <sub>ex</sub> )	c	0,0005	m/s	
Relación de velocidades (U <sub>ex</sub> /U <sub>or</sub> )	c	0,0031	adim	
Distancia mínima de los módulos de sedimentación hasta el manto de lodo	c	0,52	m	
<u>Verificación de distribución uniforme:</u>				
Área total de orificios	c	1,02	m <sup>2</sup>	
Ancho del ducto	d	0,80	m	
Altura mayor del ducto	d	1,85	m	
Altura menor del ducto	d	0,75	m	
Área de la sección inicial del canal	c	1,48	m <sup>2</sup>	
Relación de áreas	c	0,69	adim	Preferentemente < 0,6 para distribución uniforme
<u>Recolección de agua sedimentada</u>				
<u>Canaletas secundarias de recolección:</u>				
Relación d/h máxima (distancia entre canales/altura de agua sobre módulos)	d	3,00	adim	Para una tasa de sedimentación de 140 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d
Altura de agua sobre módulos de sedimentación	d	1,00	m	
Separación máxima entre canaletas	c	3,00	m	
Separación entre canaletas adoptada	d	2,30	m	Separación entre ejes
Número de canaletas	c	11,00	Unid	
Caudal por canaleta	c	7,03	l/s	
Longitud de la canaleta	d	2,10	m	
Ancho interno de la canaleta	d	0,25	m	
Tirante máximo aguas abajo del canal	d	0,10	m	
Tirante máximo en el canal	c	0,11	m	Canal con descarga ahogada

4,33

4,4

4,41

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
4,42	Altura de canaleta	d	0,25	m	
	Caudal por longitud de vertedero	c	1,67	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>				
4,43	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	16,0	Unid	
	Caudal por vertedero	c	0,22	l/s	
4,44	Altura de agua sobre vertederos	c	0,030	m	Formula de Thompson
	<i>Canal principal de recolección de cada unidad:</i>				
	Caudal de diseño	d	154,61	L/s	
4,45	Ancho interno del canal	d	0,80	m	
	Tirante de agua en el canal	d	1,60	m	
	Velocidad	c	0,12	m/s	Entre 0.1 y 0.2 m/s está ok
	<i>Canal de conducción a unidades de ozono/biofiltración:</i>				
4,45	Caudal de diseño	d	1391,49	L/s	
	Ancho interno del canal	d	1,50	m	
	Tirante de agua en el canal	d	1,60	m	
	Velocidad	c	0,58	m/s	Entre 0.1 y 0.2 m/s está ok

4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
4,46				
<i>Vertedero de control a biofiltración:</i>				
Caudal de diseño	d	1,39	m <sup>3</sup> /s	
Longitud de vertedero	d	1,50	m	Mismo largo que ancho del canal
Carga sobre vertedero de recolección	c	0,63	m	Formula de Francis
4,5				
<b><u>Extracción de lodo sedimentado (bombeo)</u></b>				
4,51				
<i>Datos generales</i>				
Concentración de lodo decantado	d	1,0%		Generalmente entre 0,5 y 0,7 %
k (Factor de pérdida de carga)	c	1,28	adim	
4,52				
<i>Orificios de recolección de lodos:</i>				
Separación entre tubos	d	0,70	m	<b>Variable 1 a modificar</b>
Número de ductos en longitud	c	37,00	Unid	
Número total de ductos	d	74,00	Unid	
Longitud de tubo	d	1,20	m	
Caudal de descarga de lodo por orificio	d	0,0080	m <sup>3</sup> /s	<b>Variable 2 a modificar</b>
Caudal total de descarga de lodo		0,592	m <sup>3</sup> /s	
Diámetro Nominal de la tubería de recolección	d	50	mm	Tubería PVC agua
Espesor de pared	d	2,4	mm	
Diámetro interno de los orificios	d	45,2	mm	
Velocidad en orificios	c	4,99	m/s	Preferentemente > 5,0 m/s
Diámetro de esfera de influencia de descarga	c	0,70	m	
Separación máxima entre orificios	c	0,60	m	
Velocidad en punto medio de descargas	c	2,08	cm/s	Preferentemente > 2,1 cm/s
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Longitud de la tubería capilar	d	1,2	m	
Coeficiente de H-W	d	140	Adim	PVC
Pérdida de carga unitaria (J)	c	533,2	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	<b>0,82</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	0,5	1,4	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada succión	c	<b>3,86</b>	m	
Pérdida de carga total en tuberías de recolección de lodo	c	<b>4,67</b>	m	
<i>Ducto de extracción de lodo:</i>				
Ancho del ducto	d	0,80	m	
Altura mayor del ducto	d	1,50	m	
Altura menor del ducto	d	1,00	m	
Área transversal del ducto	c	1,20	m <sup>2</sup>	
Área total de los orificios	c	0,12	m <sup>2</sup>	
Relación de áreas	c	0,10	Adim	Preferentemente < 0,5
<i>Tubería de extracción de lodo:</i>				
<u>Tramo Succión</u>				
Diámetro de la tubería de conducción de lodo	d	700	mm	
Velocidad	c	1,54	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	50,0	m	

4,53

4,54

4,541

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	3,26	m/km	
Perdida de carga distribuida	c	<b>0,21</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasXKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Te lateral	d	1	1,3	
Te directa	d	8	4,8	
Codos 45º	d	0	0,0	
Codos 90º	d	0	0,0	
Válvula / Llave	d	2	0,4	
Salida	d	0	0,0	
Ampliación / Reducción	d	1	0,3	
Perdida de carga localizada succión	c	<b>1,13</b>	m	
Pérdida de carga total en tuberías de conducción de lodo	c	<b>1,34</b>	m	
<i>Tramo Impulsión</i>				
Diámetro de la tubería de conducción de lodo	d	600	mm	
Velocidad	c	<b>2,09</b>	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	20,0	m	
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	6,91	m/km	
Perdida de carga distribuida	c	<b>0,18</b>	m	

4,542

4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	0	0,0	
Te lateral	d	0	0,0	
Te directa	d	1	0,6	
Codos 45º	d	0	0,0	
Codos 90º	d	2	1,8	
Válvula / Llave	d	1	0,2	
Salida	d	1	1,0	
Ampliación / Reducción	d	1	0,3	
Perdida de carga localizada succión	c	<b>1,12</b>	m	
Pérdida de carga total en tuberías de conducción de lodo	c	<b>1,29</b>	m	
<i>Perfil hidráulico del sistema de extracción de lodos (rebose):</i>				
Nivel en unidades de sedimentación	d	<b>20,74</b>	m	
Pérdida de carga en tuberías de recolección de lodo	d	4,67	m	
Pérdida de carga en tubería de conducción de lodo (succión)	d	1,34	m	
Pérdida de carga en tubería de conducción de lodo (impulsión)	d	1,29	m	
Pérdida de carga total en sistema de extracción de lodo	c	<b>7,31</b>	m	
Nivel de descarga en tubería de conducción de lodo	d	25,30	m	
Ancho de vertedero de descarga	d	1,20	m	
Tirante sobre vertedero de descarga	c	<b>0,51</b>	m	

4,55

**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Nivel de umbral de vertedero de descarga	c	<b>24,79</b>	m	
<i>Bombas de extracción de lodo:</i>				
<i>Carga del equipo de bombeo</i>				
Caudal de extracción	d	592	L/s	
Factor de bombeo	d	1,10	Adim	
Número de bombas operativas	d	1,00	Unid	
Caudal de diseño unitario	c	651	L/s	
Dhgeom (máxima)	c	4,6	mca	
Carga de bombas (máxima)	c	11,9	mca	
Potencia Hidráulica unitaria	c	75,72	kW	
Rendimiento hidráulico	d	70%		
Potencia al eje	c	108,17	kW	
Rendimiento mecánico	d	95%		
Potencia Motor	c	113,87	kW	Motor de 90 kW / Sewatec K 350-500G 3EN 315L 08
<i>NPSH requerido</i>				
Pérdida de carga en succión	d	6,01	mca	
Presión atmosférica	d	10,33	mca	
Presión de vapor	d	0,24	mca	
Carga en succión	d	5,30	mca	Se corresponde con nivel en la unidad
NPSH disponible	c	9,38	mca	
NPSH requerido	d	4,00	mca	
NPSH requerido x 1,3	c	5,20	m	
NPSH requerido + 2,0 mca	c	6,00	m	



**4 SEDIMENTADORES DE FLUJO LAMINAR**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Verificación de NPSH	c	VERIFICA		
<b><u>Frecuencia de extracción de lodo:</u></b>				
Base inferior	d	0,40	m	
Ancho superior	d	2,10	m	
Altura	d	1,45	m	
Ángulo de inclinación de las tolvas	c	60	°	
Área de la sección	c	1,8	m <sup>2</sup>	
Volumen de una tolva de acumulación	c	47,5	m <sup>3</sup>	
Volumen de una unidad de sedimentación	c	95,0	m <sup>3</sup>	Son 2 tolvas por unidad
Volumen máximo de lodo generado	d	4651,7	m <sup>3</sup>	Generación máxima diaria total (Ver Hoja 11-TL)
Número de purgas diarias de lodo por unidad de sedimentación	c	2,7	Unid/d	Son 3 purgas diarias por unidad
Frecuencia máxima de purgas diarias de lodo por unidad de sedimentación	c	8,8	h	
Duración de purgas de lodo	c	2,7	min	

**5 OXIDACIÓN CON OZONO**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b><u>Datos generales</u></b>				
Caudal máximo de diseño	d	10.019	m <sup>3</sup> /h	
Dosis de O3	d	4,0	mg/L	Generalmente 0,5 a 2,0 mgO3/mgTOC

**5 OXIDACIÓN CON OZONO**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<i>Unidades de generación (Sistema LOX)</i>		2.783		
Eficiencia en transferencia de O3	d	90%		
Capacidad total de generación horaria	c	<b>44,528</b>	kgO3/h	
Capacidad total de generación diaria	c	98,0	lbO3/h	
	c	1.068,7	kg/d	
	c	2.351,3	ppd	
Capacidad de cada equipo de generación	d	2.400,0	ppd	
Largo	d	4,70	m	Se debe dejar 2,0 metros libres de cada lado
Ancho	d	1,90	m	
Altura	d	2,50	m	
Número de equipos de generación	d	1,0	Unid	Seleccionamos 1 equipos + 1 de respaldo
Capacidad máxima de generación	c	<b>2.400,0</b>	ppd	
Concentración de Ozono	d	<b>148,0</b>	gO3/m3	
Peso molar del aire	d	<b>29,0</b>	g/mol	
Peso molar del O2	d	<b>32,0</b>	g/mol	
Peso molar del O3	d	<b>48,0</b>	g/mol	
Volumen molar de gasees	d	<b>24,1</b>	L/mol	
Volumen de ozono a la concentración	c	<b>74,2</b>	L/m3	
		<b>7%</b>	%	
Densidad del ozono	c	<b>1.996</b>	g/m3	
Densidad del oxígeno	c	<b>1.330,4</b>	g/m3	

5 OXIDACIÓN CON OZONO

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Densidad del gas O2/O3	c	1.379,7	g/m3	
Porcentaje en peso de O3	c	10,7%	wt%	
Caudal de gas O2/O3	c	300,9	Nm3/h	
Caudal de O2	c	312,0	Nm3/h	
Masa de O2	c	415,1	kgO2/h	
	c	9,96	tonO2/d	
Consumo específico de energía por kg de O3	d	8,5	kW/kgO3	
Consumo de energía total	c	378,5	kWh	
Consumo específico de energía por volumen	c	0,038	kWh/m3	
Potencia de alimentación unitaria	c	386,3	kW	
Potencia de alimentación total	c	386,3	KW	A esto se le debe sumar la potencia del chiller
<u>Tanques LOX</u>				
Tiempo de stock	d	4,0	d	
Masa de stock	c	39,9	tonO2	
Número de depósitos	d	1,0	Uni	
Volumen de cada depósito	c	30,0	m3	
Diámetro	d	2,50	m	
Altura calculada	c	6,10	m	
<u>Chiller</u>				
Número de unidades	d	2	Unid	
Ancho	d	2,2	m	
Largo	d	4,5	m	
Altura	d	2,5	m	

5,3

5,4

5 OXIDACIÓN CON OZONO

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Conexión de agua DN	d	125,0	mm	
Potencia unitaria	d	490,0	kW	
<u>Contactor</u>				
Número de tanques en paralelo	d	18	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	c	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	
Profundidad útil de la unidad	d	6,10	m	Entre 5,5 a 6,1 m
Ancho de cada módulo	d	5,30	m	
Borde libre	d	1,70	m	Entre 1,2 y 1,8 m para acumulación de Espuma. Kawamura Pag 448.
Longitud de c/ módulo de contacto	c	1,77	m	Menor a 1,5 m. Pag 10.56 de Water Treatment Plant Design AWWA
Longitud de c/ módulo de reacción	c	0,88	m	
Longitud de c/ módulo de desozonización	c	1,77	m	
Relación D/L	c	3,45	Adim	Mayor a 4,0 m. Pag 10.56 de Water Treatment Plant Design AWWA
Velocidad en tabiques ascensionales	d	0,76	m/s	Entre 2 a 3 ft/s
Ancho de tabiques ascensionales	c	0,04	m	

5 OXIDACIÓN CON OZONO

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<u>Difusores</u>				
Número de contactores en paralelo	d	2,00	Unid	
Caudal de gas a cada unidad	c	150,43	Nm <sup>3</sup> /h	
Diámetro de derivación a cada unidad	d	75,00	mm	
Velocidad	c	9,46	m/s	
Número de celdas para diseño	d	2,00	Unid	
Caudal de gas por tanque	c	16,71	Nm <sup>3</sup> /h	Entre 0,5 y 4,0 ft <sup>3</sup> /min (14 a 113 L/min) Kawamura Pag 448
Caudal de gas por celda de contacto	c	8,36	Nm <sup>3</sup> /h	
Diámetro de cada bajada	d	25,00	mm	
Velocidad	c	4,73	m/s	
Número de difusores por celda de contacto	d	6,00	Unid	
Caudal por difusor	c	1,39	Nm <sup>3</sup> /h	1.5 m <sup>3</sup> /h es el valor de referencia
Área cubierta por difusor	c	1,56	m <sup>2</sup> /Unid	4ft <sup>2</sup> /difusor (0,37 m <sup>2</sup> /difusor) Ozone in DWT pag 152
<u>Canal de entrada</u>				
Ancho del canal	d	1,50	m	
Tirante en el canal	d	1,60	m	
Velocidad en canal	c	0,58	m/s	
<u>Primer vertedero de entrada</u>				
Ancho de cada vertedero	d	5,30	m	
Tirante sobre vertedero	c	0,08	m	
<u>Pasaje entre vertederos</u>				
Ancho de pasaje	d	0,80	m	
Altura de pasaje	d	0,80	m	

**5 OXIDACIÓN CON OZONO**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Radio hidráulico	c	0,20	m	
Velocidad	c	0,59	m/s	
Coefficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
Pérdida de carga en pasaje	c	0,01	m	
<u>Segundo vertedero de entrada</u>				
Ancho de cada vertedero	d	5,30	m	
Tirante sobre vertedero	c	0,08	m	
<u>Primer vertedero de salida</u>				
Ancho de cada vertedero	d	5,30	m	
Tirante sobre vertedero	c	0,08	m	
<u>Segundo vertedero de salida</u>				
Ancho de cada vertedero	d	5,30	m	
Tirante sobre vertedero	c	0,08	m	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>6,1</b>				
<u>Datos generales</u>				
Número de baterías de filtración en paralelo	d	18,0	Unid	
Caudal de diseño de cada unidad	c	154,6	L/s	
		556,6	m <sup>3</sup> /h	
Ancho de cada celda	d	5,30	m	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Longitud de unidades	d	11,60	m	
Superficie filtrante	c	61,48	m <sup>2</sup>	
Carga de agua sobre el manto filtrante	d	2,30	m	
<i>Característica del medio filtrante:</i>				
Espesor del manto de antracita	d	0,75	m	
Tamaño efectivo antracita (Te)	d	0,90	mm	1,8xTe_arena < Te_antracita < 2,1xTe_arena
Relación L/d	c	833	Adim	
Porosidad inicial antracita (Po)	d	0,52	Adim	
Coefficiente de uniformidad antracita (Cu)	d	1,40	Adim	
Peso específico de antracita	d	1,55	kg/l	
Coefficiente de esfericidad antracita (Ce)	d	0,50	Adim	
Espesor del manto de arena	d	0,40	m	
Tamaño efectivo arena (Te)	d	0,50	mm	
Relación L/d	c	800	Adim	
Porosidad inicial arena (Po)	d	0,42	Adim	
Coefficiente de uniformidad arena (Cu)	d	1,50	Adim	
Peso específico de arena	d	2,60	kg/l	
Coefficiente de esfericidad arena (Ce)	d	0,80	Adim	
Espesor del manto soporte de grava	d	0,20	m	
Tamaño mínimo de grava	d	3,60	mm	
Tamaño máximo de grava	d	6,30	mm	
Porosidad inicial grava	d	0,40	Adim	
Coefficiente de esfericidad grava (Ce)	d	0,82	Adim	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Relación d4/d2	c	2,04	Adim	
Relación d1/d3	c	1,80	Adim	
Tamaño máximo de arena	d	0,95	mm	
Tamaño máximo de antracita	c	1,94	mm	
<i>Característica del falso fondo:</i>				
Densidad de toberas	d	49,00	Unid/m2	8 x 8 /m <sup>2</sup>
N° toberas por filtro	c	3012,52	Unid	
<i>Principales parámetros de diseño:</i>				
Tasa de filtración	c	9,05	m3/m2/h	
Espesor total del manto filtrante	c	1,15	m	Arena + Antracita
Tiempo de contacto (EBCT)	c	7,62	min	
<b>Entrada a filtros</b>				
Ancho de compuerta de entrada	d	0,60	m	
Altura de compuerta de entrada	d	0,60	m	
Velocidad	c	0,43	m/s	
Factor de pérdida de cargas	d	0,70	adim	
Pérdida de carga en compuerta de entrada	c	0,02	mca	
		19,19	mmca	
<b>Pérdida de carga en filtración</b>				
<i>Pérdida de carga en filtros</i>				
Pérdida de carga en compuerta de entrada	d	0,02	mca	
Pérdida de carga en manto de antracita	d	0,46	mca	



**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Pérdida de carga en manto de arena	d	0,69	mca	
Pérdida de carga en falso fondo	d	0,14	mca	
Pérdida de carga en tuberías de salida Ø 400 mm	d	0,28	mca	
Pérdida de carga total en unidades de filtración	c	1,60	mca	
<i>Lámina vertedero de aforo</i>				
Caudal de diseño	d	2783,0	l/s	
Ancho del vertedero	d	1,00	m	
Carga sobre vertedero	c	1,60	m	
<b>6,4 Lavado de filtros con agua</b>				
Tasa de diseño de lavado con agua y aire	d	0,20	m/min	
Caudal de diseño de lavado con agua y aire	c	737,8	m <sup>3</sup> /h	
Tasa de diseño de lavado con agua	d	0,80	m/min	
Caudal de diseño de lavado con agua	c	2951,0	m <sup>3</sup> /h	
<i>Expansión del manto de antracita:</i>				
Coefficiente $\alpha$ antracita	d	0,2723	Adim	
Coefficiente $m$ antracita	d	0,6133	Adim	
Coefficiente $\beta$ antracita	d	0,1813	Adim	
Coefficiente $\theta$ antracita	d	0,1015	Adim	
Número de Galileo (Ga)	c	2.995	Adim	
Número de Reynolds (Re)	c	37	Adim	
Velocidad de sedimentación (vs)	c	4,70	cm/s	
1/h	c	0,26	Adim	
Tasa de lavado (v)	c	1,33	cm/s	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Porosidad expandida (Pe)	c	0,72	Adim	
Porcentaje de expansión (E)	c	71%		
Esesor del manto de antracita inicial	d	0,75	m	
Esesor del manto de antracita expandido	c	1,28	m	
<i>Velocidad mínima de fluidificación de antracita</i>				
Velocidad de fluidificación del manto de antracita	c	0,22	cm/s	
		0,13	m/min	
Verificación de la tasa de lavado		VERIFICA		La tasa de lavado debe ser superior a la de fluidificación
<i>Expansión del manto de arena:</i>				
Coefficiente $\alpha$ arena	d	0,5321	Adim	
Coefficiente m arena	d	0,5554	Adim	
Coefficiente $\beta$ arena	d	0,1254	Adim	
Coefficiente $\theta$ arena	d	0,1947	Adim	
Número de Galileo (Ga)	c	1.494	Adim	
Número de Reynolds (Re)	c	31	Adim	
Velocidad de sedimentación (vs)	c	7,07	cm/s	
1/n	c	0,24	Adim	
Tasa de lavado (v)	c	1,33	cm/s	
Porosidad expandida (Pe)	c	0,67	Adim	
Porcentaje de expansión (E)	c	73%		
Esesor del manto de arena inicial	d	0,40	m	
Esesor del manto de arena expandido	c	0,69	m	
<i>Velocidad mínima de fluidificación de arena</i>				

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Velocidad de fluidificación del manto de arena	c	0,20	cm/s	
Verificación de la tasa de lavado		0,12	m/min	La tasa de lavado debe ser superior a la de fluidificación
		VERIFICA		
<i>Verificación de la expansión total</i>				
Esesor de manto de antracita expandido	d	1,28	m	
Esesor de manto de arena expandido	d	0,69	m	
Esesor total expandido	c	1,98	m	
Distancia desde borde inferior de manto soporte a canaleta de lavado	d	2,00	m	
Distancia desde manto expandido a fondo de canaleta de lavado	c	0,02	m	
Verificación de la expansión del manto		VERIFICA		La expansión no llega al borde inferior de la canaleta de lavado
<i>Consumo de agua de lavado</i>				
Secuencia de lavado:				
a) Tiempo de lavado con aire	d	7,5	min	
b) Tiempo de lavado con aire + agua	d	7,5	min	
c) Tiempo de lavado con agua	d	7,5	min	
Volumen consumido en b)	c	92,2	m3	
Volumen consumido en c)	c	368,9	m3	
Volumen total consumido en un lavado	c	461,1	m3	
Volumen consumido en 18 filtros	c	8.299,8	m3	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
6,49	Recolección de agua de lavado				
6,491	<b>Canaleta de recolección:</b>				
	Número de canales	d	2,00	Unid	
	Caudal de diseño	c	1.476	m <sup>3</sup> /h	
		d	0,41	m <sup>3</sup> /s	
	Ancho de la canaleta de recolección	d	0,60	m	
	Altura de la canaleta de recolección	d	0,80	m	
	Longitud de canaleta de recolección	d	11,60	m	
	Tirante máximo en canaleta (ho)	c	0,52	m	Verifica ser menor a la altura de la canaleta
6,492	<b>Canal de conducción a TPI:</b>				
	Número de canales	d	1,00	Unid	
	Caudal de diseño	c	2.951	m <sup>3</sup> /h	
		d	0,82	m <sup>3</sup> /s	
	Ancho del canal (B)	d	1,40	m	
	Altura del canal (H)	d	0,50	m	
	Longitud del canal (L)	d	50,00	m	
	Pendiente del canal (i)	d	0,005	m/m	
	Altura por pendiente	c	0,25	m	
	Altura crítica (hc)	c	0,33	m	
	Tirante en la descarga (hL)	d	0,32	m	Tirante crítico
	Profundidad máxima de la lámina de agua (ho)	c	0,36	m	
6,493	<b>Tubería de conducción a TPI:</b>				
	Caudal de diseño	c	0,82	m <sup>3</sup> /s	

6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Diámetro externo	d	945	mm	FD k7
Espesor	d	10	mm	
Diámetro de la tubería	c	925,4	mm	
Velocidad	c	1,22	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	20,0	m	Ver longitud luego de prediseño
Coeficiente de H-W	d	130	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	1,32	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	<b>0,03</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Codos 90º	d	0	0,0	
Codos 45º	d	1	0,4	
Válvula / Llave	d	0	0,0	
Te directa	d	0	0,0	
Te lateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada	c	<b>0,14</b>	m	
Pérdida de carga total en tubería	c	<b>0,17</b>	m	
<b>Columna vertical de bajada de agua de lavado:</b>				
Diámetro nominal	d	450,00	mm	
Caudal máximo	d	400,00	L/s	Extrapolado de pág 596 de Azevedo Netto Tabla 19.7

6,492

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>6,493</b>				
<b><i>Tubería de conducción de agua de lavado:</i></b>				
Caudal de diseño	d	2951	m <sup>3</sup> /h	
Pendiente de la tubería	d	1,0%	m/m	
Diámetro del colector calculado	c	695	mm	n=0,013 y Y/D=75%
Diámetro del colector seleccionado	d	800	mm	
<b><u>Bomba de lavado</u></b>				
Número de bombas operativas	d	1	Unid	1+1
Caudal de diseño	c	0,820	m <sup>3</sup> /s	
Diámetro de tubería	d	800	mm	
Velocidad	c	1,63	m/s	
<b><i>Altura geométrica:</i></b>				
Nivel de agua en Filtros	c	21,44	m	
Nivel de agua en Ducto de Salida	d	19,22	m	
Desnivel geométrico (Hg)	c	2,22	mca	
<b><i>Perdida de carga en filtro:</i></b>				
Perdida de carga en tubería de entrada a filtro	d	0,55	mca	
Perdida de carga en manto filtrante	d	1,94	mca	
<b><i>Perdida de carga en tubería de salida bombas:</i></b>				
<b><u>Pérdida de carga distribuida:</u></b>				
Longitud de la tubería	d	6,00	m	
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	3,11	m/km	

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Perdida de carga distribuida	c	0,02	m	
<u>Pérdida de carga localizada:</u>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Válvula / Llave	d	1	0,2	
Salida	d	1	1,0	
Perdida de carga localizada impulsión	c	0,23	m	
Perdida de carga impulsión	c	0,25	m	
<i>Altura manométrica y datos de la bomba:</i>				
Carga de bombas	c	5,96	m	
Potencia Hidráulica	c	47,93	kW	
Rendimiento hidráulico	d	75%		
potencia en el eje	c	63,91	kW	
Rendimiento mecánico	d	90%		
Potencia de motor	c	71,01	kW	Motor de 80 kW / Amacan PA4 700-470/806UTG1
<u>Lavado de filtros con aire</u>				
Tasa de lavado con aire	d	1,2	m/min	Tasa establecida por OSE, generalmente 1,2 m/min máximo
Caudal de aire de lavado	c	4427	m³/h	
		74	m3/min	
		1,23	m³/s	
Presión atmosférica	d	101,3	kPa	
Temperatura media del aire	d	17,0	°C	
dP sistema	d	56,0	kPa	

6,6

**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Temperatura máxima del aire	c	55,9	°C	
Peso específico del aire comprimido ( $\delta$ )	d	1,64	kgf/m <sup>3</sup>	Tabla 10.8 de Joseph Macintyre, para 50°C y 5 mca
Carga de agua a vencer	d	4,50	mca	
		0,45	kgf/cm <sup>2</sup>	

Tramo	Q (m <sup>3</sup> /s)	DN (mm)	v (m/s)	Coefficiente de pérdida ( $\alpha$ )
1 - Sopladores a tubería principal	1,23	300	17,4	0,00055
2 - Tubería de derivación a cada filtro	1,23	300	17,4	0,00055
3 - Tubería de derivación a cada filtro	0,61	200	19,6	0,00057

Perdida de carga en la tubería de conducción de aire	d	0,054	kgf/cm <sup>2</sup>	
Pérdida de carga en boquillas filtrantes	d	0,020	kgf/cm <sup>2</sup>	
Presión diferencial del soplador	c	0,524	kgf/cm <sup>2</sup>	
		523,5	mbar	
Presión de salida del soplador	c	153,7	kPa	
Eficiencia de los sopladores	d	65%		
Potencia estimada de cada equipo (P)	c	84,7	kW	

**6,7**

**Filtrado a desague**

Carga máxima disponible	d	5,50	m	
Caudal de diseño	d	196,0	L/s	Caudal correspondiente a filtro limpio
Pérdida de carga en filtro	d	1,32	m	Incluye mantos y boquillas. Ver planilla 7-HF, filtro más limpio.



**6 BATERÍAS DE FILTRO BICAPA: CÁLCULOS GENERALES**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Perdida de carga disponible en descarga	c	4,18	m	
Diámetro del orificio	d	200	mm	
Coefficiente de descarga	d	0,61	Adim	
Caudal de descarga	c	0,174	m <sup>3</sup> /s	
		173,5	l/s	

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>8,1</b> <i>Datos generales</i>				
Caudal de diseño	d	2.783	L/s	
Número de tanques de contacto en paralelo	d	1	Unid	
Número de tanques de reserva en paralelo	d	2	Unid	
<b>8,2</b> <i>Tubería de conducción canal de agua filtrada-depósito</i>				
Caudal de diseño	d	1.391	L/s	
Diámetro externo	d	1.462	mm	FD k7
Espesor	d	13	mm	
Diámetro de la tubería	c	1435,4	mm	
Velocidad	c	0,86	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	20,0	m	
Coeficiente de H-W	d	130	Adim	

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Pérdida de carga unitaria (J)	c	0,41	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	<b>0,01</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Codos 90º	d	4	3,6	
Codos 45º	d	0	0,0	
Válvula / Llave	d	1	0,2	
Te directa	d	1	0,6	
Te lateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada	c	<b>0,22</b>	m	
Pérdida de carga total en tubería	c	<b>0,23</b>	m	
<b>Tanque de contacto</b>				
<i>Vertedero de control de filtros</i>				
Caudal de diseño	d	1,39	m <sup>3</sup> /s	
Longitud de vertedero	d	7,00	m	
Carga sobre vertedero de recolección	c	<b>0,23</b>	m	Formula de Francis
<i>Requerimientos de volumen contacto</i>				
Volumen de cada tanque de contacto (VTu)	d	3.800,0	m <sup>3</sup>	
Altura útil (Hu)	d	5,85	m	
Ancho	d	21,40	m	
Largo	c	<b>30,35</b>	m	

8,3

8,31

8,32

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Diámetro	c	28,8	m	
Número tanques de contacto	d	1,0	Unid	
Volumen total contacto (VT)	c	3.800,0	m3	
Volumen de producción diario (VPD)	c	240.450,0	m3	
Relación VT/VPD	c	1,6%		Kawamura Pag. 318, recomienda mínimo de 15 %.
Tiempo máximo retención hidráulica (TRH)	c	22,8	min	
Factor de Baffle (T10/TRH)	d	0,70	Adim	Depósito con tabiques. Tabla 10.3 de Pag 10.8 de WTPD American Society of Civil Engineers
Tiempo efectivo de contacto (T10)	c	15,9	min	
Inactivación de Giardias en pretratamiento	d	2,0	log	
Inactivación de Virus en pretratamiento	d	2,0	log	
Requisitos de remoción de Giardia	d	3,0	log	EPA
Requisitos de remoción de Virus	d	4,0	log	EPA
Desinfección requerida en Giardia	c	1,0	log	
Desinfección requerida en Virus	c	2,0	log	
Cloro residual libre estimado	d	2,0	mg/l	
Valor de Ct requerido para giardia	d	25,0	mg.min/l	Tabla Manual EPA 626/6-91/027 ph=7, T = 15°C, C=1,6 mg/l
Tiempo de contacto requerido	c	12,5	min	
Verificación	c	<b>VERIFICA</b>		Debe ser mayor a T10
<i>Vertedero de salida (asegura nivel de agua en contacto)</i>				
Caudal de diseño	d	1,39	m3/s	
Longitud de vertedero	d	7,00	m	Mismo largo que vertedero de entrada
Carga sobre vertedero de recolección	c	0,23	m	Formula de Francis

8,33

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>8.4</b>				
<b>Tubería de conducción canal de tanque de contacto a depósito de reserva</b>				
Caudal de diseño	c	2,783	L/s	Considera Q (situación limpia)
Diámetro externo	d	1.875	mm	FD k7
Espesor	d	16	mm	
Diámetro de la tubería	c	1842,8	mm	
Velocidad	c	1,04	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	15,0	m	
Coeficiente de H-W	d	130	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	0,44	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	<b>0,01</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>				
Entrada	d	1	0,5	Cantidad (NºpiezasxKu)
Codos 90º	d	0	0,0	
Codos 45º	d	0	0,0	
Válvula / Llave	d	0	0,0	
Te directa	d	0	0,0	
Te lateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada	c	<b>0,08</b>	m	

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Pérdida de carga total en tubería	c	0,09	m	
<b>Requerimientos de volumen de reserva</b>				
Volumen de cada tanque de reserva (VTu)	d	8.000,0	m3	
Altura útil (Hu)	d	5,00	m	
Diámetro	c	45,1	m	
Número tanques de contacto	d	2,0	Unid	
Volumen total contacto (VT)	c	16.000,0	m3	
Volumen de producción diario (VPD)	c	240.450,0	m3	
Relación VT/VPD	c	6,7%		Kawamura Pag. 318, recomienda mínimo de 15 %.
Tiempo máximo retención hidráulica (TRH)	c	95,8	min	
Factor de Baffle (T10/TRH)	d	0,35	Adim	Depósito cilíndrico con un tabique. Apuntes AP 2010 Fing UdelaR.
Tiempo efectivo de contacto (T10)	c	33,5	min	
Inactivación de Giardia en pretratamiento	d	2,0	log	
Inactivación de Virus en pretratamiento	d	2,0	log	
Requisitos de remoción de Giardia	d	3,0	log	EPA
Requisitos de remoción de Virus	d	4,0	log	EPA
Desinfección requerida en Giadia	c	1,0	log	
Desinfección requerida en Virus	c	2,0	log	
Cloro residual libre estimado	d	1,0	mg/l	
Valor de Ct requerido para giardia	d	25,0	mg.min/l	Tabla Manual EPA 626/6-91/027 ph=7, T = 15°C, C=1,6 mg/l
Tiempo de contacto requerido	c	25,0	min	
Verificación	c	<b>VERIFICA</b>		Debe ser mayor a T10

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<i>Tubería de Ventilación</i>				
Número de tuberías de ventilación	d	12,0	Unid	
Diámetro tuberías de ventilación	d	300,0	mm	
Caudal de diseño	d	2,8	m <sup>3</sup> /s	
Velocidad	c	3	m/s	Hasta 5 m/s está bien.
<b>8,6 Tubería de conducción a pozo de bombeo</b>				
Caudal de diseño	c	2.783	L/s	Considera Q (situación limpieza)
Diámetro externo	d	1.875	mm	FD k7
Espesor	d	16	mm	
Diámetro de la tubería	c	1842,8	mm	
Velocidad	c	1,04	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	40,0	m	Ver longitud luego de prediseño
Coefficiente de H-W	d	130	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	0,44	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	0,02	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Codos 90º	d	0	0,0	
Codos 45º	d	2	0,8	
Válvula / Llave	d	0	0,0	
Te directa	d	0	0,0	

**8 DEPOSITO DE AGUA TRATADA (DAF)**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Te lateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Perdida de carga localizada	c	<b>0,13</b>	m	
Pérdida de carga total en tubería	c	<b>0,15</b>	m	

**9 PRODUCTOS QUÍMICOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>9,1</b> <u>Coagulante (sulfato de aluminio):</u>				
Consumo de producto:				
Dosis media de sulfato de aluminio	d	50,0	mg/L	1 mg/l de Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 14 H <sub>2</sub> O consume 0,50 mg/l de CaCO <sub>3</sub>
Consumo medio diario en base seca	c	12.023	kg/d	
Factor de seguridad sobre dosis media	d	1,50	adim	
Dosis máxima de sulfato de aluminio de diseño	c	75,0	mg/L	
Consumo máximo diario en base seca	c	18.034	kg/d	
<b>9,12</b> <u>Almacenamiento de producto líquido:</u>				
Densidad	d	1,33	kg/L	
Concentración	d	48%		
Consumo horario de producto al 48% en volumen	c	785	L/h	
Consumo diario de producto al 48% en volumen	c	18,8	m <sup>3</sup> /d	
Tiempo mínimo de almacenamiento	d	15	d	Valor mínimo: 10 días. NBR 12216 - 5.17.2

**9 PRODUCTOS QUÍMICOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Volumen mínimo de stock necesario	c	282,5	m <sup>3</sup>	Seleccionar depósito de 6 x 50 m <sup>3</sup>
Volumen seleccionado de reserva	d	300,0	m <sup>3</sup>	
Número de depósitos de almacenamiento	d	6,0	Unid	
Volumen de cada depósito	c	50,0	m <sup>3</sup>	
Diámetro	d	3,50	m	
Altura calculada	c	5,20	m	
Altura catálogo	d	6,00	m	
<i>Equipos de dosificación:</i>				
Caudal de dosificación	c	1.177	L/h	
Número de equipos de bombeo	d	1,0	Unid	(1+1): Una operativas, y uno de respaldo.
Caudal unitario de dosificación	c	1177	L/h	
Factor de bombeo	d	1,20		
Caudal de la bomba dosificadora	c	1.412	L/h	
Diámetro Nominal	d	50,0	mm	
Espesor	d	4,6	mm	
Diámetro interno	c	40,8	mm	
Velocidad		0,30	m/s	
<i>Dilución coagulante:</i>				
Caudal de bomba dosificadora (producto al 48%)	d	1412	L/h	
Concentración de la dilución	d	5%		Valor máximo: NBR 12216 - 5.17.5 = 10%
Caudal de dosificación diluido	c	13.559	L/h	
Caudal de agua	c	12.775	L/h	Bomba Pedrollo HF70B Q= 13,5 m <sup>3</sup> /h @ H = 25mca P = 1,5 kW



9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Consumo diario de agua	c	306,6	m <sup>3</sup> /d	
<i>Tubería de conducción</i>				
Diámetro Nominal	d	75,0	mm	
Espesor	d	6,9	mm	
Diámetro Interno	c	61,2	mm	
Área	c	0,003	m <sup>2</sup>	
Velocidad	c	1,28	m/s	Velocidad entre 0,5 y 1,0 m/s
Viscosidad cinemática del Sulfato de Aluminio	d	1,96E-05	m <sup>2</sup> /s	
Número de Reynolds (Re)	c	4,0E+03	Adim	Régimen laminar
Factor de fricción (f)	c	0,02	Adim	
Longitud geométrica	d	95,0	m	
Longitud equivalente	c	52,0	m	
Ampliación gradual x 1	d	12	m/m	
Codo 90° x 10	d	450	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	17	m/m	
Reducción gradual x 1	d	6	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	35	m/m	
Tee directa x 0	d	0	m/m	
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	65	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	

9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Válvula de retención x 1	d	100	m/m	
Longitud total	c	147,0	m	
Pérdida de carga	c	3,2	m	
Nivel mínimo en succión	d	18,00	m	
Nivel en descarga	d	24,00	m	
Desnivel geométrico	c	6,00	m	
Carga a elevar por la bomba	c	9,2	m	
		0,9	bar	
<b><u>Floculante (polímero de proceso):</u></b>				
<i>Consumo de producto:</i>				
9,2				
9,21				
	d	0,50	mg/L	
Dosis media de polímero				
	c	120,23	kg/d	
Consumo medio diario en base seca				
	d	1,50	adim	
Factor de seguridad sobre dosis media				
	c	0,75	mg/l	
Dosis máxima de polímero de diseño				
	c	180,34	kg/d	
Consumo máximo diario en base seca				
9,22				
<i>Almacenamiento de producto granular:</i>				
	d	120,2	kg/d	
Consumo de producto				
	d	30	d	
Tiempo mínimo de almacenamiento				
	c	3.606,8	kg	
Stock necesario				
	c	144,3	Unid	
Número de bolsas de 25 kg				
	c	5,8	Unid	
Cantidad de pallets de 25 bolsas				
9,23				
<i>Preparación de producto:</i>				
	d	2,00	Unid	
Número de depósitos de preparación				

9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Concentración de prepración	d	0,20%		
	c	2,0	g/L	
Densidad de la solución	c	1,00	kg/L	
Caudal de aplicación	c	2499,7	L/h	
<i>Equipos de dosificación:</i>				
Caudal de dosificación	c	3.750	L/h	
Número de equipos de bombeo	d	1,0	Unid	(1+1): Una operativas, y uno de respaldo.
Caudal unitario de dosificación	c	3.750	L/h	
Factor de bombeo	d	1,2		
Caudal de la bomba dosificadora	c	4.499	L/h	
Diámetro Nominal	d	50,0	mm	
Esesor	d	4,6	mm	
Diámetro interno	c	40,8	mm	
Velocidad		0,96	m/s	
<i>Tubería de conducción</i>				
Diámetro Nominal	d	50,0	mm	
Esesor	d	4,6	mm	
Diámetro Interno	c	40,8	mm	
Área	c	0,001	m <sup>2</sup>	
Velocidad	c	0,96	m/s	Velocidad entre 0,5 y 1,0 m/s
Viscosidad cinemática de Polímero	d	3,00E-05	m <sup>2</sup> /s	
Número de Reynolds (Re)	c	1,30E+03	Adim	Régimen laminar
Factor de fricción (f)	c	0,05	Adim	

9,25

9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Longitud geométrica	d	120,0	m	
Longitud equivalente	c	28,3	m	
Ampliación gradual x 1	d	12	m/m	
Codo 90° x 3	d	450	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	17	m/m	
Reducción gradual x 1	d	6	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	35	m/m	
Tee directa x 0	d	0	m/m	
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	65	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	100	m/m	
Longitud total	c	148,3	m	
Pérdida de carga	c	8,3	m	
Nivel mínimo en succión	d	18,00	m	
Nivel en descarga	d	22,00	m	
Desnivel geométrico	c	4,00	m	
Carga a elevar por la bomba	c	12,3	m	
		1,3	bar	
<b>Alcalinizante (Soda Cáustica líquida al 36%):</b>				
Consumo de producto:				

9,4  
9,41

9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Dosis media de NaOH	d	27,50	mg/L	1,00 mg de NaOH eleva 1,25 mg de alcalinidad como CaCO3 (recupero unos 35-40 mg/L de Alk)
Consumo medio diario en base seca	c	6.612	kg/d	
Factor de seguridad sobre dosis media	d	1,70	adim	
Dosis máxima de carbón activado de diseño	c	46,75	mg/L	
Consumo máximo diario en base seca	c	11.241	kg/d	
<i>Almacenamiento de producto líquido:</i>				
Densidad	d	1,40	kg/L	
Concentración del producto comercial	d	36%		
Consumo horario en volumen	c	547	L/h	
Consumo diario en volumen	c	13,1	m3/d	
Tiempo mínimo de almacenamiento	d	15	d	
Volumen mínimo de stock necesario	c	196,8	m³	Seleccionar depósito de 4 x 50 m3
Volumen seleccionado de reserva	d	200,0	m³	
Número de depósitos de almacenamiento	d	4,0	Unid	
Volumen de cada depósito	c	50,0	m³	
Diámetro	d	3,50	m	
Altura calculada	c	5,20	m	
Altura catálogo	d	6,00	m	
<i>Equipos de dosificación:</i>				
Caudal de dosificación	c	929	L/h	
Número de equipos de bombeo	d	1,0	Unid	(1+1): Una operativas, y uno de respaldo.
Caudal unitario de dosificación	c	929	L/h	

9 PRODUCTOS QUÍMICOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Factor de bombeo	d	1,2		
Caudal de la bomba dosificadora	c	1.115	L/h	
Diámetro Nominal	d	50,0	mm	
Espesor	d	4,6	mm	
Diámetro interno	c	40,8	mm	
Velocidad		0,24	m/s	
<i>Dilución alcalinizante:</i>				
Caudal de bomba dosificadora (producto al 36%)	d	1115	L/h	
Concentración de la dilución	d	5%		Valor máximo: NBR 12216 - 5.17.5 = 10%
Caudal de dosificación diluido	c	8.029	L/h	
Caudal de agua	c	7.483	L/h	Bomba Pedrollo HF60 Q= 19,5 m <sup>3</sup> /h @ H = 25mca P = 1,1 kW
Consumo diario de agua	c	179,6	m <sup>3</sup> /d	
<i>Tubería de conducción</i>				
Diámetro Nominal	d	75,0	mm	
Espesor	d	6,9	mm	
Diámetro Interno	c	61,2	mm	
Área	c	0,003	m <sup>2</sup>	
Velocidad	c	0,76	m/s	Velocidad entre 0,5 y 1,0 m/s
Viscosidad cinemática del Soda Cáustica	d	1,40E-06	m <sup>2</sup> /s	
Número de Reynolds (Re)	c	3,3E+04	Adim	Régimen Turbulento
Factor de fricción (f)	d	0,023	Adim	
Longitud geométrica	d	335,0	m	
Longitud equivalente	c	52,0	m	

**9 PRODUCTOS QUÍMICOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Ampliación gradual x 1	d	12	m/m	
Codo 90° x 3	d	450	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	17	m/m	
Reducción gradual x 1	d	6	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	35	m/m	
Tee directa x 0	d	0	m/m	
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	65	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	100	m/m	
Longitud total	c	387,0	m	
Pérdida de carga	c	4,3	m	
Nivel mínimo en succión	d	25,00	m	
Nivel en descarga	d	30,00	m	Estimado, nivel en descarga + presión en tubería
Desnivel geométrico	c	5,00	m	
Carga a elevar por la bomba	c	9,3	m	
		0,9	bar	

**10 CLORACIÓN**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
10,1				
<i>Consumo de producto:</i>				
Dosis media de cloro	d	4,00	mg/L	Referencia AACC
Consumo medio diario	c	961,80	kg/d	Para más de 1000 kg/d se requieren evaporadores
Factor de seguridad sobre dosis media	d	1,50	adim	
Dosis máxima de cloro	c	6,00	mg/L	
Consumo máximo diario	c	1.442,70	kg/d	
		3.177,75	ppd	
Consumo máximo horario	c	60,1	kg/h	Define la capacidad del evaporador, del filtro y de la válvula reguladora (Cap máxi 190 kg/h o 10.000 ppd)
Máxima tasa de extracción de cloro	d	182	kg/d	18 kg/d para cilindros de 68 kg y 182 kg/d para los ton container
Número de cilindros instalados en paralelo	d	2	Unid	+ 2 en stand-by
Tasa máxima de extracción por cilindro	c	30,1	kg/h/Unid	Hasta 900 kg/h con evaporadores
Dosis máxima de postcloración	c	6,0	mg/L	
Capacidad máxima de equipamientos	c	60,1	kg/h	
10,2				
<i>Almacenamiento de producto:</i>				
Consumo medio de producto	d	962	kg/d	
Capacidad de los cilindros	d	1.000	kg	
Tiempo mínimo de almacenamiento	d	15	d	
Stock necesario	c	14.427	kg	
Número mínimo de cilindros a almacenar	c	14	Unid	
10,3				
<i>Equipos Evaporadores:</i>				
Número de equipos operativos	d	1,00	Unid	+ 1 de respaldo
Número de equipos respaldo	d	1,00	Unid	
Capacidad de evaporadores	c	3.178	lbs/d	
Capacidad de evaporadores seleccionada	d	6.000	lbs/d	Son unos 113 kg/h por equipo



**10 CLORACIÓN**

	<b>Descripción</b>	<b>c/d</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Comentarios</b>
10,4	<i>Equipos de dosificación:</i>				
	Número de equipos operativos	d	1,00	Unid	+ 1 de respaldo
	Número de equipos respaldo	d	1,00	Unid	
	Capacidad de clorador calculada	c	3.178	lbs/d	+ 1 de respaldo
	Capacidad de clorador seleccionada	d	10.000	lbs/d	Son unos 190 kg/h por equipo
10,5	<i>Línea de vacío N°1 (Evaporadores - Cloradores):</i>				
	<i>Longitud geométrica de la línea</i>	c	10,00	m	
	Capacidad máxima de conducción de la línea	c	3.178	lbs/d	
	Capacidad máxima de conducción seleccionada	d	10.000	lbs/d	
	Diámetro nominal de la tubería de gas a vacío	d	2½"		
	Longitud máxima de la línea	c	182,9	m	búsqueda de doble entrada
	Verificación de la longitud	c	VERIFICA	Adim	
10,6	<i>Línea de vacío N°2 (Cloradores - Eyectores):</i>				
	<i>Longitud geométrica de la línea</i>	c	10,00	m	
	Capacidad máxima de conducción de la línea	c	132	lbs/d	
	Capacidad máxima de conducción seleccionada	d	4.000	lbs/d	
	Diámetro nominal de la tubería de gas a vacío	d	2"		
	Longitud máxima de la línea	c	411,5	m	búsqueda de doble entrada
	Verificación de la longitud	c	VERIFICA	Adim	
10,7	<i>Cálculo de Ejector A - Precloración:</i>				
10,71	<i>Caudal mínimo</i>				
	Número total de eyectores	d	1	Unid	Uno de postcloración
	Capacidad máxima de cada eyector	c	1.442,7	kg/d	Utilizo Curva de Ejector de 4000 ppd

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal mínimo del eyector estimado	c	4,8	L/s	Arboleda Valencia, Pag. 712.
	c	78,2	GPM	
Caudal de diseño	d	5,0	L/s	Superior al mínimo requerido
	c	81,8	GPM	
<i>Contrapresión</i>				
a) Altura geométrica				
Cota llegada	d	23,50	m	Eje de tubería de conducción a depósito
Cota salida	d	19,50	m	Eje de eyector
Altura agua	d	1,00	m	
Altura geométrica	c	5,00	m	
b) Pérdida de carga por fricción				
Tubería agua superclorada	d	4"	Pulgadas	
Diámetro exterior	c	111,3	mm	
Diámetro interno	c	96,2	mm	
C	d	100	Adim	Según catálogo de W&T, C conservador de 100.
J	c	0,01	m/m	
v	c	0,7	m/s	Arboleda pág 732: vel líneas de cloro en solución < 0.90m/s.
L. tubería agua superclorada	d	40,0	m	Arboleda pág 732: Líneas de solución < 50m.
L.equivalente	c	38,5	m	
Ltotal	c	78,5	m	
<b>ΔHfricción</b>	c	0,8	m	
c) Pérdida de carga en difusor				
Número de difusores	d	1	Unid	Uno en tubería de conducción a depósito de contacto

10,72

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Diámetro nominal del difusor	d	2"	Pulgadas	
Diámetro exterior	c	60	mm	
Diámetro interno	c	49	mm	
Orificios por difusor	d	30	Unid	
Longitud de distribución	d	3,00	m	Ancho de garganta (W) en canal Parshall
Distancia entre orificios	c	10,0	cm	
Caudal por orificio	c	0,17	L/s	Entre 0,1 a 0,6 l/s
Diámetro de los orificios	d	8,0	mm	Entre 6 y 16 mm
Velocidad en orificios	c	3,32	m/s	
Relación de áreas	c	0,81	Adim	Preferentemente menor a 1
Coefficiente de pérdida de carga	d	2,75	Adim	
Pérdida de carga en difusor	c	1,54	mca	
d) Contrapresión				
	c	7,37	m	
	c	0,74	kg/cm <sup>2</sup>	
	c	10,48	psi	
	c	0,74	bar	
<i>Datos del eyector</i>				
Ancho garganta	d	3,00	inches	Ver modelo 65 - 193 J Ancho de Garganta 1" (Contra Pre = 20 psi)
Tipo eyector	d	Ancho variable		
Para	c	3.177,75	lbs/día	Seleccionado para consumo de 4000 ppd
Caudal	d	81,82	GPM	

10,73

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal	d	5,00	L/s	
Presión entrada	d	75,00	PSI	Ver del gráfico
Presión entrada	c	5,3	Kg/cm <sup>2</sup>	
Contra presión	d	10,5	PSI	Seleccionado para contrapresión de 20 psi
Contra presión	c	0,7	Kg/cm <sup>2</sup>	
<i>Bomba booster a Ejector A - Precloración:</i>				
Caudal de diseño	d	5,00	L/s	
		300	L/min	
Nivel en succión	d	13,20	m	
Nivel en eyector	d	19,50	m	
Desnivel geométrico	c	6,30	m	
Presión requerida AA del eyector	d	52,74	m	
Presión mínima en impulsión de bombas de alta	d	0,00	m	
Tubería agua de dilución	d	4"	Pulgadas	
Diámetro exterior	c	111,3	mm	
Diámetro interno	c	96,2	mm	
C	d	100	Adim	
J	c	0,01	m/m	
V	c	0,7	m/s	
L. tubería succión/impulsión	d	250,0	m	
L.equivalente	c	57,3	m	
Ltotal	c	307,3	m	

10,8

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
$\Delta H_{fricción}$	c	3,2	m	
Carga de equipo de bombeo	c	<b>62,28</b>	mca	
Potencia Hidráulica	c	3,05	kW	
Rendimiento hidráulico	d	65%		
Potencia en el eje	c	4,70	kW	
Rendimiento mecánico	d	85%		
Potencia del motor	c	5,53	kW	Motor de 5,5 kW Pedrollo 2CP40/180B
<i>Cálculo de Eyectores B - Postcloración:</i>				
<i>Caudal mínimo</i>				
Número total de eyectores	d	1	Unid	Uno de postcloración
Capacidad máxima de cada eyector	c	1.442,7	kg/d	Utilizo Curva de Eyectores de 4000 ppd
Caudal mínimo del eyector estimado	c	4,8	L/s	Arboleda Valencia, Pag. 712.
Caudal de diseño	d	<b>5,0</b>	L/s	Superior al mínimo requerido
<i>Contrapresión</i>				
a) Altura geométrica				
Cota llegada	d	14,60	m	Eje de tubería de conducción a depósito
Cota salida	d	19,50	m	Eje de eyector
Altura agua	d	6,00	m	
Altura geométrica	c	1,10	m	
b) Pérdida de carga por fricción				
Tubería agua superclorada	d	4"	Pulgadas	

10,8

10,81

10,82

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Diámetro exterior	c	111,3	mm	
Diámetro interno	c	96,2	mm	
C	d	100	Adim	Según catálogo de W&T, C conservador de 100.
J	c	0,01	m/m	
v	c	0,7	m/s	Arboleda pág 732: vel líneas de cloro en solución < 0.90m/s.
L. tubería agua superclorada	d	20,0	m	Arboleda pág 732: Líneas de solución < 50m.
L.equivalente	c	38,5	m	
Ltotal	c	58,5	m	
<b>ΔHfricción</b>	c	0,6	m	
c) Pérdida de carga en difusor				
Número de difusores	d	2	Unid	Uno en tubería de conducción a depósito de contacto
Diámetro nominal del difusor	d	4"	Pulgadas	
Diámetro exterior	c	111	mm	
Diámetro interno	c	96	mm	
Orificios por difusor	d	30	Unid	
Longitud de distribución	d	7,00	m	
Distancia entre orificios	c	23,3	cm	
Caudal por orificio	c	0,08	L/s	Entre 0,1 a 0,6 l/s
Diámetro de los orificios	d	6,0	mm	Entre 6 y 16 mm
Velocidad en orificios	c	2,95	m/s	
Relación de áreas	c	0,12	Adim	Preferentemente menor a 1
Coefficiente de pérdida de carga	d	2,75	Adim	
Pérdida de carga en difusor	c	1,22	mca	

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
d) Contrapresión	c	2,93	m	
Contrapresión	c	0,29	kg/cm <sup>2</sup>	
	c	4,17	psi	
	c	0,29	bar	
<b>10,83</b>				
<i>Datos del eyector</i>				
Ancho garganta	d	3,00	inches	Ver modelo 65 - 193 J Ancho de Garganta 1" (Contra Pre = 20 psi)
Tipo eyector	d	Ancho variable		
Para	c	3.177,75	lbs/día	Seleccionado para consumo de 4000 ppd
Caudal	d	81,82	GPM	
Caudal	d	5,00	L/s	
Presión entrada	d	75,00	PSI	Ver del gráfico
Presión entrada	c	5,3	Kg/cm <sup>2</sup>	
Contra presión	d	4,2	PSI	Seleccionado para contrapresión de 20 psi
Contra presión	c	0,3	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>10,9</b>				
<i>Bomba booster a Eyector B - Postcloración:</i>				
Caudal de diseño	d	5,00	L/s	
		300	L/min	
Nivel en succión	d	13,20	m	
Nivel en eyector	d	20,00	m	
Desnivel geométrico	c	6,80	m	
Presión requerida AA del eyector	d	52,74	m	

10

CLORACIÓN

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Presión mínima en impulsión de bombas de alta	d	0,00	m	
Tubería agua de dilución	d	4"	Pulgadas	
Diámetro exterior	c	111,3	mm	
Diámetro interno	c	96,2	mm	
C	d	100	Adim	
J	c	0,01	m/m	
v	c	0,7	m/s	
L. tubería succión/impulsión	d	130,0	m	
L.equivalente	c	57,3	m	
Ltotal	c	187,3	m	
<b>ΔHfricción</b>	c	2,0	m	
Carga de equipo de bombeo	c	<b>61,51</b>	mca	
Potencia Hidráulica	c	3,02	kW	
Rendimiento hidráulico	d	65%		
Potencia en el eje	c	4,64	kW	
Rendimiento mecánico	d	85%		
Potencia del motor	c	5,46	kW	Motor de 5,5 kW Pedrollo 2CP40/180B
<i>Sistema de extracción:</i>				
<i>Operación normal:</i>				
Tiempo de renovación del aire	d	4,0	min	norma NBR 12216
Volumen de la sala	d	144,0	m3	
Capacidad el sistema de extracción	c	36,0	m3/min	

11



**10 CLORACIÓN**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<i>Emergencia:</i>				
Capacidad del sistema de extracción	d	50,0	m <sup>3</sup> /min	
Diámetro de las conducciones de aire	d	350,0	mm	
Velocidad	c	8,7	m/s	
<i>Sistema de reducción (Gas Scrubber):</i>				
Capacidad de tratamiento	d	1.000,0	kgCl	
Volumen de NaOH	d	7,7	m <sup>3</sup>	
Largo	d	3,20	m	
Ancho	d	2,00	m	
Altura cuba	d	1,40	m	
Altura total	d	5,00	m	Incluye tuberías de entrada/salida

**11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>11.1</b> <b><i>Producción de lodos:</i></b>				
<b>11,11</b> <b><i>Características de agua bruta:</i></b>				
Caudal de diseño	d	2.778	L/s	Registro de datos
Dosis de sulfato de aluminio de diseño	d	40,0	mg/L	Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí, Informe IP Neptuno
Turbiedad del agua bruta (mediana)	d	39,0	NTU	Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí, Informe IP Neptuno
Color (mediana)	d	63,0	UPT-Co	Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí, Informe IP Neptuno
Turbiedad del agua bruta (percentil 95%)	d	123,2	NTU	Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí, Informe IP Neptuno

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
				Arazatí, Informe IP Neptuno
Color (percentil 95%)	d	149,9	Upt-Co	Tabla 8-1: Parámetros de interés monitoreados por OSE en Arazatí, Informe IP Neptuno
<u>Producción media de lodos:</u>				
Producción de lodos de diseño	c	73,7	mg/L	1,3 T + 0,2 Co + 0,26 D
Producción de lodos en masa seca	c	737	kg SS/h	
		17,688	Ton/d	
<u>Producción máxima de lodos:</u>				
Producción de lodos de diseño	c	114,0	mg/L	1,3 T + 0,2 Co + 0,26 D
Producción de lodos en masa seca	c	1.140	kg SS/h	
		27,4	Ton/d	
Densidad del agua	d	1000,0	t/m3	
Densidad de lodo seco	d	1800,0	t/m3	
<u>Lodos de alta concentración:</u>				
Factor de retención en sedimentadores	d	85%		
Masa de lodo retenido en sedimentadores	c	969	kg SS/h	
	c	23,3	Ton/d	
Concentración de lodo en sedimentadores	d	0,5%		
		5	g/L	
Volumen de lodo generado (0,5%)	c	193,8	m³/h	
	c	4.652	m³/d	
<u>Lodos de baja concentración:</u>				
Superficie de los filtros	d	61,48	m2	

11,12

11,13

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Número de filtros	d	18,00	Unid	
Tasa de lavado con agua	d	0,80	m/min	
Caudal de agua de lavado	c	2.951	m <sup>3</sup> /h	
Tasa de lavado con agua + aire	d	0,20	m/min	1/4 de la tasa plena de lavado
Caudal de agua de lavado con agua + aire	c	738	m <sup>3</sup> /h	
Secuencia de lavado:				
a) Tiempo de lavado con aire	d	7,5	min	
b) Tiempo de lavado con aire + agua	d	7,5	min	
c) Tiempo de lavado con agua	d	7,5	min	
Volumen de agua consumido en b)	c	92,2	m3	
Volumen de agua consumido en c)	c	368,9	m3	
Volumen total consumido en un lavado	c	461,1	m3/Lav	
Volumen consumido en 18 filtros	c	8.299,8	m3/d	
Porcentaje respecto al agua consumida	c	3,5%		Entre 2 a 5 % de la producción vol de la planta. Pag 12-10 cap 12.3.2 de Drinking Water Treatment Plant Residuals Management Report de EPA
Carrera de filtración	d	24,0	h/d	
Consumo específico	c	3,5%		
Concentración media de sólidos en agua de lavado	d	0,050%		
		0,5	g/L	Generalmente varía entre 100 - 600 mg SS/l
Masa de lodo retenido en unidades de sedimentación	c	4,1	Ton/d	
Factor de retención en unidades de filtración	c	15,2%		

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<b>11.2</b>				
<b>Tanque pulmón de lodos de AC (TP1):</b>				
<i>Depósito de regulación:</i>				
Volumen total de lodo de alta	d	4,652	m <sup>3</sup> /d	
N° de depósitos	d	1	Unid	
Tiempo de retención en tanque pulmón de lodos	d	10	hs	
Volumen del tanque pulmón de lodos	c	1,938	m <sup>3</sup>	
Altura útil	d	5,50	m	
Superficie requerida	c	352	m <sup>2</sup>	
Diámetro calculado	c	21,18	m	
Diámetro seleccionado	d	22,00	m	
<b>11.22</b>				
<i>Agitador sumergible:</i>				
Potencia específica del mixer	d	5,00	W/m <sup>3</sup>	
Potencia total requerida	c	9,69	kW	
Número de equipos	d	2,00	Unid	
Potencia unitaria de los equipos calculada	c	4,85	kW	
Potencia unitaria de los equipos seleccionada	d	5,50	kW	
<b>11.3</b>				
<b>Espesado de Lodos de AC</b>				
<i>Bomba de alimentación:</i>				
Tiempo de operación	d	16,0	hs/d	
Máxima concentración del lodo	d	1,00%		
Número de bombas operativas	d	1	Unid	
Factor de bombeo	d	1,10	Adim	
Caudal unitario	c	320	m <sup>3</sup> /h	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal de diseño total	c	320	m <sup>3</sup> /h	
<i>Tramo Succión:</i>				
Diámetro nominal	d	300	mm	
Diámetro externo	d	326	mm	FD k7
Espesor	d	5,7	mm	
Diámetro de la tubería	c	314,6	mm	
Velocidad	c	1,14	m/s	
Densidad del lodo	c	1004	Kg/m <sup>3</sup>	
Esfuerzo Producido (Sy)	c	0,02	N/m <sup>2</sup>	Depende de la concentración, Gráfico 12-7 a pag 895 M&E
		0,00	kg/m <sup>2</sup>	
Coefficiente de rigidez ( $\eta$ )	c	0,000	kg/m.s	Depende de la concentración, Gráfico 12-7 b pag 895 M&E
Número de Reynolds(Re)	c	1,81E+06	Adim	
Número de Hedstrom (He)	c	3,98E+07	Adim	
Factor de fricción (f)	d	0,003	Adim	
Longitud equivalente	c	16,04	m	
Ampliación gradual x 1	d	0	m/m	
Codo 90° x 4	d	0	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	17	m/m	
Reducción gradual x 1	d	6	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	0	m/m	
Tee directa x 1	d	20	m/m	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	0	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	0	m/m	
Longitud real	d	7,5	m	
Longitud total	c	23,54	m	
Pérdida de carga succión	c	0,06	mca	
<i>Tramo Impulsión:</i>				
Diámetro nominal	d	250	mm	
Diámetro externo	d	270	mm	FD k7
Espesor	d	5,5	mm	
Diámetro de la tubería	c	259,0	mm	
Velocidad	c	1,69	m/s	
Factor de fricción (f)	d	0,003	Adim	
Longitud equivalente	c	82,88	m	
Ampliación gradual x 1	d	12	m/m	
Codo 90° x 4	d	180	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	0	m/m	
Reducción gradual x 1	d	0	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	35	m/m	
Tee directa x 1	d	20	m/m	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	65	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	0	m/m	
Longitud real	d	200	m	
Longitud total	c	282,88	m	
Pérdida de carga impulsión	c	1,91	mca	
Pérdida de carga total	c	1,97	mca	
Desnivel geométrico	d	7,80	mca	
Altura Manométrica Total (AMT)	c	9,77	mca	
Potencia Hidráulica	c	8,50	kW	
Rendimiento Hidráulico	d	75%		
Potencia al eje	c	11,3	kW	
Rendimiento Mecánico	d	95%		
Potencia unitaria del motor	c	11,9	kW	Motor de 11,0 kW
Potencia total requerida	c	11,9	kW	
<b>Opción 2: espesadores mecánicos</b>				
<i>Espesadores mecánicos:</i>				
<i>Carga de sólidos de diseño</i>	c	1453,65	kg SS/h	Considerando 16 horas de operación diarias
<i>Caudal de diseño</i>	c	290,73	m3/h	Considerando 16 horas de operación diarias
Concentración al ingreso del espesador	d	0,50%		
Número de unidades en paralelo	d	4,00	Unid	Parkson RDT400 (Trata hasta 400 GPM = 90 m3/h @ 0,5 - 1,5 % de sólidos)

11,33  
11,331

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal de diseño de cada unidad	c	72,7	m3/h	
Carga de sólidos de diseño de cada unidad	c	363,4	kg SS/h	
Concentración mínima a la salida del espesador	d	4,00%		Entre 4 y 6 % normalmente
Concentración máxima a la salida del espesador	d	6,00%		
Caudal máximo post espesado	d	36,34	m3/h	Corresponde al total
Caudal mínimo post espesado	d	24,23	m3/h	Corresponde al total
<i>Tubería de entrada a cada unidad:</i>				
Diámetro nominal	d	150	mm	
Diámetro externo	d	170	mm	FD k7
Espesor	d	5,2	mm	
Diámetro de la tubería	c	159,6	mm	
Velocidad	c	1,01	m/s	
<i>Dosificación de polímero:</i>				
Dosis máxima másica de polímero	d	3,5	kg/tonSS	5 a 7 lbs/ton SS Parkson
Consumo de polímero	c	5,1	kg/h	
		81,4	kg/d	
Tiempo mínimo de almacenamiento	d	30	d	
Stock necesario	c	2.442,1	kg	
Número de bolsas de 25 kg	c	97,7	Unid	
Cantidad de pallets de 25 bolsas	c	3,9	Unid	
Dosis máxima volumétrica de polímero	c	0,018	g/L	
Concentración de dosificación	d	0,2	%	
Número de unidades de preparación	d	1	Unid	

11,332

11,333



11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal total máx de preparación y dosificación	c	2.544	L/h	Una unidad de 8 kg/h y 4000 L/h
Factor de seguridad sobre dosis media	d	1,50	adim	
Caudal de dosificación	c	3.816	L/h	
Número de equipos de bombeo	d	4,0	Unid	(4+1): Una operativas, y uno de respaldo.
Caudal unitario de dosificación	c	954	L/h	
Diámetro Nominal	d	25,0	mm	
Espeor	d	2,3	mm	
Diámetro interno	c	20,4	mm	
Velocidad	c	0,81	m/s	
<i>Descarga de Lodo:</i>				
Caudal de diseño	c	36,3	m <sup>3</sup> /h	
Pendiente del colector	d	1,0%	m/m	
Diámetro mínimo para Y/D=75%	c	133,7	mm	
Diámetro seleccionado	d	200,0	mm	
<i>Bomba Limpieza:</i>				
Caudal unitario	d	1,2	L/s	
Carga	d	75,0	mca	
Caudal succión	c	4,8	L/s	
Diámetro interno succión	d	80,5	mm	Hierro Galvanizado DN 80 mm
Velocidad succión	c	0,9	m/s	
Caudal impulsión	d	1,2	L/s	
Diámetro interno succión	d	34,5	mm	Hierro Galvanizado DN 32 mm
Velocidad succión	c	1,3	m/s	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Carga a elevar por la bomba	c	2,78	mca	
Potencia Hidráulica	c	0,88	kW	
Rendimiento Hidráulico	d	40%		
Potencia al eje	c	2,2	kW	
Rendimiento Mecánico	d	75%		
Potencia unitaria del motor	c	2,9	kW	
<i>Coleta de lodo espesado:</i>				
<i>Tornillo de colecta:</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	4,0%		
Densidad de lodo al 4%	c	1.018,1	kg/m3	
Caudal máximo de lodo (4%)	c	35,7	m3/h	
Diámetro del tornillo	d	300	mm	
Factor de tamaño	d	170	adim	
Número de rotaciones	d	80	rpm	
Factor de material	d	2	adim	
Longitud de cada tornillo	d	18,5	m	
Potencia estimada	c	7,83	kW	
<i>Tornillo de transporte a TP3:</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	4,0%		
Densidad de lodo al 4%	c	1.018,1	kg/m3	
Caudal máximo de lodo (4%)	c	35,7	m3/h	
Diámetro del tornillo	d	300	mm	
Factor de tamaño	d	170	adim	

11,336

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Número de rotaciones	d	80	rpm	
Factor de material	d	2	adim	
Longitud de cada tornillo	d	8,5	m	
Potencia estimada	c	3,60	kW	
<i>Tubería de conducción de clarificado</i>				
Caudal máximo de clarificado	c	267	m <sup>3</sup> /h	Dos unidades a la vez para concentración máx de lodo espesado
		0,074	m <sup>3</sup> /s	
Pendiente del colector	d	1,00%	m/m	
Diámetro de colector calculado	c	282	mm	
Diámetro de colector seleccionado	d	315	mm	
<b>11,4 Tanque pulmón de lodos de BC (TP3):</b>				
<i>Depósito de regulación:</i>				
Volumen total de lodo de baja	d	8.300	m <sup>3</sup> /d	
N° de depósitos	d	1	Unid	
Tiempo de retención en tanque pulmón de lodos	d	6,0	hs	
Volumen del tanque pulmón de lodos	c	2.075	m <sup>3</sup>	
N° lavados acumulados en el tanque	c	4,50	Lav	
Altura útil	d	5,50	m	
Superficie requerida	c	377	m <sup>2</sup>	
Diámetro calculado	c	21,92	m	
Diámetro seleccionado	d	22,00	m	

11,4

11,41

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
11,42	<i>Agitador sumergible:</i>				
	Potencia específica del mixer	d	5,00	W/m3	
	Potencia total requerida	c	10,37	kW	
	Número de equipos	d	1,00	Unid	
	Potencia unitaria de los equipos	c	10,37	kW	
11,5	<b><u>Espesado de Lodos de BC (EQ-DAF)</u></b>				
11,51	<i>Parámetros de diseño:</i>				
	Regimen de operación de clarificadora	d	16,0	h/d	
	Caudal de diseño total	c	518,7	m3/h	
	Carga de SS de diseño total	c	259,4	kgSS/h	
	Unidades en paralelo	d	2	Unid	
	Caudal de diseño unitario	c	259,4	m3/h	
11,52	<i>Bomba de alimentación:</i>				
	Número de bombas operativas	d	1	Unid	1+1
	Factor de bombeo	d	1,1	Adim	
	Caudal unitario	c	570,6	m3/h	
	Caudal de diseño total	c	570,6	m3/h	
			0,159	m3/s	
	Diámetro Nominal	d	400	mm	
	Diámetro Externo	d	429	mm	Fundición Dúctil K7 Esgoto
	Espesor	d	4,60	mm	
	Diámetro Interno	c	419,8	mm	
	Velocidad	c	1,15	m/s	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Desnivel geométrico	d	7,25	m	
<u>Pérdida de carga distribuida:</u>				
Longitud de la tubería	d	150,00	m	
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	3,44	m/km	
Pérdida de carga distribuida	c	0,52	m	
<u>Pérdida de carga localizada:</u>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Ampliación gradual	d	1	0,3	En base a la velocidad mayor
Reducción gradual	d	1	0,2	En base a la velocidad mayor
Codos 90º	d	6	5,4	
Codos 45º	d	0	0,0	
Válvula compuerta	d	2	0,4	
Válvula mariposa	d	0	0,0	
Válvula de retención	d	1	2,5	
Te directa	d	0	0,0	
Te lateral	d	1	1,3	
Te bilateral	d	0	0,0	
Salida	d	1	1,0	
Pérdida de carga localizada impulsión	c	0,77	m	
Pérdida de carga impulsión	c	1,29	m	
Carga a elevar por la bomba	c	8,54	mca	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Potencia Hidráulica	c	13,26	KW	
Rendimiento Hidráulico	d	65%		
Potencia al eje	c	20,4	KW	
Rendimiento Mecánico	d	95%		
Potencia unitaria del motor	c	21,5	KW	
Potencia total requerida	c	21,5	KW	Motor de 22 kW
<i>Caja repartidora</i>				
Caudal de diseño	d	0,072	m3/s	
Longitud de vertedero	d	0,75	m	Mismo largo que vertedero de entrada
Carga sobre vertedero de recolección	c	0,14	m	Formula de Francis
<i>Floculación mecánica:</i>				
Numero de celdas de floculación en serie	d	1,0	un	
Caudal de diseño	c	259,4	m3/h	
Tiempo de retención	d	15,0	min	
Volumen total requerido	c	64,8	m3	
Volumen requerido en cada unidad	c	64,8	m3	
Altura útil	d	4,00	m	
Ancho	d	4,50	m	
Largo	c	3,60	m	
<i>Pasaje a cámara de mezcla:</i>				
Ancho de pasaje	d	4,50	m	
Altura de pasaje	d	0,15	m	
Radio hidráulico	c	0,07	m	

11,55

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Factor de fricción	d	0,02	Adim	
Velocidad	c	0,11	m/s	
Gradiente de velocidad	c	6,05	1/s	
Coefficiente de pérdida de carga	d	0,70	Adim	
Pérdida de carga en pasaje	c	0,00	m	
<i>Sector Mezcla:</i>				
Numero de unidades de floculación en paralelo	d	2,0	un	
Caudal de diseño por celda	c	298,3	m3/h	
Ancho	d	4,50	m	
Altura cámara en zona recta	d	1,20	m	
Altura cámara en deflector	d	0,80	m	
Largo_inferior	d	0,80	m	
Largo_superior	d	1,15	m	
Ángulo	c	66,4	°	Water Quality & Treatment, James K. Edwald, Apartado 9.68, 60° respecto a la horizontal
Área	c	3,60	m2	
Velocidad ascensional	c	82,9	m/h	Entre 60 y 100 m/h
Volúmen cámara mezcla	c	7,8	m3	
TRH cámara mezcla	c	1,81	min	Entre 1 a 6 min
<i>Difusores de agua saturada:</i>				
Diámetro de la tubería	d	75,00	mm	
Velocidad	c	1,2	m/s	
Diámetro de orificios	d	3,0	mm	

11,56

11,57

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Carga	d	50,0	mca	
Coeficiente Cd Orificios	d	0,6	adim	
Caudal por orificio	c	0,1	l/s	
Número de orificios	d	80,0	Unid	
Caudal total	c	10,8	l/s	
		38,9	m3/h	
Separación orificios	c	5,6	cm	
<i>Flotación:</i>				
Numero de celdas de flotación en paralelo	d	2,0	un	
Caudal de diseño por celda	c	298,3	m3/h	
Tasa de flotación	d	8,0	m/h	
Superficie	c	37,3	m2	
Carga de sólidos	c	7,0	kgSST/h	Disolved air flotation Lawrence K. Wang Chapter 12 page 24, entre 10 y 25 kg/m2/h
Ancho	d	4,5	m	
Largo	c	8,3	m	
Relación L/B	c	1,8	Adim	Water Quality & Treatment, James K. Edwald, Tabla 9-5 Apartado 9.66, Entre 1 a 2, máximo 2,5
Altura útil	d	4,0	m	
Tiempo de retención hidráulico	c	30,0	min	Water Quality & Treatment, James K. Edwald, Apartado 9.68, Entre 10 a 20 min
Superficie total	c	74,6	m2	
Porcentaje de recirculación	d	15,0	%	
Número de bombas de saturación	d	2,0	Unid	

11,58



11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal de unitario de bomba saturación	c	10,8	L/s	EDUR LBU 603 D160L
Diámetro de la tubería de agua saturada	d	100,0	mm	
Velocidad	d	1,4	m/s	
Carga de la bomba de recirculación	d	65,0	mca	
Contenido de aire	d	15,0	%	
Potencia del motor	d	18,5	kW	
<i>Descarga de Lodo:</i>				
Concentración del lodo de descarga	d	3,0%		
Volumen de lodo al 3%	c	138,3	m3/d	
	c	8,6	m3/h	
Factor de bombeo	d	1,2		
Caudal de diseño	c	10,4	m3/h	
Pendiente del colector	d	1,0%	m/m	
Diámetro mínimo para Y/D=75%	c	83,6	mm	
Diámetro seleccionado	d	200,0	mm	
<i>Tornillo de transporte de lodo flotado</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	3,0%		
Densidad de lodo al 10%	c	1.013,5	kg/m3	
Caudal máximo de lodo (10%)	c	8,5	m3/h	
Diámetro del tornillo	d	230	mm	
Factor de tamaño	d	170	adim	
Número de rotaciones	d	80	rpm	
Factor de material	d	2	adim	

11,59

**11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Longitud de cada tornillo	d	22,7	m	
Potencia estimada	c	2,86	kW	
<i>Descarga de Clarificado:</i>				
<i>Tuberías de Recolección</i>				
Número de tuberías de recolección de clarificado	d	3	Unid	
Caudal por tubería de recolección	c	99,4	m <sup>3</sup> /h	
Diámetro nominal de la tubería	d	200	mm	
	c	0,88	m/s	
Longitud de la tubería	d	8,29	m	
Separación entre orificios	d	0,08	m	
Número de orificios	c	110,47	Unid	
Caudal por orificio	c	0,90	m <sup>3</sup> /h	
Diámetro orificios de recolección	d	20,00	mm	
Velocidad orificios de recolección	c	0,80	m/s	
Coefficiente de descarga	d	0,61	Adim	
Pérdida de carga	c	0,09	mca	
<i>Vertedero de descarga y nivelación</i>				
Ancho de vertedero de descarga	d	4,50	m	
Tirante sobre vertedero	c	0,05	m	
Caudal de clarificado	c	510,1	m <sup>3</sup> /h	
Pendiente del colector	d	1,0%	m/m	
Diámetro mínimo para Y/D=75%	c	360,0	mm	
Diámetro seleccionado	d	500,0	mm	

**11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
11,61	<i>Dosificación de polímero:</i>				
	Dosis máxima volumétrica de polímero	d	2,0	mg/L	
		d	0,02%	%	
	Consumo de polímero	c	1,0	kg/h	
			16,6	kg/d	
	Tiempo mínimo de almacenamiento	d	30	d	
	Stock necesario	c	498,0	kg	
	Número de bolsas de 25 kg	c	19,9	Unid	
	Cantidad de pallets de 25 bolsas	c	0,8	Unid	
	Dosis máxima másica de polímero	c	4,0	kg/tonSS	
	Concentración de dosificación	d	0,2	%	
	Número de unidades de preparación	d	1,0	Unid	(1): Una operativa
	Caudal total máx de preparación	c	518,7	L/h	
	Factor de seguridad sobre dosis media	d	2,00	adim	
	Caudal de dosificación	c	1.037	L/h	
	Número de equipos de bombeo	d	1,0	Unid	(1+1): Una operativas, y uno de respaldo.
	Caudal unitario de dosificación	c	1.037	L/h	
	Diámetro Nominal	d	25,0	mm	
	Esesor	d	2,3	mm	
	Diámetro interno	c	20,4	mm	
	Velocidad	c	0,88	m/s	
<b>11,6</b>	<b><u>Tanque pulmón de lodos espesados de BC y AC (TP2):</u></b>				

**11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

	Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
11.61	<i>Depósito de regulación:</i>				
	Volumen total de lodo de alta espesado al 4%	d	581,5	m <sup>3</sup> /d	
	Volumen total de lodo de baja espesado al 3%	d	138,3	m <sup>3</sup> /d	
	Volumen total de lodo	c	719,8	m <sup>3</sup> /d	
	Concentración promedio mínima	c	3,8%		
	Tiempo de retención en tanque pulmón de lodos	d	24,0	hs	
	N° de depósitos	d	1	Unid	
	Volumen del tanque pulmón de lodos	c	720	m <sup>3</sup>	
	Altura útil	d	4,20	m	
	Superficie requerida	c	171	m <sup>2</sup>	
11.62	Ancho	d	6,95	m	
	Largo	c	24,66	m	
	Diámetro calculado	c	14,77	m	
	Diámetro seleccionado	d	15,00	m	
	<i>Agitador sumergible:</i>				
11.63	Potencia específica del mixer	d	7,50	W/m <sup>3</sup>	Correo Xylem 2021/10/15 para Flygt SR SR4650.412-125809SJ STD 5.5 kW
	Potencia total requerida	c	5,40	kW	
	Número de equipos	d	1,00	Unid	
<i>Bombeo a deshidratación:</i>	Potencia unitaria de los equipos	c	5,40	kW	
	Máxima concentración del lodo	c	6,00%		
	Número de bombas operativas	d	2	Unid	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal unitario	c	36	m3/h	
Caudal total	c	72	m3/h	
<i>Tramo Succión:</i>				
Diámetro nominal	d	150	mm	
Diámetro externo	d	150	mm	
Espesor	d	5	mm	
Diámetro interno	c	139	mm	FD k7
Velocidad	c	1,31	m/s	
Densidad del lodo	c	1027	Kg/m3	
Esfuerzo Producido (Sy)	c	3,46	N/m2	Depende de la concentración, Gráfico 12-7 a pag 895 M&E
		0,35	kg/m2	
Coefficiente de rigidez ( $\eta$ )	c	0,043	kg/m.s	Depende de la concentración, Gráfico 12-7 b pag 895 M&E
Número de Reynolds(Re)	c	4,34E+03	Adim	
Número de Hedstrom (He)	c	3,69E+04	Adim	
Factor de fricción (f)	d	0,020	Adim	
Longitud equivalente	c	19,63	m	
Ampliación gradual x 1	d	0	m/m	
Codo 90° x 3	d	90	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	17	m/m	
Reducción gradual x 1	d	6	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	0	m/m	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tee directa x 0	d	20	m/m	
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	0	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	0	m/m	
Longitud real	d	15	m	
Longitud total	c	34,63	m	
Pérdida de carga succión	c	1,79	mca	
<i>Tramo Impulsión:</i>				
Diámetro nominal	d	100	mm	
Diámetro externo	d	100	mm	
Esesor	d	5,2	mm	
Diámetro interno	c	89,6	mm	FD k7
Velocidad	c	1,58	m/s	
Factor de fricción (f)	d	0,020	Adim	
Longitud equivalente	c	22,85	m	
Ampliación gradual x 1	d	12	m/m	
Codo 90° x 3	d	135	m/m	
Codo 45° x 0	d	0	m/m	
Entrada normal x 1	d	0	m/m	
Reducción gradual x 1	d	0	m/m	
Válvula compuerta abierta x 1	d	8	m/m	
Salida x 1	d	35	m/m	

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Tee directa x 0	d	0	m/m	
Tee lateral x 0	d	0	m/m	
Tee bilateral x 1	d	65	m/m	
Válvula de pie con criva x 0	d	0	m/m	
Válvula de retención x 0	d	0	m/m	
Longitud real	d	60	m	
Longitud total	c	82,85	m	
Pérdida de carga impulsión	c	9,71	mca	
Pérdida de carga total	c	11,50	mca	
Desnivel geométrico	d	9,50	mca	
Altura Manométrica Total (AMT)	c	21,00	mca	
Potencia Hidráulica	c	2,05	kW	
Rendimiento Hidráulico	d	60%		
Potencia al eje	c	3,4	kW	
Rendimiento Mecánico	d	75%		
Potencia unitaria del motor	c	4,6	kW	
Potencia total requerida	c	9,1	kW	
<b><u>Deshidratación de lodos</u></b>				
<i>Centrifugas Decanters:</i>				
Producción diaria de lodos	d	27.362,9	KgSST/d	
Concentración de lodos espesados	d	3,81%		
		38,08	g/L	
Volumen de lodos espesados	c	718,6	m3/d	

11,7

11,71

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Horas de operación diarias de deshidratación	d	14,00	h/d	Se trabajan 2 turnos
Días de trabajo a la semana	d	6,00	d/sem	
Factor de diseño	c	2,0	Adim	
Caudal total de diseño	c	59,9	m3/h	
Carga de sólidos total de diseño	c	2.280,2	KgSST/h	
Factor de servicio sobre capacidad de deshidratación	d	1,20		
Número de unidades en paralelo	d	2,00	Unid	2 operativas + 1 de respaldo instalada
Caudal de diseño unitario	c	35,9	m3/h	
Carga de SST de diseño unitaria	c	1.368,1	KgSST/h	
Concentración de lodo deshidratado	d	20,0%		
		200,0	g/l	
Volumen de lodo deshidratado	c	136,8	m3/d	
Concentración de sólidos del efluente a la decanter	d	0,2%		
		2,0	g/l	
Eficiencia en remoción de sólidos	c	96%	Adim	Factor de captura
Potencia unitaria del motor	d	71,0	kW	Estimada
Potencia total requerida	c	142,0	kW	
<i>Volquetas de lodo deshidratado:</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	20,0%		
Masa de lodo deshidratado al 20%	c	136.814,4	kg/d	
Densidad del lodo al 20%	c	1.097,6	kg/m3	
Volumen de lodo diario al 20%	c	124,7	m3/d	
Volumen de cada volqueta	d	20,0	m3	

11,72



11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Número de volquetas	d	6,0	Unid	
Tiempo de operación	c	13,5	h/d	
<i>11,73</i>				
<i>Subería de conducción de clarificado:</i>				
Concentración máxima esperada a la salida	d	20,0%		
Densidad del lodo al 20%	c	1.097,6	kg/m3	
Caudal mínimo de lodo (20%)	c	10,4	m3/h	
Caudal máximo de clarificado	c	49,5	m3/h	
Pendiente del colector secundario	d	0,01	m/m	
Diámetro mínimo para Y/D=75%	c	150,1	mm	
Diámetro escolhido para colector secundário	d	200,0	mm	
<i>11,74</i>				
<i>Coleta de lodo deshidratado:</i>				
<i>Tornillo principal:</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	15,0%		
Densidad de lodo al 15%	c	1.071,4	kg/m3	
Caudal máximo de lodo (15%)	c	14,2	m3/h	
Diámetro del tornillo	d	300	mm	
Factor de tamaño	d	170	adim	
Número de rotaciones	d	80	rpm	
Factor de material	d	2	adim	
Longitud de cada tornillo	d	25,0	m	
Potencia estimada	c	4,91	kW	
<i>Tornillo de distribución en c/volqueta:</i>				
Concentración mínima esperada a la salida	d	15,0%		

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Densidad de lodo al 15%	c	1.071,4	kg/m3	
Caudal máximo de lodo (15%)	c	14,2	m3/h	
Diámetro del tornillo	d	300	mm	
Factor de tamaño	d	170	adim	
Número de rotaciones	d	80	rpm	
Factor de material	d	2	adim	
Longitud de cada tornillo	d	6,0	m	
Potencia estimada	c	1,18	kW	
<i>Dosificación de polímero:</i>				
Dosis máxima másica de polímero	d	6,0	kg/tonSS	
Consumo de polímero	c	13,7	kg/h	
		191,5	kg/d	
Tiempo mínimo de almacenamiento	d	30	d	
Stock necesario	c	5.746,2	kg	
Número de bolsas de 25 kg	c	229,8	Unid	
Cantidad de pallets de 25 bolsas	c	9,2	Unid	
Dosis máxima volumétrica de polímero	c	0,013	g/L	
Concentración de dosificación	d	0,2	%	
Número de unidades de preparación	d	2	Unid	(2): Dos operativas
Caudal total máx de preparación	c	3.420	L/h	Dos unidades de 8 kg/h y 4000 L/h
Factor de seguridad sobre dosis media	d	1,50	adim	
Caudal de dosificación	c	10.261	L/h	
Número de equipos de bombeo	d	2,0	Unid	(2+1): Una operativas, y uno de respaldo.

11,75

11 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Caudal unitario de dosificación	c	5.131	L/h	
Diámetro Nominal	d	50,0	mm	
Espesor	d	4,6	mm	
Diámetro interno	c	40,8	mm	
Velocidad	c	1,09	m/s	
<b>11,8</b> <u>Tanque pulmón de clarificados de espesados de BC y AC (TP4):</u>				
<u>Cálculo caudal</u>				
Caudal de clarificado espesador mecánico	d	290,7	m3/h	
Caudal de clarificado deshidratación	d	49,5	m3/h	
Caudal de clarificado espesador DAF	d	518,7	m3/h	
Caudal total de clarificado	c	859,0	m3/h	
<b>11,82</b> <u>Depósito de regulación:</u>				
Caudal total de clarificado	d	859	m3/h	
N° de depósitos	d	1	Unid	
Tiempo de retención en tanque pulmón de clarificados	d	5,00	min	
Volumen del tanque pulmón de lodos	c	72	m3	
Altura útil	d	3,60	m	
Superficie requerida	c	20	m2	
Largo	d	8,00	m	
Ancho	c	2,5	m	
<b>11,83</b> <u>Equipos de bombeo</u>				
Número de bombas operativas	d	1	Unid	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Factor de bombeo	d	1,10	Adim	
Caudal unitario	c	944,9	m <sup>3</sup> /h	
		262,5	L/s	
<u>Tramo Succión</u>				
Diámetro de la tubería de conducción de lodo	d	500	mm	
Velocidad	c	1,34	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	2,5	m	
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	3,73	m/km	
Perdida de carga distribuida	c	<b>0,23</b>	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>		Cantidad	(NºpiezasxKu)	
Entrada	d	1	0,5	
Te lateral	d	0	0,0	
Te directa	d	1	0,6	
Codos 45º	d	0	0,0	
Codos 90º	d	0	0,0	
Válvula / Llave	d	1	0,2	
Salida	d	0	0,0	
Ampliación / Reducción	d	1	0,3	
Perdida de carga localizada succión	c	<b>0,15</b>	m	
Pérdida de carga total en tuberías de conducción de lodo	c	<b>0,38</b>	m	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
<i>Tramo Impulsión</i>				
Diámetro de la tubería de conducción de lodo	d	450	mm	
Velocidad	c	1,65	m/s	
<b>Pérdida de carga distribuida:</b>				
Longitud de la tubería	d	65,0	m	
Coefficiente de H-W	d	120	Adim	
Pérdida de carga unitaria (J)	c	6,23	m/km	
Perdida de carga distribuida	c	10,13	m	
<b>Pérdida de carga localizada:</b>				
<i>Piezas Especiales</i>				
Entrada	d	0	0,0	
Te lateral	d	1	1,3	
Te directa	d	0	0,0	
Codos 45º	d	0	0,0	
Codos 90º	d	4	3,6	
Válvula / Llave	d	1	0,2	
Salida	d	1	1,0	
Ampliación / Reducción	d	1	0,3	
Perdida de carga localizada succión	c	0,89	m	
Pérdida de carga total en tuberías de conducción de lodo	c	<b>11,02</b>	m	
<i>Altura manométrica y datos de la bomba:</i>				
Dhgeom (máxima)	d	4,6	mca	
Carga de bombas (máxima)	c	<b>15,6</b>	mca	

11

**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Descripción	c/d	Valor	Unidad	Comentarios
Potencia Hidráulica unitaria	c	40,17	KW	
Rendimiento hidráulico	d	70%		
Potencia al eje	c	57,39	KW	
Rendimiento mecánico	d	95%		
Potencia Motor	c	60,41	KW	

## 6.2 Memoria de Eléctrica Obra de Toma y PTAP



# Proyecto Neptuno

## Pliego de eléctrica

**Noviembre de 2021**

**IPN-GEN-EL-ME001\_L001**

Revisión	Fecha	Responsables elaboración	Responsable de aprobación	Comentarios
0	19/11/2021	J.Tokman	M. Brindisi	
1				
2				
3				



# Índice

1.	Introducción .....	1
2.	Glosario .....	1
3.	Resumen de características generales .....	2
4.	Documentos de proyecto.....	3
5.	Trámites .....	3
5.1.	Trámites frente a UTE .....	3
6.	Descripción de las Instalaciones eléctricas .....	4
6.1.	Instalaciones de interconexión con UTE .....	4
6.2.	Subestaciones propias .....	4
6.3.	Instalaciones de baja tensión.....	5
6.4.	Correccion del factor de potencia.....	6
6.5.	Obras a ejecutar por UTE .....	6
6.6.	Nichos de medidores de UTE. ....	6
6.7.	Tableros.....	6
6.8.	Puesta a tierra .....	7
7.	Especificaciones Técnicas Particulares (ETP) .....	7
7.1.	Grupo electrógeno .....	8
7.1.1.	Cantidades.....	8
7.1.2.	Cargas a alimentar .....	8
7.1.3.	Generalidades .....	8
7.1.4.	Características técnicas del grupo.....	8
7.1.5.	Características técnicas del motor a combustión .....	9
7.1.6.	Características del generador.....	9
7.1.7.	Tanque de combustible .....	9
7.1.8.	Tablero eléctrico.....	10
7.1.9.	Accesorios a incluir con el suministro .....	11
7.1.10.	Documentación técnica.....	11
7.1.11.	Ensayos de recepción .....	11

7.2.	UPS - Sistema de alimentación ininterrumpida.....	12
7.2.1.	Cantidades .....	12
7.2.2.	Características generales .....	12
7.2.3.	Características técnicas.....	12
7.3.	Tableros eléctricos.....	13
7.3.1.	CCMs .....	13
7.3.2.	Tablero de iluminación y servicios.....	18
7.3.3.	Tableros de control .....	22
7.4.	Dispositivos de maniobra y protección .....	24
7.4.1.	Interruptores de Ejecución Abierta .....	24
7.4.2.	Interruptores Caja Moldeada .....	25
7.5.	Banco de condensadores.....	26
7.6.	Canalizaciones eléctricas .....	27
7.6.1.	Canalizaciones subterráneas en caños de PVC.....	28
7.6.2.	Canalizaciones en bandejas perforadas.....	28
7.6.3.	Canalizaciones en caños metálicos .....	29
7.7.	Cables .....	29
7.7.1.	Características.....	29
7.7.2.	Documentación técnica .....	30
7.7.3.	Ensayos .....	30
7.7.4.	Cables de distribución de potencia y fuerza motriz.....	30
7.8.	Variadores de frecuencia de media tensión.....	31
8.	Anexo A.....	32



## **1. Introducción**

El presente documento establece los criterios y especificaciones técnicas particulares para las instalaciones eléctricas referentes al anteproyecto de la Planta de Tratamiento de agua potable (PTAP) y Estación de bombeo de agua bruta (EBAB) en la localidad de Arazati, ubicada en el departamento de San Jose.

## **2. Glosario**

ETG – Especificaciones Técnicas Generales

BT – Baja Tensión

PCM – Puesto de Conexión y medida

ICP – Interruptor de Control de Potencia

PVC – Policloruro de vinilo

XLPE- Polietileno reticulado

ETP - Especificaciones Técnicas Particulares (ETP)

EMC – del inglés Electromagnetic Compability

TP – Tierra de Protección

### 3. Resumen de características generales

**Tabla 3-1 – Características generales**

<b>N°</b>	<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
1	Tipo de instalación	Planta tratamiento de agua
2	Intervención	Infraestructura para servicios eléctricos.
3	Clase de tensión de la instalaciones	MT: 31,5 kV -6,4kV
4	Tensión de línea nominales	BT: 400 V-230 V
5	Potencia activa a contratar	6,32 MW (PTAP), 3,8 MW (EBAB)
6	Respaldo de energía eléctrica	Grupo electrógeno instalado: Si
7	Compensación de reactiva	Si .
8	Previsión de subestación de UTE	Si (Puesto de Conexión y medida)

## 4. Documentos de proyecto

Los recaudos gráficos que complementan a este documento son:

■ IPN-GEN-EL-RU001_L002	■ Rubrado de eléctrica: Obras de conexión, EBAB y PTAP
■ EBAB	■
■ IPN-EBAB-EL-UF001_L111	■ EBAB - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de MT y BT
■ IPN-EBAB-EL-LA001_L112	■ EBAB - ELÉCTRICA - Distribución de equipos y canalizaciones principales
■ PTAP	■
■ IPN-PTAP-EL-UF001_L301	■ PTAP - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de MT
■ IPN-PTAP-EL-UF002_L302	■ PTAP - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de BT - Tablero T0 general
■ IPN-PTAP-EL-UF003_L303	■ PTAP - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de BT - Tablero T1
■ IPN-PTAP-EL-UF005_L304	■ PTAP - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de BT - Tablero T3a
■ IPN-PTAP-EL-UF006_L305	■ PTAP - ELÉCTRICA - Diagrama unifilar de BT - Tablero T3b
■ IPN-PTAP-EL-LA001_L306	■ PTAP - ELÉCTRICA - Distribución de equipos y canalizaciones principales
■ IPN-PTAP-EL-LA001_L307	■ PTAP - ELÉCTRICA - Distribución de equipos y canalizaciones principales Detalles

## 5. Trámites

### 5.1. Trámites frente a UTE

El Contratista debe gestionar el trámite de solicitud de potencia contratada en sucursal comercial de UTE.

La potencia a contratar será 6,32 MW (PTAP) y 3,8MW (EBAB), la cual debe ser verificada por el Contratista.

Existen dos carpetas de consulta abiertas en UTE cuyo número de trámite son:

PTAP-Planta Potabilizadora (OSE) San Jose 8270774148

EBAB - Obra de toma (OSE) San José 1042163020

Respecto a lo constructivo, la instalación de enlace será en un todo de acuerdo con los requisitos de UTE, con gabinetes para albergar en su interior los medidores de energía activa y reactiva, los interruptores limitadores (ICP), según estudio de conexión de UTE.

El material de construcción y la terminación de los gabinetes serán apropiados para resistir el efecto de la corrosión propia de instalaciones a la intemperie (acero inoxidable, chapa de acero al carbono con pintura epóxica, etc.). Esta cualidad se extenderá a la totalidad de los accesorios, bulonería, cerradura, pasador, bisagras, etc.

**Tabla 5-1 - Estimación de la demanda PTAP**

Carga	Potencia simultánea (kW)
Tablero T1	406
Tablero T2	168
Tablero T3a	428
Tablero T3b	1493
Tablero T4	203
TEdificio	20
Equipos media tension	3600
<b>Total</b>	<b>6320</b>

**Tabla 5-2 - Estimación de la demanda EBAB**

Carga	Potencia simultánea (kW)
Bombas elevadoras	2800
Resto de la instalacion	1000
<b>Total</b>	<b>3800</b>

## 6. Descripción de las Instalaciones eléctricas

### 6.1. Instalaciones de interconexión con UTE

En ambos casos, se asume una alimentación en 31,5 kV. Se plantea la instalación de un edificio asociado al puesto de conexión y medida (PCM) de UTE en 31,5kV.

El Contratista deberá realizar el cálculo de la malla de tierra del puesto de conexión y medida de UTE, presentando cálculos y planos ante la oficina correspondiente en UTE. Una vez aprobados los mismos, deberá realizar la ejecución de la misma, de acuerdo a los requerimientos solicitados por UTE. Se incluye la medición de la resistividad del terreno previo al inicio de los cálculos, así como la realización de todas las medidas que le sean solicitadas.

### 6.2. Subestaciones propias

En ambos casos se construirá e instalara una subestación propia.

Planta EBAB:

Se construirá una subestación 31,5/6,4kV. El sector de 31,5kV estará constituido por 4 celdas modulares , una con seccionador bajo carga para la llegada del cable de alimentación desde el PCM de UTE, dos celdas con disyuntor y protección con relé para la alimentación de dos transformadores de 4MVA cada uno (uno respaldo del otro). La restante celda con seccionador bajo carga y fusibles alimenta el transformador de 31,5/0,4kV de 200kVA que permite alimentar todos los servicios de BT de la planta.

El sector de 6,4kV estará constituido por celdas modulares, dos asociadas a los transformadores de 4MVA conteniendo disyuntores y relés, las restantes 6 celdas modulares contienen disyuntores y relés, y se utilizan para proteger 6 variadores de frecuencia utilizados para proteger las bombas elevadoras de agua bruta de 700kW cada una, de media tensión.

La subestación contiene un tablero para los servicios auxiliares de alterna y continua, así como un cargador de baterías. En plano IPN-EBAB-EL-LA001\_L112 se puede observar una planta de la misma donde se indican la ubicación de los equipos así como canalizaciones de interconexión.

Planta PTAP:

Junto al PCM de UTE se construirá una subestación 31,5/6,4kV. Las celdas modulares y tableros se montaran dentro de edificio mientras que el transformador se montara a la intemperie.

Se montaran dos celdas de 31, 5 kV, una de ellas con seccionador bajo carga que recibe el cable de alimentación desde el PCM UTE. La otra celda modular contiene disyuntor y relé, y desde allí se alimenta el transformador 31,5/6,86 kV de 8MVA. El sector de 6,4 kV estará constituido por tres celdas, una de ellas asociado al transformador, otra de salida con disyuntor y rele, y otra que alimenta un transformadores para los servicios auxiliares .

Asimismo existe otra subestación de 6,4/0,4kV en el edificio indicado como Subestación OSE-Sala de Tableros. La misma contiene 8 celdas modulares. Una con disyuntor y rele para recibir el cable proveniente de la subestación 31,5/6,4kV 100 kVA.

Existen 5 celdas con disyuntor y relé para alimentar los variadores de frecuencia asociados a las bombas elevadoras de agua potable de 900kW c/u. Otra celda con disyuntor y relé para alimentar un transformador de 6,4/0,4kV de 4 MVA, y otra celda con seccionador bajo carga y fusible para alimentar un transformador de servicios auxiliares de 100 kVA.

La subestación contiene un tablero para los servicios auxiliares de alterna y continua, así como un cargador de baterías. En plano IPN-PTAP-EL-LA001\_L307 se puede observar una planta de la misma donde se indican la ubicación de los equipos así como canalizaciones de interconexión

### **6.3. Instalaciones de baja tensión**

En ambas plantas se proyecta un tablero principal (TO en PTAP y TCDP en EBAB). Desde ellos se alimentan directamente algunas máquinas, así como tableros derivados.

En PTAP se proyectan tableros locales en diferentes sectores de la planta. Los diagramas unifilares corresponden a los planos IPN-PTAP-EL-UF002\_L302 al IPN-PTAP-EL-UF006\_L305. Cada uno de estos tableros alimentan diferentes máquinas.

En el plano IPN-PTAP-EL-LA001\_L307 se indican recorridos primarios entre dichos tableros y el principal TO.



#### 6.4. Corrección del factor de potencia.

Se plantea módulo que albergara todo el equipamiento para corrección de reactiva

#### 6.5. Obras a ejecutar por UTE

UTE realizara el montaje del PCM salvo indicación en contrario por parte de UTE.

#### 6.6. Nichos de medidores de UTE.

Los medidores de UTE se instalaran en la pared exterior de los PCM.

Se deberán suministrar y montar dichos nichos, así como el montaje de los elementos interiores a los mismos.

#### 6.7. Tableros

Se deberán suministrar y montar los tableros indicados en los diagramas unifilares así como todo aquel que pudiese surgir nuevo en obra y en acuerdo con la Dirección de Obra.

Se entiende que los tableros serán racks como mínimo de 0,8x0,8x2,0m.

Se deberá realizar la puesta a tierra al pie de cada tablero, debiéndose cumplir con la reglamentación de UTE al respecto.

Los tableros previstos en el proyecto son entonces:

**Tabla 6-1 - Lista de Tableros PTAP**

Tablero	Tag	Ubicación	Categoría	Contiene resumida
Tablero General	T0	Aparente	Potencia	
Tablero zona casa química	T1	Aparente	Potencia	
Tablero zona agua filtrada	T2	Aparente	Potencia	
Tablero zona soplantes y tableros	T3a	Aparente	Potencia	
Tablero zona soplantes y tableros	T3b	Aparente	Potencia	
Tablero zona recalque	T4	Aparente	Potencia	
Tablero edificio	Tedificio	Aparente	Potencia	
Tablero control centralizado	TCg	Aparente	Control	
Tablero control casa química	TD1	Aparente	Control	
Tablero control agua filtrada	TD2	Aparente	Control	
Tablero control soplantes y tableros	TD3	Aparente	Control	
Tablero control recalque	TD4	Aparente	Control	

**Tabla 6-2 - Lista de Tableros EBAB**

Tablero	Tag	Ubicación	Categoría	Contiene resumida
Tablero General	TCDP	Aparente	Potencia	
Tablero derivado 1	T1	Aparente	Potencia	
Tablero derivado 2	T2	Aparente	Potencia	
Tablero derivado 3	T3	Aparente	Potencia	
Tablero derivado 4	T4	Aparente	Potencia	
Tablero edificio	Tedificio	Aparente	Potencia	
Tablero control	TCg	Aparente	Control	

## 6.8. Puesta a tierra

Se deberán conectar a tierra todos los elementos metálicos, como bandejas, caños de hierro galvanizado, etc. Se distribuirá conductor de protección a todas las luminarias. La protección diferencial será de 30 mA, o aquella que el Contratista garantice la protección contra contactos indirectos. Los interruptores diferenciales serán del tipo inmune para evitar disparos intempestivos.

Para la puesta a tierra se utilizarán jabalinas Copperweld de 2 m de longitud y diámetro 5/8" , así como conductor de cobre desnudo 50mm<sup>2</sup>.

La ubicación definitiva de las cámaras donde se encuentren las jabalinas, se ajustara en obra.

Para su fabricación se tendrán en cuenta las normas UTE:

NO-DIS-MA-90.01 Electrodo de puesta a tierra

NMA0504 Conductores desnudos de cobre para puesta a tierra

NMA90.04 Moldes para soldadura exotérmica

Las uniones entre conductores y entre conductores y jabalinas se efectuarán mediante soldadura exotérmica, usando los moldes adecuados para cada unión.

Se deberá respetar un procedimiento apropiado para soldadura donde son importantes la limpieza previa, el estado sano de los moldes y los implementos accesorios que solicite el fabricante.

Las masas de las cargas tendrán una toma de tierra proveniente de la barra de tierra del tablero que desde el cual se alimentan realizada por un conductor de cobre específico para dicho motivo canalizado junto a los cables de potencia

## 7. Especificaciones Técnicas Particulares (ETP)

## **7.1. Grupo electrógeno**

### **7.1.1. Cantidades**

Serán 2 ( 1 por planta) Grupo electrógenos a suministrar y montar.

### **7.1.2. Cargas a alimentar**

Control, comunicaciones, servicios de iluminación de los edificios.

### **7.1.3. Generalidades**

Tendrá una potencia nominal de 60 kVA de potencia continua, para suministro continuo de energía eléctrica a máxima carga en la eventualidad de un corte de energía y sin sobrecarga admisible, de acuerdo con la norma ISO 8528-3, para unas condiciones ambientes de 27 °C y 60 % de humedad.

El montaje debe ser ejecutado respetando las indicaciones establecidas en los manuales del fabricante del equipo.

La instalación del grupo electrógeno completo incluye, entre otras cosas, la puesta en marcha, el suministro del combustible durante toda la etapa de pruebas y puesta en marcha, así como el suministro del combustible del tanque completo de la primera carga una vez entregada la instalación, y el entrenamiento para la operación y mantenimiento al personal encargado de la operación de las instalaciones.

La instalación y puesta en marcha debe incluir:

- El suministro e instalación necesarios para la evacuación de los gases de escape hasta el exterior (tomando todas las precauciones para evitar que las vibraciones se transmitan tanto a la estructura como al medio ambiente).
- Montaje y puesta en funcionamiento de todos los equipos.
- Regulación de todos los elementos.
- Suministro de aceite.
- Suministro de aditivos.
- El suministro del combustible del tanque incorporado.
- Montaje del caño de escape hacia pared posterior.
- Montaje de ducto para salida de aire caliente hacia pared posterior.

### **7.1.4. Características técnicas del grupo**

- La potencia mínima efectiva que deberá entregar el generador a la red será 60 kVA de potencia continua en servicio de emergencia.
- Condiciones ambientales máximas: 40 °C y 99% de humedad relativa.
- Factor de potencia mínimo admisible: 0,8.
- Tensión: trifásica 400 V, con conexión en estrella con neutro puesto a tierra.
- Frecuencia: 50 Hz con oscilación admisible +/- 0,8% en estado estacionario, con un droop de hasta 4% entre vacío y plena carga.

- Velocidad de giro: 1500 rpm con regulación electrónica que asegure un apartamiento máximo de 45 rpm entre vacío y plena carga.

#### **7.1.5. Características técnicas del motor a combustión**

- Ciclo: Diésel, 4 tiempos.
- Bomba de inyección: tipo mecánica rotativa o lineal o en su defecto inyección electrónicamente controlada y comandada hidráulicamente (para el caso de motores diésel electrónicos).
- Arranque: mediante baterías 12 o 24 V, control y mando del automatismo de arranque.
- Alternador de carga de baterías montado sobre motor.
- Cargador estático de baterías de flotación automática, con limitación de tensión y corriente, curva característica I - U, para la conexión a la red de corriente alterna monofásica, apto para el mantenimiento de la carga de la batería de arranque y mando, así como para cubrir el consumo propio del automatismo.
- Enfriamiento: por agua con radiador incorporado.
- Acoplamiento motor-generator: tipo directo de discos flexibles. Alternador con un único cojinete tipo sellado.
- Circulación de agua (radiador y camisas): con bomba propia acoplada directamente al motor.
- Montaje: por medio de dispositivos anti vibratorios ubicados entre el conjunto motor-alternador y la base tanque que aseguren un 95% de absorción de vibraciones transmitidas a la base.
- Sistema de escape: con silenciador tipo residencial de 25 dBA de atenuación.
- Protección del motor: detención de marcha por baja presión de aceite, sobre temperatura de agua y sobre velocidad.

#### **7.1.6. Características del generador**

- Tipo: sin escobillas.
- Excitación: Autoexcitado mediante imán permanente con las protecciones incorporadas.
- Regulación de voltaje: electrónica, 0,5% entre vacío y plena carga en estado estacionario.
- Tiempo de puesta en generación: menor de quince segundos.
- Velocidad de giro: 1500 rpm.
- Distorsión armónica total THD < 4%.
- Supresor de interferencia: incluido. Factor de interferencia telefónica TIF<50.
- Tolerancia en el factor de potencia: 10%.
- Tipo de trabajo: Emergencia.
- Punto de trabajo: ajustable con dispositivo manual disponible en el panel de control.

#### **7.1.7. Tanque de combustible**

- Capacidad: para ocho horas de funcionamiento a plena carga.
- Ubicación: incorporado a la base.
- Control de nivel: eléctrico y neumático con envío de señal de 2 posiciones al control central.

- Construcción: chapa de hierro.
- Accesorios:
  - Bomba de transferencia, con capacidad suficiente para llenar el tanque en una hora.
  - Grifo de purga.
  - Panel contenido: protección eléctrica de la bomba, botón de arranque y parada, llave selectora, manual, automática.
  - Bomba manual.

#### 7.1.8. Tablero eléctrico

- Tipo: Gabinete metálico con instrumentos embutidos.
- Instrumentos que debe contener:
  - Voltímetro con llave selectora.
  - Amperímetros: tres con sus respectivos transformadores de corriente.
  - Frecuencímetro.
  - Voltímetro indicador de carga de batería.
  - Cuenta horas de funcionamiento.
  - Manómetro indicador de la presión de aceite.
  - Termómetro indicador de la temperatura del agua de enfriamiento.
  - Indicador de combustible.
  - Tacómetro.
  - Reóstato para ajuste de voltaje.

Nota: Las medidas antes mencionadas pueden ser incorporados en un único panel de control digital.

- Interruptor del alternador: por corte de la excitatriz.
- Interruptor general termomagnética, caja moldeada, adecuado para la protección y maniobra del
- Grupo con contacto auxiliar de posición.
- Desconexión automática con señalización de alarma por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de enfriamiento, sobre velocidad del equipo o no arranque al cabo del número de intentos de arranque previstos.
- Alarmas: baja presión de aceite, sobre velocidad, alta temperatura del agua de enfriamiento, falla de cargador de batería o bajo voltaje de batería, bajo nivel de combustible en tanque de combustible de consumo, no arranque al cabo del número de intentos de arranque previstos. Las señales de alarma serán cableada a la Unidad de Control Local de los Tableros de Control de cada instalación.
- Sistema automático de arranque y parada del Generador:
  - Arranque automático: hasta 3 intentos.
  - Llave selectora para arranque manual o automático.
  - Panel de arranque manual, con regleta de conexión para mando distante.

#### **7.1.9. Accesorios a incluir con el suministro**

- Juegos de baterías.
- Base de apoyo para batería.
- Voltímetro indicador de carga de batería.
- Alternador para el cargador de batería.
- Cargador de batería estático de doble régimen: normal de reposición y de flotación.
- Conductor para conexión entre baterías y grupo.
- Calentador de agua de camisas con termostato y circuito de desconexión automática al arrancar el motor
- Mangueras flexibles para conexión de combustible.
- Flexible de escape de acero inoxidable, acoples y platinas para conexión del flexible y silenciador.
- Filtro de aire, con juego de repuesto del elemento filtrante.
- Filtro de aceite: con juego de repuesto.
- Filtro de combustible: con juego de repuesto.
- Tablero de protecciones para todos los servicios auxiliares.

#### **7.1.10. Documentación técnica**

Previamente a la fabricación, se deberá entregar la documentación técnica que se detalla a continuación para la aprobación de la Dirección de Obra de la OSE:

- Planilla de Datos Garantizados.
- Características técnicas del Motor, Generador, equipos auxiliares y todos sus componentes.
- Planos dimensionales debidamente acotados, mostrando todos sus componentes y la distancia relativos entre ellos.
- Manuales de Montaje y Operación.
- Manuales de Mantenimiento del Motor y Generador.
- Esquema eléctrico y conexiones.
- Catálogo completo de repuestos.

#### **7.1.11. Ensayos de recepción**

Durante la recepción del Generador se realizarán los ensayos de rutina. Los ensayos de tipo deberán ser acreditados mediante la presentación de los protocolos correspondientes, para la aprobación de la Dirección de Obra de la OSE.

Los ensayos serán realizados de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas y tendrán lugar en los laboratorios del fabricante, el que proporcionará toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios.

La ausencia de los representantes de la OSE en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la OSE el resultado de los mismos. Los ensayos de rutina serán efectuados en fábrica del proveedor, quien deberá proporcionar el material y el personal necesarios.

Todas las piezas destruidas en los ensayos serán por cuenta y cargo del Contratista.

## **7.2. UPS - Sistema de alimentación ininterrumpida**

### **7.2.1. Cantidades**

Serán 2 UPS de 10 kVA de potencia continua, 1 por planta.

### **7.2.2. Características generales**

Los equipos del Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) deberán cumplir con las siguientes características:

- Tecnología On Line a doble conversión, voltaje y frecuencia independiente (VFI).
- Posibilidad de ampliación de autonomía.
- Display LCD con teclas de funciones para configuraciones y visualizaciones de la información del estado y alarmas de la UPS.
- Comunicación:
  - Multiplataforma para todos los sistemas operativos y ambientes de red.
  - Puerto serial USB.
  - Tarjeta de salida relés (libres de potencial) para alarmas.

### **7.2.3. Características técnicas**

#### **7.2.3.1. Entrada**

- Tensión nominal: 400 V.
- Numero de fases : 3
- Frecuencia : 50 Hz
- Rango de frecuencia tolerable : 45 - 65 Hz
- Factor de Potencia a plena carga: > 0,96.
- Distorsión de corriente (THDI): ≤ 3%.

#### **7.2.3.2. By Pass**

- Numero de fases : 3
- Frecuencia: 50 Hz.
- Tolerancia de la frecuencia: +/- 5 (seleccionable)

#### **7.2.3.3. Salida**

- Potencia Aparente : 10 kVA
- Potencia Activa 9,5 kW
- Factor de potencia : 0,95
- Numero de fases : 1

- Forma de Onda: Sinusoidal.
- Tensión Nominal: 400 Vca
- Variación estática: +/- 1 %.
- Variación dinámica: +/- 5 %.
- Factor de cresta (I<sub>peak</sub>/I<sub>rms</sub>): 3:1.
- Distorsión de tensión: ≤ 4%.
- Sobrecarga: 110% durante 2 minutos.

#### **7.2.3.4. Batería**

- Tiempo de recarga máximo: 4 h.
- Autonomía a plena carga : 30'

#### **7.2.3.5. Condiciones ambientales**

- Temperatura de funcionamiento : 0 a 40°C
- Humedad relativa: 90% sin condensación.
- Ruido: < 40 dB(A).
- Grado de protección: IP 20.

### **7.3. Tableros eléctricos**

#### **7.3.1. CCMs**

Tablero general en ambas estaciones.

Tableros T1, T2, T3a y T3b en PTAP.

##### **7.3.1.1. Generalidades**

Los Tableros deberán cumplir con la norma IEC 60439-1 o EN 60439-1.

##### **Lugar de instalación**

Los tableros serán diseñados considerando que el mismo será instalado en una sala eléctrica cerrada.

Los cables de alimentación o el ducto de barras acometerán por la parte de arriba del gabinete del interruptor general, para lo cual se deberá dejar previsto una tapa superior desmontable de aluminio. Las salidas de cables para los diferentes tableros derivados, así como el cable de alimentación desde el Grupo Electrogenerador acometerán por la parte inferior de los gabinetes a través del canal de la sala o debajo piso elevado.

##### **Condiciones Ambientales:**

- Temperatura Máxima 40 °C
- Temperatura Mínima -5 °C



- Humedad relativa Ambiente máxima: 99 %
- Altitud < 1000 m
- Zona costera marítima, atmósfera salina.

#### **Segregación**

- Tipo: 3b

3b – Separación de Barras de distribución de las unidades funcionales, separación entre unidades funcionales, separación de salida de cables NO individualmente sino por unidad funcional.

#### **Condiciones Eléctricas**

- Tensión de empleo: 400 V
- Tensión de aislamiento: 1000 V
- Corriente nominal: de acuerdo al unifilar
- Corriente de corta duración (1s): de acuerdo al unifilar
- Frecuencia: 50 Hz
- Grado de protección: IP41
- Apto para sistema de tierra: TT o TNS (3P+N+PE)

#### **7.3.1.2. Construcción**

El tablero deberá asegurar un servicio continuo absolutamente seguro desde todo punto de vista.

Los gabinetes serán íntegramente de construcción estándar y modular, conformando un sistema funcional.

Su construcción deberá estar de acuerdo con la propuesta presentada en el plano unifilar correspondiente.

Estará construido con materiales de óptima calidad y ampliamente experimentados, conforme a las reglas del buen arte.

La instalación de cada interruptor incluirá los elementos mecánicos y eléctricos de acometida, soporte, protección y salida que contribuyan a la ejecución de una sola función (“unidad funcional”).

El CDP será construido de modo tal que cada salida estará en cubículos independientes, debidamente identificados, con sus componentes montados sobre bandejas, las que serán fácilmente desmontables a los fines de reparación o mantenimiento mediante la simple desconexión del interruptor propio del cubículo.

Brindarán protección al personal y seguridad de servicio. Tendrán una disposición simple de aparatos y componentes y su operación será razonablemente sencilla a fin de evitar confusiones.

Los compartimentos estarán segregados internamente garantizando un grado de protección IP2X contra contactos directos con partes vivas.

En caso de ser necesario, deberán instalarse con ventilación con filtros en tapas y/o ventiladores axiales de servicio controlado por termostatos adecuados para la fácil evacuación del calor disipado por los elementos componentes.

Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad.

### **7.3.1.3. Estructura**

La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las modificaciones y/o eventuales extensiones futuras. Será realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles.

Tendrán frente muerto desmontable y puerta exterior rebatible, pernos soldados para puesta a tierra, cierres metálicos niquelados, y burletes que aseguren la estanqueidad correspondiente al grado de protección IP41. Las palancas de operación de los interruptores, deberán quedar accesibles desde el frente muerto del tablero.

Los tornillos tendrán un tratamiento anticorrosivo a base de zinc. Todas las uniones serán atornilladas, para formar un conjunto rígido. La bulonería dispondrá de múltiples dientes de quiebre de pintura para asegurar la perfecta puesta a tierra de las masas metálicas y la equipotencialidad de todos sus componentes metálicos.

Los cerramientos abisagrados metálicos se conectarán a la estructura por medio de cable de Cu flexible de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>.

La barra de puesta a tierra general será de cobre electrolítico de sección no inferior a 40x5mm<sup>2</sup> y correrá a lo largo de todo el tablero con adecuadas uniones entre paneles y estará preparada para la conexión de conductores de protección de las salidas con terminales. Los cerramientos deberán poseer burletes de neopreno de larga duración y adecuada elasticidad.

Las masas metálicas del tablero deben estar eléctricamente unidas entre sí y al conductor principal de protección de tierra.

En caso de uniones de chapa pintada y chapa no pintada la continuidad eléctrica se realizará a través de tornillos con arandelas de contacto dentadas (a ambos lados) que desgarran la pintura hasta conectar eléctricamente las paredes y asegurar la equipotencialidad.

Para facilitar la posible inspección interior del tablero, todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles por el frente mediante tapas fijadas con tornillos imperdibles o abisagrados. Del mismo modo, se podrá acceder por su parte posterior, laterales, por medio de tapas fácilmente desmontables o puertas.

Para garantizar una eficaz equipotencialidad eléctrica a través del tiempo y resistencia a la corrosión, la totalidad de las estructuras y paneles deberán estar electrocincados y pintados.

Las láminas estarán tratadas con pintura termoendurecida a base de resina epoxi modificada con poliéster polimerizado. Se deberá asegurar la estabilidad del color, alta resistencia a la temperatura y a los agentes atmosféricos. El color final será RAL 7032 beige, semimate con espesor mínimo de 40 micrones.

Se dispondrá en la estructura un porta-planos, en el que se ubicarán los planos funcionales y esquemas eléctricos.

#### **7.3.1.4. Conexión de Potencia**

Las barras de cobre serán dimensionadas considerando que no recibirán ningún tipo de tratamiento superficial (pintura, plateado, estañado, etc.), y serán diseñadas para servicio continuo, es decir, las 24 horas del día, 7 días a la semana, durante todo el año.

Las barras serán de cobre electrolítico de pureza no inferior a 99,9 %. La conductividad eléctrica a 20°C no será menor al 97.4% de la del cobre Standard recocido según la norma internacional IEC 28.

Serán de sección rectangular, sin aristas y deben tener la capacidad indicada en el unifilar correspondiente.

Las barras deben ser diseñadas y construidas para que a capacidad nominal la temperatura en las mismas no supere los 65°C, y deberán ser capaces de soportar sin sufrir daños las corrientes de cortocircuito indicadas en las Características Eléctricas.

Los accesorios de las barras, aisladores, distribuidores, soportes, tornillos y portabarras, deberán ser dimensionados acorde a estos esfuerzos.

El sistema de distribución de barras en el tablero estará formado por un juego horizontal que correrá a lo largo de todo el tablero, y juegos de barras verticales en cada módulo del tablero que serán para distribución o alimentación de las unidades de dicho modulo. Estarán emplazados en compartimentos laterales o posteriores para lograr un fácil acceso frontal o posterior.

Los soportes de las barras horizontales y verticales corresponderán a un diseño estándar que permita su fácil vinculación a la estructura y las eventuales ampliaciones futuras, para lo cual los laterales del tablero dispondrán de tapas desmontables que permitan el acople de módulos estándar futuros.

Las barras deberán estar identificadas según la fase a la cual corresponde.

La sección de las barras de neutro, será como mínimo de un 50 % de la sección de las barras principales.

Las derivaciones serán realizadas en cable o en fleje de cobre flexible, con aislamiento no inferior a 1000V. Contarán con protecciones cubrebornes para las conexiones aguas arriba de los interruptores.

Los conductores serán dimensionados para la corriente nominal de cada interruptor.

#### **7.3.1.5. Montaje**

Los componentes de las unidades funcionales que conforman el tablero, dentro de las posibilidades, deberán ser de un mismo fabricante.

Todos los aparatos serán montados sobre guías o placas y fijados sobre travesaños específicos para sujeción. No se admitirá soldadura alguna.

Las conexiones de los circuitos de control se ubicarán en cablecanales plásticos de sección adecuada a la cantidad de cables que contengan más un 30% libre. Los conductores de dichos circuitos responderán en todo a las normas vigentes, con las siguientes secciones mínimas:

- 4 mm<sup>2</sup> para los TI (transformadores de corriente)
- 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de señalización y comando

Los conductores se deberán identificar mediante anillos numerados de acuerdo a los planos funcionales.

Los instrumentos de protección y medición, lámparas de señalización, elementos de comando y control, serán montados sobre las puertas.

El CDP contará con Pulsador de Parada de Emergencia (Disparo de Interruptor General) ubicado en el frente del Tablero, de acuerdo a los planos de Vista Frontal del proyecto.

Todos los componentes eléctricos deberán tener un cartel de identificación de plástico tipo “bicapa” que corresponda con lo indicado en los planos eléctricos. Deberán ser perfectamente legibles desde el frente de tablero e irán fijados sobre fondo de bandeja o en una parte no removible del tablero, de modo tal de no verse afectados por el eventual cambio de componentes. Si hay cambio por ajuste o actualización, debe ajustarse el cartel.

La conexión de cables de gran sección a los interruptores deberá realizarse a terminales de conexión posteriores. Los mismos deben ser un accesorio estándar del proveedor de los interruptores, diseñados para la corriente nominal, asegurando de esta forma una correcta conexión eléctrica de los cables.

#### **7.3.1.6. Documentación técnica**

El Contratista, previamente a la fabricación, deberá presentar el proyecto ejecutivo del Tablero, el que estará sujeto a la aprobación de la OSE. El proyecto debe contener como mínimo los siguientes documentos:

- Planilla de Datos Garantizados.
- Diagramas unifilares y trifilares.
- Diagramas funcionales de los circuitos de mando, señalización, medida, etc.
- Plano constructivo con dimensiones, con vista interior y exterior de disposición interna de equipos, y con detalle de montaje de todos los componentes.
- Listado de marcas y modelos de todos los componentes.
- Plano de detalle constructivo de la distribución de barras dentro del tablero, indicando distancias entre barras de fase, ubicación y tipo de los aisladores, distancias entre barras y estructuras metálicas, dimensión de las barras.
- Cálculo de esfuerzos mecánicos y térmicos que respalden el diseño, de acuerdo a las normas: IEC 60865-1 para el cálculo de los esfuerzos debido a las corrientes de cortocircuito, y DIN 43671 para el cálculo térmico a la corriente nominal.

#### **7.3.1.7. Ensayos de recepción**

Durante la recepción de los tableros se realizarán los ensayos de rutina.

Los ensayos serán realizados de acuerdo a las especificaciones establecidas en la norma IEC 60439-1 y tendrán lugar en los laboratorios del fabricante, el que proporcionará toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios.

La recepción del material se realizará sobre los tableros completamente armados y con la supervisión de la Dirección de Obra de la OSE.

La ausencia de los representantes de la OSE en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la OSE el resultado de los mismos.

Todas las piezas destruidas en los ensayos serán por cuenta y cargo del Contratista.

Durante la recepción del tablero se realizarán los ensayos de rutina descritos a continuación:

- Inspección visual y revisión contra los planos de proyecto.
- Chequeo punto a punto del cableado de acuerdo a los planos funcionales.
- Ensayo dieléctrico y verificación de la resistencia de aislamiento.
- Verificación de la correcta operación manual de los dispositivos de maniobra.
- Verificación con tensión auxiliar, de los circuitos de mando, señalización y medida.
- Verificación de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección de puesta a tierra.

#### **7.3.1.8. Identificación**

Sobre el frente del tablero y en un lugar bien visible, se fijará una chapa de característica con las indicaciones de:

- Nombre
- Obra
- Fecha
- Serie
- Tensión nominal
- Frecuencia nominal
- Corriente nominal
- Corriente de cortocircuito
- Tensión auxiliar de comando

#### **7.3.1.9. Servicio Postventa**

Todas las marcas del equipamiento utilizado en el tablero (interruptores, guardamotors, dispositivos de comando y señalización, instrumentos de medida, etc.) deberán contar con una empresa distribuidora establecida en el país, con amplios antecedentes en este tipo de suministros, que garantice un servicio técnico y comercial de post venta tanto en la reposición de los materiales, como de respuesta y asistencia técnica.

### **7.3.2. Tablero de iluminación y servicios**

#### **7.3.2.1. Cantidades**

3 en EBAB.

6 en PTAP.

### **7.3.2.2. Características**

Los tableros generales de iluminación y servicios, serán del tipo de piso, con estructura auto portante, realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles. La característica constructiva del gabinete será similar a la especificada para los módulos de los Centros de Distribución de Potencia.

Los tableros de iluminación y servicios de adosar a pared, serán metálicos construidos en chapa doble decapada de 1.2mm de espesor, tratamiento de superficie fosfatizada y pintura electroestática en polvo con resina poliéster, color RAL 7032.

Los mismos serán construidos de acuerdo con los planos Unifilares respectivos y la presente especificación técnica.

Tendrán frente muerto desmontable y puerta exterior rebatible, pernos soldados para puesta a tierra, cierres metálicos niquelados, y burletes que aseguren la estanqueidad correspondiente a un grado de protección IP43. Las palancas de operación de los interruptores, deberán quedar accesibles desde el frente muerto del tablero.

En el frente muerto se colocarán carteles de plástico tipo “bicapa” junto a cada interruptor identificando el circuito con el código del interruptor y una leyenda del destino del circuito de acuerdo al unifilar. En la puerta se instalará un cartel de acrílico con la leyenda y el código del tablero.

Además se identificarán en interior del tablero todos los componentes del mismo, de acuerdo al unifilar respectivo.

Las barras de distribución de potencia serán de Cu electrolítico, laminadas en frío, exentas de poros visibles, dimensionados para las corrientes nominales de los tableros respectivos. Se montarán sobre aisladores de poliéster, en cantidad suficiente para dar resistencia mecánica al conjunto y resistir adecuadamente las solicitaciones electrodinámicas que se produzcan en caso de cortocircuito.

Deberá disponer de una barra de tierra de cobre desnudo de sección mínima 20x5mm, con la cantidad de agujeros roscados acorde para la conexión de las salidas de tierra de los circuitos de salida previstos. Esta barra será identificada con el color verde/amarillo de tierra reglamentario.

Todos los circuitos de iluminación y de tomacorrientes serán protegidos con interruptores automáticos termomagnéticos de riel bipolares, de poder de corte 10kA cumpliendo con la norma IEC 60947.

Asimismo se protegerán con interruptores diferenciales de protección cumpliendo con norma IEC 61008, de corriente nominal diferencial de actuación de 30mA para los tomacorrientes y 300mA para los circuitos de iluminación, agrupando los circuitos debajo de un interruptor diferencial de acuerdo a los planos.

Los interruptores se montarán prolijamente sobre bandejas desmontables. Todas las estructuras deben ser acordes al peso y dimensión de los elementos que soportan.

La distribución de potencia en los interruptores de riel será mediante componentes de conexión prefabricados, con dientes de enganche directo tipo “peine preaislado”, para distribuir una corriente

admisible de 100 A a 40°C. Estos peines serán alimentados con cable de cobre extra flexible, aislación de PVC, dimensionado para la corriente nominal del interruptor de donde se alimentan.

El cableado interno se hará con cables de cobre extra flexible (clase 5), aislados en PVC no propagante de llama, cumpliendo con la norma UNIT-IEC227. Los mismos tendrán en sus extremos terminales de compresión, correspondientes a la medida del cable, prensados hidráulicamente. El cableado interno se hará de acuerdo a las reglas del buen arte, y con la mayor prolijidad.

Para ello se usarán ductos plásticos registrables, rasurados, y collarines para guiar los cables. No se admitirán empalmes.

Toda la bulonería deberá ser del tipo galvanizado electrolítico y tendrán sus correspondientes tuercas, arandelas planas y de presión.

Se proveerán todos los cableados, borneras y accesorios de modo de lograr un perfecto funcionamiento.

Todas las derivaciones se numerarán de acuerdo a los planos unifilares.

#### **7.3.2.3. Documentación técnica**

El Contratista, previamente a la fabricación, deberá presentar el proyecto ejecutivo del Tablero, el que estará sujeto a la aprobación de la OSE. El proyecto debe contener como mínimo los siguientes documentos:

- Planilla de Datos Garantizados.
- Diagrama unifilar y trefilar.
- Diagramas funcionales con los circuitos de mando y señalización.
- Plano constructivo con dimensiones, con vista interior y exterior de disposición interna de equipos, y con detalle de montaje de todos los componentes.
- Listado de marcas y modelos de todos los componentes.

#### **7.3.2.4. Ensayos de recepción**

Durante la recepción de los tableros se realizarán los ensayos de rutina más abajo descriptos. Los ensayo de rutina serán efectuados en fábrica del proveedor, quién deberá proporcionar el material y el personal necesarios.

La recepción del material se realizará sobre los tableros completamente armados y con la supervisión de la Dirección de Obra de la OSE.

La ausencia de los representantes de la OSE en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la OSE el resultado de los mismos.

Todas las piezas destruidas en los ensayos serán por cuenta y cargo del Contratista.

Durante la recepción del tablero se realizarán los ensayos de rutina descriptos a continuación:

- Inspección visual y revisión contra los planos de proyecto.
- Chequeo punto a punto del cableado de acuerdo a los planos funcionales.

- Ensayo dieléctrico y verificación de la resistencia de aislamiento.
- Verificación de la correcta operación manual de los dispositivos de maniobra.
- Verificación con tensión auxiliar, de los circuitos de mando, señalización y medida.
- Verificación de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección de puesta a tierra.



### 7.3.3. Tableros de control

#### 7.3.3.1. Cantidades

Serán dos (2) tableros de control a suministrar, uno por cada estación.

#### 7.3.3.2. Generalidades

Los tableros de control contendrán las UCL.

El tablero contará con una alimentación en 230 Vca desde una UPS dedicada para tal fin.

El tablero tendrá las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 230 Vca.
- Frecuencia : 50 Hz
- Tensión secundaria: 24 Vcc.
- Grado de protección : IP41
- Condiciones Ambientales:
- Temperatura Máxima : 40 °C
- Temperatura Mínima : -5 °C
- Humedad relativa Ambiente máxima : 95 %
- Altitud : < 1000 m
- Zona Costera marítima, atmosfera salina

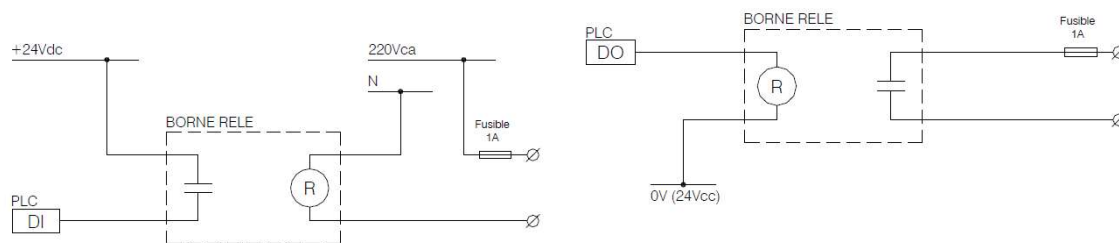
#### 7.3.3.3. Construcción

Los tableros serán íntegramente de construcción estándar y modular. Los tableros deberán ser adecuados y dimensionados para ser instalados según lo especificado en planos. En caso de ser necesario, deberán instalarse con ventilación con filtros en tapas y techos, o ventiladores axiales de servicio controlado por termostatos adecuados para la fácil evacuación del calor disipado por los elementos componentes.

Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad.

Las entradas de conductores se realizarán a través de borneras de sección adecuada. Además las entradas y salidas digitales pasarán a través de bornes relé + fusible según se describe en la figura a continuación

**Figura 7-1 - Esquema conexión entradas y salidas digitales**



Los tableros contarán con:

- Interruptor general alimentado desde UPS.
- Interruptor de alimentación general de control desde UPS.
- Interruptor general de servicios de alimentación para iluminación interior y toma, ambos circuitos protegidos con diferenciales.
- Interruptor de alimentación para fuente 24 Vcc 5A desde tablero de UPS
- Interruptor de alimentación para fuente 24 Vcc 10A.
- Interruptor de alimentación para Router MPLS.
- Interruptor de alimentación para Switch.
- Bornes Fusibles para protección del resto de los componentes e instrumentos de campo.
- Fuente de 24 Vcc 5A para alimentar CPU.
- Fuente de 24 Vcc 10A para alimentación de E/S de los controladores.
- HMI "Touch Screen" local
- Switch para conexión de UCL y la HMI a la Red de control.
- Bornes relé (bobina 220 Vca)+ bornes fusibles para entradas digitales.
- Bornes relé (bobina 24 Vcc) + borne fusible para salidas digitales.
- Barra equipotencial con accesorios de conexión para conexionado de pantalla de cables de señales analógicas.

#### 7.3.3.4. Estructura

La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las modificaciones y/o eventuales extensiones futuras. Será realizada con montantes de chapa de acero con un espesor de 1.99 mm. Los paneles perimetrales (puertas, techos, tapas, piso, etc.) estarán constituidos por chapas plegadas con un espesor no inferior a 1.59 mm y en el caso de traseras y laterales, deberán ser extraíbles por medio de tornillos imperdibles.

Contará con una única bandeja para montaje de equipos la cual será de chapa galvanizada, no permitiéndose chapa pintada. En caso que el tablero fuera realizado en dos módulos y tuviera dos bandejas, las mismas deberán ser unidas mediante cintas o barra de cobre cuyo largo sea 1/3 de su propio ancho.

Los tornillos tendrán un tratamiento anticorrosivo a base de zinc. Todas las uniones serán atornilladas, para formar un conjunto rígido. La burlonería dispondrá de múltiples dientes de quiebre de pintura para asegurar la perfecta puesta a tierra de las masas metálicas y la equipotencialidad de todos sus componentes metálicos.

Los cerramientos deberán poseer burletes de neopreno de larga duración y adecuada elasticidad.

Las masas metálicas del tablero deben estar eléctricamente unidas entre sí y al conductor principal de protección de tierra. Los cerramientos abisagrados metálicos se conectarán a la estructura por medio de conexiones de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>.

Se dispondrá en la estructura una porta planos, en el que se ubicarán los planos funcionales y esquemas eléctricos.

### 7.3.3.5. Conexionado

Las conexiones de los circuitos de control se ubicaran en cable canales plásticos de sección adecuada a la cantidad de cables que contengan más un 30% libre.

Se deberá evitar la coexistencia de conductores de señales digitales con conductores de señales analógicas en una misma canalización.

### 7.3.3.6. Montaje

Los conductores se deberán identificar mediante anillos numerados de acuerdo a los planos funcionales.

Los instrumentos de protección y medición, lámparas de señalización, elementos de comando y control, serán montados sobre las puertas. Todos los componentes eléctricos y electrónicos montados deberán tener un cartel de identificación que corresponda con lo indicado en el esquema eléctrico.

## 7.4. Dispositivos de maniobra y protección

### 7.4.1. Interruptores de Ejecución Abierta

Los interruptores generales de los CDP que sean especificados en el plano Unifilar de la instalación como de "ejecución abierta", serán automáticos, del tipo fijo, tetrapolar, con carga mediante acumulación de energía mecánica, y de acuerdo con las normas IEC 947-2 y 157-1.

Características eléctricas:

- Corriente Nominal a 40 °C: De acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Tensión de aislamiento a 50 Hz : 1000 Volts
- Número de Polos : 4
- Tensión de impulso : 8 kV
- Capacidad de apertura: De acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Deberá traer como mínimo los siguientes accesorios:
- Unidad de control autoalimentada, sin necesidad de suministro de energía externa con:
  - Unidad de disparo electrónica con curva de protección de sobrecorriente de largo y corto retardo, protección de cortocircuito y protección de falta a tierra.
  - Indicador de falta mediante LEDs frontales en las diferentes zonas de la curva de disparo.
  - Señal de falta interna de la unidad de control o sobrecarga.
- Motor eléctrico de carga de resortes, bobinas de apertura y de cierre. Estos accesorios es a los efectos de dejar prevista un eventual comando remoto.
- Bobina de mínima tensión. La bobina de mínima se utilizará para el disparo del interruptor, ya sea por el Pulsador de Emergencia como por el relé de Subtensión, Sobretensión y Secuencia de Fase, instalados en los tableros.
- Contactos auxiliares de señalización de estado abierto y cerrado, libres de potenciales. Estas señales se utilizarán para llevar el estado de los interruptores generales a la UCL.
- Estará tropicalizado de origen (T2).

- El mecanismo de comando será del tipo cierre y apertura rápida por acumulación de energía en los resortes. Los resortes tendrán armado eléctrico a través de un motor-reductor con comando eléctrico. Debe ser posible el armado de los resortes en forma manual de ser necesario.
- El Interruptor tendrá en su frente una señalización mecánica que indique las siguientes condiciones:
  - contactos principales cerrados "ON".
  - contactos principales abiertos "OFF".
  - resortes cargados.
  - resortes descargados.

Las funciones de protección serán autónomas y no dependerán de fuentes auxiliares.

Los captosres de medida de intensidad serán internos al disyuntor.

#### **7.4.2. Interruptores Caja Moldeada**

Los interruptores especificados en los planos Unifilares del tipo "caja moldeada", serán del tipo automático, regulable, con unidad de disparo electrónica o termomagnética según se especifica a continuación, cumpliendo con la norma IEC 947-1 y IEC 947-2.

Características eléctricas:

- Corriente nominal a 40 °C (A): de acuerdo al Unifilar correspondiente.
- Tensión de aislación a 50 Hz : 750 Volts
- Tensión de impulso : 8 kV
- Número de Polos : de acuerdo al Unifilar correspondiente
- Capacidad de Apertura : de acuerdo al Unifilar correspondiente
- Unidad de protección : Electrónica
- En particular los Interruptores generales de los CDP o CCM, deben disponer de los siguientes accesorios:
  - Motor eléctrico de carga de resortes, bobinas de apertura y de cierre. Estos accesorios es a los efectos de dejar prevista un eventual comando remoto.
  - Bobina de mínima tensión. La bobina de mínima se utilizará para el disparo del interruptor, ya sea por el Pulsador de Emergencia como por el relé de Subtensión, Sobretensión y Secuencia de Fase, instalados en los tableros.
  - Contactos auxiliares de señalización de estado abierto y cerrado, libres de potenciales. Estas señales se utilizarán para llevar el estado de los interruptores generales a la UCL.
  - En aquellos casos donde se indique protección diferencial residual, los interruptores deberán contar con relés de protección diferencial regulables en tiempo, ajustable entre 0-0,5-1-2-3 segundos, y regulable en corriente de actuación ajustable entre 0,03-0,05-0,1-0,3-0,5-1 A.
  - La unidad de disparo electrónica contará con curva de protección de sobrecorriente de largo y corto retardo, protección de cortocircuito y protección de falta a tierra.

## 7.5. Banco de condensadores

Las baterías de condensadores deben ser trifásicas del tipo seco, no contaminante ni inflamable, tipo estándar. Su potencia unitaria serán de acuerdo a las indicadas. Serán del tipo “Heavy Duty” cumpliendo con la norma IEC 60831.

El dieléctrico será del tipo autocicatrizante en caso de perforación. La construcción y ensayos se ajustarán a la norma IEC 60831.

Marcas aceptables: Merlin Gerin, EPCOS, o calidad similar.

Los bancos deberán contar con reactancias de sintonía para el filtrado de armónicos.

Controlador del factor de potencia (CFP)

El Controlador del factor de potencia, será un dispositivo microprocesado, diseñado especialmente para control automático del  $\cos \phi$  en instalaciones trifásicas. Debe medir la potencia reactiva en forma permanente, y controlar la conexión y desconexión de los pasos de Condensadores para obtener el factor de potencia requerido, utilizado rotación de los bancos.

Características técnicas generales del Controlador:

Temperatura de funcionamiento: 0 a 60 °C.

Tensión de alimentación: 230 Vca, 50 Hz.

Tipo: montaje en panel

Normas:

Compatibilidad Electromagnética EMC

Seguridad IEC/EN 61010-1

Grado de Protección en panel de montaje: IP41 superficie delantera.

Interface usuario: Teclado y Pantalla LCD (retroiluminada) gráfica y alfanumérica.

Medidas mostradas en pantalla:

Voltaje

Potencia reactiva, Potencia activa

Potencia aparente

THD-V

Temperatura interior del tablero (°C)

$\cos \phi$  (indicación de inductivo o capacitivo)

Indicación de salidas activadas

Señal de alarma

Indicación de sobretemperatura

Contacto de señalización de alarmas. Contará como mínimo con las siguientes alarmas:

Compensación insuficiente

Sobrecompensación

Sobretemperatura

Distorsión armónica total THD > 5%

Sobretensión > 110 %

Sonda interna de temperatura.

Contacto independiente para controlar el ventilador del tablero.

Registro de los últimos 5 eventos de alarmas.

Entradas:

Tensión fase-fase o fase neutro (230V), medida directa.

Corriente secundaria, transformador relación 400/5A.

Salidas: Contactos libres de potencial, 7 pasos.

Parámetros ajustables:

Cos  $\phi$  requerido: 0,85 inductivo a 0,9 capacitivo.

Relación del transformador de corriente.

Ajuste manual o automático del factor C/k

Tiempo de conmutación entre pasos: 10 a 600 segundos

Selección de tipo de secuencia de conexión de conmutación: Lineal (LIFO), Circular (FIFO) y Óptimo (control inteligente óptimo específico del controlador).

Dado que el diseño consideró varios de los pasos iguales, se requiere utilizar la secuencia circular u óptimo.

Las alarmas deberán sacar de servicio el banco de Capacitores y dejar prevista una señal de alarma.

Las medidas de tensión y corriente serán tomadas debajo del interruptor general del tablero en el cual se está corrigiendo el factor de potencia.

## 7.6. Canalizaciones eléctricas

Para esta obra el proyecto contiene básicamente los siguientes sistemas de canalizaciones:

- Canalizaciones subterráneas en caños de PVC.
- Canalizaciones en bandejas perforadas y ductos portacables.
- Canalizaciones en caños metálicos.

El Contratista deberá verificar in situ la viabilidad de todos los recorridos planteados. En caso que surgiera algún inconveniente con lo indicado en los planos, deberá proponer a la Dirección de Obra una solución, cuya aprobación deberá ser indicada previamente a la ejecución del trabajo correspondiente.

Los planos finales de las canalizaciones deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra previamente a su ejecución.

Una vez finalizados los trabajos, el Contratista deberá entregar un plano de todas las canalizaciones ejecutadas según obra en formato cad.

#### **7.6.1. Canalizaciones subterráneas en caños de PVC**

Las canalizaciones subterráneas serán en caños de PVC de 3.2mm de espesor y diámetros indicados en los planos, del tipo sanitario, aprobados por norma UNIT.

Los caños se encabezarán cuidando que no se produzcan cantos vivos que puedan dañar la aislación de los conductores.

En el trazado de las canalizaciones donde puedan existir instaladas cañerías de Agua, Sanitaria y/o Gas, la empresa Contratista tomará todas las precauciones necesarias, para determinar el trazado exacto de estas cañerías, de forma de no producir roturas y salvar las posibles interferencias.

Se debe respetar la normativa de UTE referente a los cruces de cañerías de eléctrica con cañerías de agua, gas, sanitaria y eléctrica.

La empresa contratista en caso de rotura de alguna de las instalaciones existentes, asumirá la responsabilidad de los daños causados, tanto de su recuperación como de la continuidad del servicio perjudicado.

#### **7.6.2. Canalizaciones en bandejas perforadas**

Estas deberán cumplir las siguientes especificaciones:

Las canalizaciones en bandejas serán de chapa galvanizado en caliente plegada sin soldaduras, espesor mínimo de chapa n°16, al igual que sus componentes y elementos de soporte.

En todos los cambios de dirección se deberán colocar las piezas estándar correspondientes, y se tendrá especial cuidado en no dejar aristas vivas.

Toda la burlonería será del tipo galvanizado electrolítico. El montaje de las bandejas será aparente con soporte de fijación estándar de acero galvanizado en caliente. Todos los componentes de los soportes y sus elementos de fijación serán del tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, etc.).

Se instalarán en direcciones horizontales y verticales.

Las bandejas deberán aterrarse. En caso que hubiesen uniones entre tramos de bandejas, se colocara chapa metálica de 7cm x 3cm, que se abulonará a ambos tramos de bandejas.

No se permitirá que se corten o modifiquen piezas en terreno; en caso de existir piezas especiales, éstas serán construidas por el propio proveedor del material. Solo se permitirá la construcción de la pieza en campo, en aquellos casos en que no sea necesario cortes ni soldaduras.

Las bandejas quedarán rígidamente fijas, de modo que no admitan desplazamientos.

Los componentes de los soportes para escalerillas, y sus elementos de fijación serán del tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, etc.).

### **7.6.3. Canalizaciones en caños metálicos**

La sección transversal ocupada por los conductores eléctricos, no debe superar el 30% de la sección útil del caño.

La superficie interior de los caños debe ser suave y limpia. Antes del montaje deberán revisarse para eliminar rebabas o incrustaciones interiores. No se aceptarán caños con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores.

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser estancas a prueba de polvo y humedad. El soporte de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas.

Los caños deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y paralelos a los ejes principales del edificio y quedar estéticamente presentables.

Las llegadas a cajas o tableros deben ser verticales u horizontales según sea el caso y se harán con sus respectivos conectores pasachapa para caño rígido metálico.

En lugares donde se instalen varios caños se pondrá especial cuidado en mantener el paralelismo.

No podrán efectuarse perforaciones a las estructuras metálicas para la soportar las canalizaciones sin la aprobación de la Inspección. La fijación de soportes a estructuras metálicas se ejecutará preferentemente mediante soldaduras o prensas adecuadas para este uso.

Las pasadas de muros deben ser selladas.

En todas las salidas con caño desde las bandejas, se tendrá la precaución de que los mismos sigan un primer trayecto horizontal en la conexión a las bandejas, no siendo aceptable bajadas directamente verticales.

El Contratista deberá presentar planos de detalle constructivo de montaje de canalizaciones y de acometidas a motores, etc. los que estarán sujetos a la aprobación de la Dirección de Obra.

## **7.7. Cables**

### **7.7.1. Características**

Los cables serán nuevos, sin uso, con aislación de PVC o XLPE y secciones que se indican en los unifilares.

Los cables de potencia que acometan para la alimentación de los tableros serán de conductor de Cobre extraflexibles (clase 5), aislamiento de XLPE, para 90°C de temperatura de servicio, con cobertura exterior de PVC no propagante de llama, tensión nominal 1000V. Deberán cumplir con la norma IEC 60502.

Los cables de circuitos de iluminación y tomacorrientes, serán de Cobre extraflexible (clase 5), aislación de PVC no propagante de llama, para 70°C de temperatura de servicio, tensión nominal 750 V. Deberán cumplir con la norma IEC 60227 y UNIT-IEC 227.



Los conductores deberán contar con la aprobación de un laboratorio de ensayos reconocido UTE, LATU, UNIT.

Los conductores serán de los colores reglamentarios (Rojo para fase R, Blanco para fase S, Marrón para fase T, Celeste para el Neutro y Verde o Verde-Amarillo para la Tierra).

Serán entregados en obra en rollos con el etiquetado del fabricante. En todos los casos los conductores tendrán marcas de identificación a lo largo de su cubierta, indicando marca, tipo y sección.

#### **7.7.2. Documentación técnica**

Previamente a la fabricación de los cables, el Contratista deberá entregar a la Dirección de Obra para aprobación los siguientes documentos:

- Planilla de Datos Garantizados de los cables.
- Listado de marcas y modelos de todos los cables.
- Catálogo técnico de los cables.

#### **7.7.3. Ensayos**

Durante la recepción de los cables se realizarán los ensayos de rutina. Los ensayos de tipo deberán ser acreditados mediante la presentación de los protocolos correspondientes, para la aprobación de la Dirección de Obra.

Los ensayos serán realizados de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas IEC aplicable y tendrán lugar en los laboratorios del fabricante, el que proporcionará toda la mano de obra, materiales y equipos necesarios.

La ausencia de los representantes de la Dirección de Obra en el momento de ejecutar los ensayos y pruebas de rutina según lo programado, no eximirá al proveedor de efectuarlos, debiendo comunicar de inmediato a la Dirección de Obra el resultado de los mismos. Los ensayos de rutina serán efectuados en fábrica del proveedor, quién deberá proporcionar el material y el personal necesarios.

#### **7.7.4. Cables de distribución de potencia y fuerza motriz**

Se deberán instalar todos los cables de distribución de potencia y de fuerza motriz de acuerdo con los planos de planta, planillas de cableado y unifilares respectivos.

El tendido se efectuará cumpliendo las siguientes condiciones:

- Ventilación apropiada para cables de potencia.
- Tendido ordenado, sin cruces: cualquier cable podrá ser retirado con facilidad.
- Respetar radios de curvatura especificados por el fabricante.
- Tender sistemas trifásicos completos dentro de una canalización y en caso de cables unipolares deben ser tendidos en trifolio.
- Identificación de los mismos.

Todo el cableado se realizará en forma manual o con equipos y herramientas de fabricación específica para estos usos, previa autorización de la Dirección de Obra.

Para tender cualquier circuito debe estar terminada la canalización.

No se permitirán cambios de sección de los conductores de un mismo circuito.

Todos los cables deberán marcarse cerca de los extremos terminales con el número de circuito indicado en los diagramas unifilares. Se deberá usar un tipo de marca indeleble.

En el tendido y conexionado de los circuitos se respetará el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra. Los conductores de fase serán con los colores reglamentarios rojo, blanco y marrón, el neutro celeste y los conductores de tierra serán con color verde/amarillo.

Todos los cables deben ser continuos entre salidas y terminales. No se permitirán uniones.

Los conectores y terminales de baja tensión deben ser del tipo de compresión hidráulica.

En los terminales se utilizará una cobertura con tubo termocontraíble de los colores correspondientes a cada fase, recuperando la aislación del cable junto al terminal.

Los cables deberán manipularse cuidadosamente durante su carga, transporte y almacenamiento, evitando que sufran golpes, aplastamientos o cualquier tipo de daños.

En el interior de los tableros y equipos los cables deberán quedar ordenados y amarrados con precintos plásticos.

Los cables deberán almacenarse en lugares secos y todas las herramientas y materiales necesarios para su instalación deberán protegerse de la humedad.

Los extremos de los cables deberán mantenerse sellados.

Los conductores canalizados en bandejas portacables, se tenderán ordenadamente, debiendo amarrarse entre sí por medio de precintos plásticos. En bandejas verticales, los conductores deberán fijarse a éstas mediante abrazaderas especiales para evitar los deslizamientos propios del peso.

La conexión de un cable a regleta, por ningún motivo será utilizado como soporte del mismo.

Si se hace necesario soportar cables, el Contratista deberá colocar soportes adecuados y fijar los conductores a ellos.

## **7.8. Variadores de frecuencia de media tensión**

Los variadores a utilizar deberán cumplir las especificaciones indicadas en Anexo A.

## 8. Anexo A

# ESPECIFICACIÓN VFD

## CONTENIDO

1. Introducción.....	5
1.1. Objetivo .....	5
1.2. Aplicaciones.....	5
1.3. Integración .....	5
1.4. Experiencia .....	5
1.5. Fabricantes válidos.....	5
2. Aspectos generales.....	6
2.1. Fuente de alimentación .....	6
2.1.2. Tensión de Entrada .....	6
2.1.1. Tensión de Salida .....	6
2.1.3. Alimentación Auxiliar .....	6
2.2. Condiciones Ambientales.....	6
2.2.1. Operación .....	6
2.2.2. almacenamiento .....	6
2.2.3. Altitud.....	6
2.2.4. Estándares Ambientales de operación.....	7
3. estándares.....	7
3.1 Normativa.....	7
3.2. Estándares.....	8
4. Descripciones generales VFD.....	8
4.1. Diseño .....	8
4.2. Salida .....	8
4.3. Motores.....	9
4.4. Equilibrio Económico .....	9
4.4.1. Impacto del VFD sobre la Red de alimentación.....	9
4.4.2. Compatibilidad con el motor.....	10
4.4.3. Forma de onda sobre lado del motor .....	10
4.4.4. Confiabilidad.....	11
4.4.5. Eficiencia .....	11
4.4.6. Disponibilidad.....	11
4.5. Capacidad de mantenimiento.....	12
5. Performance del VFD .....	12

5.1. Performance de velocidad .....	12
5.2. Desempeño de torque .....	12
5.3. Capacidad de sobrecarga .....	12
5.4. Operación en 2 cuadrantes.....	12
5.5. Control del motor .....	13
5.6. Nivel audible de ruido .....	13
6. Tecnologías preferidas de VFD .....	13
7. Confiabilidad del VFD.....	13
8. Unidad de control del VFD .....	14
8.1. Hardware .....	14
8.2. Software .....	14
8.3. Funciones principales disponibles con el sistema de control estándar.....	14
8.4. Interfaz con el operador .....	15
8.5. Interfaz con el sistema de automatismo.....	15
9. Protección y gestión de fallas del VFD .....	15
9.1. El VFD debe tener las siguientes Funciones.....	15
9.1.1. Monitoreo de Bombas.....	15
9.1.2. Gestión Bombas.....	15
9.1.3. Función de mantenimiento de energía .....	16
9.1.4. Función Recuperación ante corte de energía y reinicio automático .....	16
9.1.5. Protección mecánica.....	16
9.1.6. Protección Eléctrica.....	16
10. Control del VFD .....	17
10.1. Control remoto vía Cableado duro .....	17
10.1. Control remoto vía Comunicación .....	18
10.3. Control Local desde Panel Frontal.....	18
11. Sistema de refrigeración .....	19
11.1. Sistema de refrigeración por aire .....	19
12. Gabinete .....	19
12.1. El Tablero del VFD deberá incluir los Sigüientes accesorios:.....	19
12.2 Grado IP .....	19
12.3 Entrada de cables.....	19
12.4. Color del Tablero .....	19

13. Digitalización .....	20
13.1. Integración con PLC Y SCADA.....	20
13.2. Conexión Ethernet.....	20
13.3. Web Server Integrado.....	20
13.4. FDR.....	20
13.5. QR Code .....	20
14. Mantenimiento Predictivo.....	20
14.1 Gestión de Activos.....	21
15. Documentación .....	21
15.1. Procedimientos.....	22
15.2. Inspección de Materiales.....	22
15.3. Subconjuntos .....	22
15.4. Certificación ambiental .....	22
15.5. Gestión de seguridad e Higiene .....	22
16. Ensayos.....	22
16.1 General.....	22
16.2. Ensayos de tipo.....	23
16.3. Ensayos de Rutina .....	23
16.4. Ensayos de Performance .....	23
17. Repuestos .....	23
18.Embalaje.....	23

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVO

Esta especificación tiene en cuenta el diseño del Variador de Frecuencia de media tensión incluyendo el transformador de entrada integrado con bobinados de Cobre o Aluminio, de ahora en más el conjunto será llamado VFD

La oferta del proveedor se hará de acuerdo con los datos mencionados en el siguiente documento.

## 1.2. APLICACIONES

EL VFD deberá ser compatible con aplicaciones con carga de torque variable, así como también de torque constante. Por ejemplo, podrá controlar aire, gas, fluidos y transportar o procesar sólidos. Aplicaciones típicas como bombas, compresores, ventiladores, cintas transportadoras, triturador y molinos

## 1.3. INTEGRACIÓN

El VFD deberá ser pre cableado, ensamblado y ensayado en fabrica como un paquete completo, Variador + Transformador, por el proveedor del VFD.

Los datos específicos del VFD, motor y aplicación del cliente deberán ser precargados en la interfaz de operador y ensayados previos al envío.

## 1.4. EXPERIENCIA

El proveedor deberá demostrar experiencia en la instalación de equipos en aplicaciones similares y debe contar con personal propio para dar soporte a la oferta.

El proveedor del VFD deberá demostrar experiencia en la fabricación de VFDs de media tensión para aplicaciones similares en la tensión y potencias requeridas.

## 1.5. FABRICANTES VÁLIDOS

1) Schneider Electric

2) Schneider Electric



## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

#### 2.1.2. TENSIÓN DE ENTRADA

El VFD aceptará una tensión nominal de entrada de hasta 13,8 kV en 50Hz o 60Hz. La tolerancia de la red de alimentación será de  $\pm 10\%$  de la tensión nominal de línea. No se admitirán topologías con transformadores externos que requieran cableado adicional.

#### 2.1.1. TENSIÓN DE SALIDA

Independientemente de la tensión de alimentación en planta hasta 13.8kV, el VFD deberá ser capaz de suministrar los siguientes niveles de tensión para motores asincrónicos 2.3 Kv, 3.3kV, 4.16kV, 6 kV, 6.6kV, 10kV, 11kV y 13,8KV.

**En el caso de EBAB, la tensión de salida será 6,3kV, y en el caso de PTAP será de 6,4 kV.**

Además, el VFD deberá ser capaz de controlar motores sincrónicos, con su correspondiente control de excitatriz.

#### 2.1.3. ALIMENTACIÓN AUXILIAR

Los componentes auxiliares deberán ser alimentados con una red de 220V monofásica externa

Los ventiladores del sistema de refrigeración interna deberán ser autoalimentados con una red trifásica de 380V provista por el mismo VFD desde un terciario del transformador.

## 2.2. CONDICIONES AMBIENTALES

### 2.2.1. OPERACIÓN

El VFD funcionará en un rango de temperaturas ambiente entre 0°C a 40°C sin desclasificación, con una humedad relativa del 90% (sin condensación)

Para condiciones ambientales severas de hasta 50°C, el drive será utilizado con desclasificación según la especificación del fabricante.

### 2.2.2. ALMACENAMIENTO

El VFD deberá ser capaz de soportar temperaturas ambientes del almacenamiento en un rango de entre -10°C y 60°C.

### 2.2.3. ALTITUD

El VFD deberá funcionar en altitudes de 0 a 1000 mts (3300 ft) sobre el nivel del mar sin desclasificación

Para aplicaciones en altitudes superiores a 1000 m, el VFD será desclasificado según la especificación de fabricante.

## 2.2.4. ESTÁNDARES AMBIENTALES DE OPERACIÓN

El VFD deberá ser diseñado para resistir las siguientes condiciones según la norma IEC60721-3-3:

Condiciones Climáticas:	3K3
Condiciones Mecánicas:	3M1
Condiciones Biológicas:	3B1
Sustancia Mecánicas Activas:	3S1
Condiciones Químicas:	3C1

Ambiente	industrial, no azaroso, área segura
Instalación VFD	interior, grado de contaminación 2 o mejor (EN 61800-5-1)

## 3. ESTÁNDARES

### 3.1 NORMATIVA

El VFD deberá cumplir con los requisitos aplicables en la última versión de los estándares publicados por las siguientes organizaciones:

- International Electrotechnical Commission (IEC) 61800-5 AC Drives Standard
- European Directives for Safety and EMC
- Guide for Harmonic Control and Reactive Compensation of Static Power Converters (IEEE 519-1992)

Según la Directiva de Maquinaria 98/37/EC (2006/42/EC) de la Unión Europea o fuera de las UE las leyes aplicables, el VFD no es una máquina completa y tendrá que ser incorporado en un sistema antes ser operado. Todas las funciones de seguridad funcionales requeridas por el sistema tienen que ser garantizadas por el integrador del sistema.

## 3.2. ESTÁNDARES

VFD en gabinete:

IEC EN 61800-		Adjustable speed electric power drive system
	Part 3	EMC requirements and specific test methods
	Part 4	General requirements – Rating specifications for AC power drive systems above 1000 Vac and not exceeding 35 kV
	Part 5-1	Safety requirements – Electrical, thermal and energy
IEC EN 60146-1-__		Semiconductor converters General requirements and line commutated converters
	Part 1	Basic requirements
IEC EN 60529		Degree of protection provided by enclosures (IP code)

Transformador principal del VFD

IEC EN 61378-1		Converter transformer
	Part 1	Transformers for industrial applications
IEC EN 60076-__		Power transformers

## 4. DESCRIPCIONES GENERALES VFD

### 4.1. DISEÑO

El VFD deberá contar con diseño modular para proporcionar mantenimiento rápido y sencillo. Las barreras metálicas deberán ser proporcionadas entre cada sección vertical y además entre el compartimiento de baja tensión y la etapa de potencia. El personal tendrá acceso al compartimiento de baja tensión con el VFD energizado, sin exponerse a media tensión.

### 4.2. SALIDA

El VFD deberá generar una salida de tensión y frecuencia variables para proveer operación continua sobre todo el rango de velocidades de la aplicación. El VFD deberá ser capaz de operar permanentemente a corriente nominal o con la salida abierta a tensión nominal.

### 4.3. MOTORES

El VFD deberá ser capaz de controlar motores bajo los estándares IEC o NEMA, independientemente del proveedor del motor

EL VFD deberá ser capaz de operar los siguientes motores de potencia y velocidad nominal equivalentes sobre el rango de velocidades especificado.

- **Motores de inducción de jaula de ardilla estándar.**
- **Motores estándar sincrónicos con excitación separada.**
- **Motores de imán permanente**

### 4.4. EQUILIBRIO ECONÓMICO.

Según la aplicación y requerimientos del cliente, el VFD deberá contar con una arquitectura adaptada para ofrecer el mejor desempeño en los siguientes aspectos:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Eficiencia.
- Operación en dos cuadrantes
- Mitigación de armónicos del lado de red
- Factor potencia del lado de red
- Forma de onda hacia motor
- Digitalización
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento simple

La solución final será aquella con la mejor relación técnico-económica.

#### 4.4.1. IMPACTO DEL VFD SOBRE LA RED DE ALIMENTACIÓN

El proveedor brindará la mejor solución de acuerdo los puntos mencionados anteriormente:

=>El factor potencia constante  $> 0.96$  (del 20 al 100 % de velocidad). Este desempeño deberá lograrse sin ningún dispositivo adicional (reactor, capacitor, filtro adicional...)

. =>Control de la distorsión armónica.

Para la operación en 2 cuadrantes el proveedor proporcionará la solución adecuada para la entrada puente rectificador DFE: 24,36 o 66 pulsos.

La elección se realizará para alcanzar el nivel de distorsión esperado. Con 24 pulsos la solución cumplirá con la limitación de armónicos G5/4 y IEEE 519.1992 (THDI  $< 5\%$ ) sin necesidad de filtros adicionales para armónicos o frentes activos de onda (AFE) que introducirían pérdidas adicionales perjudicando a la eficiencia total de la aplicación.

#### 4.4.2. COMPATIBILIDAD CON EL MOTOR

El sistema VFD deberá proveer una forma de onda de salida que permitirá usar motores estándar sin necesidad de aislación especial o desclasificación. La esperanza de vida del motor no deberá verse comprometida de ninguna manera por operar con el sistema VFD. El VFD deberá proporcionar la protección de sobrecarga en cualquier condición de funcionamiento.

La forma de onda de salida del VFD deberá ser apta para controlar un motor de inducción de jaula de ardilla sin desclasificación o requerir factores de servicio adicional. Para asegurar que no existan problemas de calentamiento en el motor, la forma de onda de corriente de salida del VFD tiene que ser inherentemente sinusoidal entre 10 % y 100% de velocidad independientemente de la carga.

No se admite utilizar transformador elevador de tensión ("step-up transformer") a la salida del VFD

La salida del VFD deberá minimizar los torques pulsantes inducidos al eje del sistema mecánico, reduciendo drásticamente la posibilidad de resonancia a causa del VFD y las inducidas por las pulsaciones de torque.

El VFD deberá proteger inherentemente al motor del estrés de alta tensión debido al  $dv/dt$ . (nivel máximo aceptable 2100 V/seg)

El sistema VFD deberá ser diseñado para evitar sobretensiones críticas teniendo en cuenta una longitud de cable de 1000m entre el VFD y el motor,

Un transformador de entrada dedicado deberá ser parte del VFD para proveer protección de las tensiones de modo común y permitir el uso de motores estándares. Motores de alta tensión con aislación adicional no serán aceptados como métodos de protección contra las tensiones de modo común.

#### 4.4.3. FORMA DE ONDA SOBRE LADO DEL MOTOR

La forma de onda sobre el lado del motor será de acuerdo con los escalones de tensión en la salida del VFD.

Estos escalones serán inferiores a 1100V y la cantidad será según la tensión requerida en el motor.

Tensión Motor	Numero de nivel por fase
4160V	9
5500V	11
6000V	11
6300V	13
6600V	13
10000V	17
11000V	19
13800V	23

Según el número seleccionado de niveles:

- 1) THDI de la corriente de salida será inferior al 2%
- 2) El sistema de aislación del motor no se verá térmicamente comprometido.
- 3)  $dV/dt$  en bornes de motor estará limitado a  $2100V/\mu s$ .
- 4) Se deberá lograr estos resultados sin agregar dispositivos adicionales como inductancias o filtros, etc.

El proveedor deberá informar los datos de:

- Espectro armónico
- Máximo  $dV/dt$
- Tensión pico máxima de acuerdo con el motor y longitud de cable

En cualquier caso, la solución deberá reducir las pulsaciones de torque a la salida del sistema mecánico y reducir al mínimo la posibilidad de resonancia.

#### **4.4.4. CONFIABILIDAD**

Este parámetro está vinculado a la cantidad de componentes de potencia utilizados en el puente rectificador y el puente inversor. Para alcanzar el mejor resultado, el proveedor tiene que ofrecer la solución que mejor se adapte.

M.T.B.F. (tiempo medio entre fallas) deberá ser superior a 50 000 horas.

#### **4.4.5. EFICIENCIA**

Este parámetro se vincula principalmente con el número de componentes de potencia que usan el puente rectificador y el puente inversor. Las pérdidas se producen durante la conmutación de estos componentes. Para obtener el mejor resultado, el proveedor deberá proponer la que mejor se adapte. La eficiencia del VFD será mejor que 0.98 (sin transformador) y 0.96 o 0.965 (con transformador estándar o de alta eficiencia respectivamente) al 100% de velocidad y 100% de carga.

De acuerdo con el paquete completo de la solución, transformador, drive, el proveedor proporcionará las cifras totales de las pérdidas.

Los valores antes mencionados deberán incluir la potencia consumida por las unidades del sistema de ventilación integrado.

#### **4.4.6. DISPONIBILIDAD**

El sistema VFD será diseñado para una disponibilidad mínima del 99.5 %.

#### 4.5. CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO

Tiempo medio de reparación (M.T.T.R) no deberá ser mayor a los 15/30 minutos.

### 5. PERFORMANCE DEL VFD

#### 5.1. PERFORMANCE DE VELOCIDAD

El Sistema VFD deberá proveer una velocidad controlada en el rango especificado. La precisión de la velocidad estática dentro de este rango, expresado como porcentaje de la velocidad máxima, debe ser igual o mejor al 0.5% de la velocidad nominal sin realimentación a través de encoder o tacómetro.

#### 5.2. DESEMPEÑO DE TORQUE

±5% del torque nominal por encima de la velocidad base sin realimentación a través de encoder o tacómetro.

#### 5.3. CAPACIDAD DE SOBRECARGA

El VFD deberá cumplir con las condiciones de *servicio estándar*: 100% de la corriente continuamente. Según la aplicación, deberá ser capaz de manejar:

- una sobrecarga del 120 % durante un minuto cada 10 minutos (Clase 1 según IEC146-1-1).

y

- una sobrecarga del 150 % durante tres segundos cada 10 minutos.

Todos estos resultados son alcanzados sin realimentación de velocidad.

En caso de aplicaciones donde se requiera una sobrecarga mayor, el VFD será seleccionado según las especificaciones y recomendaciones del fabricante.

#### 5.4. OPERACIÓN EN 2 CUADRANTES

De acuerdo con la aplicación (Bomba, Ventilador, Compresor, Cintas Transportadoras...), el VFD funcionará en operación de 2 cuadrantes sin la necesidad de recuperación de energía. Tecnologías de recuperación de energía como el AFE (Frente Activo de onda) que reducen la eficiencia no serán permitidas.

## 5.5. CONTROL DEL MOTOR

El VFD deberá contar con al menos 2 tipos de control: control V/F y control vectorial de flujo sin sensor. Si la aplicación es de alta performance y requiere realimentación de velocidad, el VFD deberá soportar control vectorial a lazo cerrado. Las leyes de control embebidas en el drive deberán controlar motores asíncronos y síncronos con todos los tipos de excitación (PM, DC y AC)

## 5.6. NIVEL AUDIBLE DE RUIDO

El ruido máximo audible del VFD deberá estar limitado a 83dB (A) a 1 m del equipo.

## 6. TECNOLOGÍAS PREFERIDAS DE VFD

El inversor de potencia del VFD deberá ser construido con la última generación, altamente fiable y probada tecnología de componentes como IGBT y semiconductores de baja tensión seleccionados con características adaptadas. Esta opción tendrá impacto sobre:

- protección de cortocircuito inherente: el IGBT puede ser apagado bajo condiciones de cortocircuito.
- baja potencia en el circuito de la compuerta.
- alta frecuencia de conmutación: el PWM trabaja en un rango de frecuencia más alto que otros semiconductores de potencia, asegurando una forma de onda de salida motor más limpia.
- componentes estándar.
- el IGBT puede ser fácilmente paralelizado para aumentar la potencia entregada por el VFD.
- diseño sin circuito Snubber: el IGBT no necesita red RC de amortiguación en paralelo para controlar la sobretensión durante la conmutación y evitar pérdidas adicionales.
- La conmutación de control y realimentación para la gestión de fallas será realizado mediante fibra óptica.

## 7. CONFIABILIDAD DEL VFD

Para mejorar la confiabilidad y disponibilidad del VFD, el VFD deberá contar con un dispositivo para asegurar la operación continua en caso de mal funcionamiento de un componente electrónico de potencia principal (por ejemplo, IGBT de la celda de potencia del inversor).

Dicha función deberá by-passear el componente dañado desactivado de forma automática y el VFD permanecerá en funcionamiento con reducción de potencia (tensión reducida).

Además, el proveedor deberá ofrecer como opcional una alternativa redundante con una celda adicional (N+1) para continuar trabajando a tensión nominal sin pérdida de potencia.

Se prefiere la utilización de interruptores electrónicos estáticos (“contact-less”) para gestionar este bypass, totalmente inmunes al polvo.

La omisión del componente defectuoso no tendrá un impacto negativo en el rendimiento de torque. Tensiones /corrientes asimétricas que generen campos elípticos es inaceptable



## 8. UNIDAD DE CONTROL DEL VFD

### 8.1. HARDWARE

El sistema de control deberá estar basado en una placa de microprocesador dedicada con un controlador DSP rápido diseñado para controlar al motor incluyendo:

- La tarjeta controladora del motor, basada en la última generación de procesadores (DSP)
- Modulación PWM
- Posibilidades de expansión para una personalización sencilla de la aplicación.

### 8.2. SOFTWARE

El sistema de control de motor deberá permitir los siguientes modos o métodos

- Método de control escalar de flujo V/F
- Método de control vectorial de flujo sin sensor.
- Método de control vectorial de flujo con sensor.

### 8.3. FUNCIONES PRINCIPALES DISPONIBLES CON EL SISTEMA DE CONTROL ESTÁNDAR

El control del VFD deberá contar con las siguientes funciones:

- configuración de la curva de la bomba
- Funciones de protección para la bomba
- Cálculo de Caudal sin sensor
- Medición de Energía y cálculo de ahorro
- Almacenamiento de variable por 1 año
- Contador de KW/h con reporte (Diario, semanal y mensual)
- -Maestro esclavo hasta 10 drives
- Repartición de carga (load sharing)
- Compensación de juego mecánico
- Recuperación al vuelo
- Salto seleccionado de velocidades críticas.
- Función de autoajuste
- Histórico y almacenamiento de fallos con valores de funcionamiento
- Velocidades preseleccionadas
- Conmutación de rampas.
- Regulación + / - velocidad integrada.

## 8.4. INTERFAZ CON EL OPERADOR

El sistema de control deberá ser programable mediante una pantalla táctil LCD de 10".

Mediante la misma podrán ser efectuadas las siguientes operaciones:

- Inserción, cambio y lectura de parámetros.
- Lectura de los valores analógicos/digitales.
- Almacenamiento de datos

## 8.5. INTERFAZ CON EL SISTEMA DE AUTOMATISMO

La conexión al sistema de automatismos deberá ser posible mediante comunicación digital

El VFD deberá contar como standard con los siguientes protocolos: Modbus TCP/IP y Modbus RTU

En el caso de Modbus /TCP deberá contar con Doble puerto ethernet compatible con topologías en anillo

A su vez el drive el VFD deberá contar con la posibilidad de protocolos opcionales como:

Profibus, Device Net, Modbus TCP, Ethernet IP, ...

# 9. PROTECCIÓN Y GESTIÓN DE FALLAS DEL VFD

## 9.1. EL VFD DEBE TENER LAS SIGUIENTES FUNCIONES.

### 9.1.1. MONITOREO DE BOMBAS

El VFD deberá contar con funciones para el monitoreo de bomba integradas sin necesidad de equipamiento externo. El VFD deberá calcular el punto de operación de la bomba a partir de la curva característica de la misma previamente definida por el usuario en el VFD.

El VFD indicará el punto de trabajo de la misma

### 9.1.2. GESTIÓN BOMBAS

El VFD deberá contar con funciones para la gestión de bombas como las siguientes

- Protección de Funcionamiento en Seco
- Protección de bajo caudal
- Protección de baja presión (cavitación)
- Protección de arranques cíclicos

### 9.1.3. FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO DE ENERGÍA

El VFD deberá ser capaz de operar en forma segura ante una caída de tensión de alimentación menor al 25% sin importar su duración, pero a potencia de salida reducida

Si la caída de tensión es mayor al 25%, el VFD deberá ofrecer funciones programables (recuperación al vuelo, reinicio automático, etc.) para cumplir con la aplicación.

### 9.1.4. FUNCIÓN RECUPERACIÓN ANTE CORTE DE ENERGÍA Y REINICIO AUTOMÁTICO

Si se produce un corte de la tensión de alimentación y se recupera dentro del tiempo establecido, el VFD podrá arrancar automáticamente e identificar y retomar la velocidad de motor para reanudar la marcha sin impacto, recuperando así el estado original. Por lo tanto, la unidad deberá estar equipada con UPS.

### 9.1.5. PROTECCIÓN MECÁNICA

Las puertas del VFD deberán tener cerraduras

Por otro lado, la unidad deberá incluir un sistema de bloqueo mecánico de puertas para las secciones de MT e interruptor externo aguas arriba de Media Tensión, de tal forma que queden Inter clavados.

Además, las puertas de la sección de MT serán aseguradas por tornillos y contarán con detectores de puerta cerrada mediante límites de carreras

### 9.1.6. PROTECCIÓN ELÉCTRICA

El VFD deberá asumir la protección y la gestión de fallos como se describe en la siguiente tabla:

Protecciones de transformador de potencia	Alarma+ Disparo	
Sobrecarga de motor	Disparo	
Sobre corriente de motor	Disparo	
Sobre temperature de motor	Alarma+ Disparo	
Falla a tierra de motor	Alarma+ Disparo	Programable
Sobretensión del bus DC	Disparo	
Subtensión del bus DC	Disparo	Con auto-test
Sobre temperature del inversor	Disparo	
Alta temperatura del gabinete	Alarma	
Falla de ventilación	Alarma	
Falla de alimentación auxiliar	Alarma	

## 10. CONTROL DEL VFD

### 10.1. CONTROL REMOTO VÍA CABLEADO DURO

El VFD deberá proveer las siguientes entradas y salidas configurables como estándar

- Referencia de velocidad (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha adelante (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marca atrás (Señal de entrada; desde DCS a VFD)-
- Falla externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Habilitación externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Permisivo de cierre de celda de MT (Señal de Salida: desde el VFD hacia el interruptor)
- Apertura de la celda MT (Señal de Salida: desde el VFD hacia el interruptor)
- Arranque /Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- VFD en Marcha (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- VFD Listo (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Falla VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Alarma VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Datos de operación, por lo menos 2 de los siguientes datos deberán estar disponibles como señales de 4 a 20 MA
- Señal I: Corriente Motor, Torque Motor %], Tensión Motor, Potencia, Frecuencia de salida o velocidad de motor, etc.
- Una interfaz de entradas salidas adicionales programables deberá estar disponible adicionalmente a la enumeradas anteriormente.

Estas señales deberán estar disponibles en modo REMOTO. Un selector Local /Remoto deberá estar disponible en el frente del panel

## 10.1. CONTROL REMOTO VÍA COMUNICACIÓN

Las siguientes señales serán intercambiadas entre el VFD y el DCS de la planta a través de Ethernet o enlace serie RS-485 (Modbus)

- Referencia de velocidad (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marcha adelante (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Marca atrás (Señal de entrada; desde DCS a VFD)-
- Falla externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Habilitación externa (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- Arranque /Parada Motor (Señal de entrada; desde DCS a VFD)
- VFD en Marcha (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- VFD Listo (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Falla VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)
- Alarma VFD (Señal de Salida: desde el VFD hacia el DCS)

Los siguientes datos de operación deberán estar disponibles;

Corriente Motor, Torque Motor [ %], Tensión Motor, Potencia, Frecuencia de salida o velocidad de motor, etc.

El protocolo de comunicaciones deberá ser compatible con Drivecom profile (CANopen CiA 402)

## 10.3. CONTROL LOCAL DESDE PANEL FRONTAL

El modo manual será controlado desde el panel LCD táctil de 10" localizado sobre la puerta frontal del gabinete para mantenimiento y pruebas.

- Las señales de interfaz entre gabinete del VFD y la celda de MT del cliente deberán ser realizadas por cableado duro.

- Las señales de emergencia entre el gabinete del VFD y la planta deberán ser realizadas por cableado duro.

## **11. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN**

Considerando que el sistema de refrigeración de un VFD es un elemento crítico del sistema total, el mismo tiene que ser diseñado teniendo en cuenta la capacidad para ser fácilmente instalado, mantenido y monitoreado. El sistema de refrigeración puede afectar considerablemente la fiabilidad y disponibilidad del drive, y, en consecuencia, el proceso.

### **11.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR AIRE**

El VFD deberá ser provisto de un sistema refrigeración por aire basado en ventiladores montados sobre la parte superior del armario del VFD. El VFD deberá incluir detectores de temperaturas para supervisar la apropiada operación del sistema de refrigeración por aire.

## **12. GABINETE**

### **12.1. EL TABLERO DEL VFD DEBERÁ INCLUIR LOS SIGUIENTES ACCESORIOS.:**

El servicio interno de iluminación y toma corriente  
Interfaz de usuario LCD Táctil de 10" montado en puerta  
Selector local/remoto como opcional  
Resistencia calefactora como opcional

### **12.2 GRADO IP**

Los armarios VFD refrigerados por aire deberán proporcionar una protección IP 31  
IP 41 como opción.

### **12.3 ENTRADA DE CABLES**

El cableado del control y potencia serán realizados desde la parte inferior.  
Desde la parte superior como una opción.

### **12.4. COLOR DEL TABLERO**

El proveedor del VFD deberá proponer un color estándar para la pintura de gabinete y como opcionales colores especiales de acuerdo con la solicitud del cliente.

## **13. DIGITALIZACIÓN**

### **13.1. INTEGRACIÓN CON PLC Y SCADA**

El fabricante del VFD deberá proveer todo lo necesario para que la integración, ya sea con el PLC o Sistema Scada del usuario, sea simple. Por lo tanto, todos los archivos FDT/DTM según la especificación de “FDT Joint Interest Group” deberán ser entregados con el VFD

### **13.2. CONEXIÓN ETHERNET**

El VFD deberá soportar protocolo DHCP para facilitar la conexión a la red Ethernet.

### **13.3. WEB SERVER INTEGRADO**

No deberá ser necesario un Software especial para monitoreo del VFD. Es decir, se requiere que el VFD contenga un web Server integrado.

### **13.4. FDR**

Fast Device Replacement (Dispositivo de rápido reemplazo) deberá ser incluido a través de la base de datos FDT/DTM

### **13.5. QR CODE**

El fabricante del VFD deberá brindar soporte de acceso rápido a la documentación del mismo a través de código QR. Por lo tanto, la identificación del equipo deberá estar disponible mediante códigos QR en la placa del VFD o a través del HMI.

A su vez, El HMI del VFD deberá crear automáticamente un código QR para vincular al usuario con la información correspondiente a mantenimiento, servicio o resolución de fallos; sin necesidad de recurrir al manual de instalación, operación y mantenimiento. Solo utilizando un lector de código QR.

## **14. MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

El VFD es parte una parte fundamental de la instalación, por lo tanto, el VFD deberá contar con todo lo necesario (sensores, Gateway, etc.) para poder acceder al mismo con un Sistema de monitoreo remoto, para permitir el mantenimiento predictivo, de tal forma de asegurar la máxima disponibilidad del sistema de bombeo a comandar.

A su vez deberá ofrecer en forma adicional el Software de monitoreo remoto en la “Nube”

## 14.1 GESTIÓN DE ACTIVOS.

El sistema remoto deberá monitorear los componentes importantes del VFD mediante algoritmos que permitan la detección y predicción de comportamientos anormales, de tal manera de evitar que la bomba salga de línea.

Por los menos deberá supervisar los siguientes componentes

- Sistema de Refrigeración
- Transformador
- Funcionamiento de Forzadores
- Temperatura del motor (bobinados y rodamientos)
- Filtro obstruido.

El usuario deberá tener acceso online del estado del variador. El estado de “SALUD” del equipo deberá ser mostrado en forma ágil y sencilla mediante una matriz, con las acciones correctivas necesarias.

Además, el Software deberá crear reportes e informar al usuario automáticamente sobre el estado del mismo. El proveedor deberá incluir todos los componentes de hardware necesarios (sensores, GSM data Gateway, etc.).

El oferente deberá incluir una descripción del sistema de monitoreo en su oferta

Para el sistema de monitoreo remoto basado en “la nube”, el oferente deberá describir como garantiza una comunicación unidireccional segura

## 15. DOCUMENTACIÓN

Toda la documentación deberá ser provista en cumplimiento de la IEC 61800-5-1

Documentación mínima

- Hoja de datos técnicos
- Dimensiones y layout del VFD
- Unifilares
- Diagrama de cableados
- Diagramas CAF (ingeniería de fabricación del equipo)
- Listado de Repuestos
- Manual de programación
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Reportes de puesta en marcha y ensayos



### **15.1. PROCEDIMIENTOS**

Todos los procedimientos de inspección y pruebas deberán ser desarrollados y controlados bajo las directrices del sistema de calidad del proveedor. Este sistema debe estar registrado bajo ISO 9001 y regularmente evaluado y auditado por una tercera parte.

### **15.2. INSPECCIÓN DE MATERIALES.**

Todo el material entrante será inspeccionado y/o probado conforme a las especificaciones de garantía de calidad.

### **15.3. SUBCONJUNTOS**

Todos los subconjuntos deberán ser inspeccionados y/o probados conforme con las especificaciones de ingeniería y de garantía de calidad.

### **15.4. CERTIFICACIÓN AMBIENTAL**

El fabricante del VFD deberá contar con Certificación ambiental ISO 14001 para Ecodiseño.

### **15.5. GESTIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE**

El fabricante del VFD deberá contar con certificación OHSAS 18001 sistemas de gestión de salud y seguridad ocupacional.

## **16. ENSAYOS**

### **16.1 GENERAL**

Para que pueda otorgarse la recepción provisoria del equipamiento, el proveedor deberá suministrar la documentación pertinente (protocolos, etc.) al Cliente de los ensayos efectuados de los aparatos y componentes que forman parte de provisión, sin perjuicio de lo que se exija para la adjudicación.

Asimismo, el Cliente se reserva el derecho de efectuar por su propia cuenta los ensayos de recepción y de tipo de todos o parte de los equipos. Este derecho será directamente aplicable a los aparatos que fueran fabricados por el constructor y éste deberá asumirlo para que se aplique si fueran fabricados por un tercero.

## **16.2. ENSAYOS DE TIPO**

El VFD deber ser probado según IEC 61800-5-1. El usuario podrá solicitar los mismos.

## **16.3. ENSAYOS DE RUTINA**

Se llevarán a cabo los ensayos de rutina especificados en el Esquema de las Normas indicadas en las respectivas secciones de esta especificación. Los ensayos se realizarán sobre todos los especímenes que integren el lote.

## **16.4. ENSAYOS DE PERFORMANCE**

El VFD deberá ser probado a tensión nominal y corriente nominal. Si el proveedor tiene limitaciones de carga en su banco de pruebas el ensayo se deberá realizar a la máxima corriente posible. El ensayo funcional deberá ser ejecutado en un motor de prueba que se ajuste a los requerimientos del VFD.

## **17. REPUESTOS**

El fabricante del VFD deberá proveer repuestos para reparación con soporte a nivel mundial

El fabricante deberá incluir en su oferta como opcional, un listado de repuestos recomendados para puesta en marcha y 2 años de operación

## **18. EMBALAJE**



### **18.1 Embalaje**

El VFD deberá estar preparado para envíos con embalaje marítimo según el standard del fabricante

### **18.2 Marcado**

Los bultos deberán estar claramente identificados según el standard del fabricante y en concordancia con la documentación adjunta. Indicadores del centro de la gravedad deberá ser grabados sobre cada bulto para facilitar el transporte.

### 6.3 Memoria de Eléctrica Recalque Melilla

	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 1 DE/OF 13</b>	



## MEMORIA DESCRIPTIVA

**NOMBRE/NAME** : Anteproyecto adecuación eléctrica Recalque  
 : Melilla de OSE

**CLIENTE/CLIENT** : CSI Ingenieros



**LOCALIZACIÓN/LOCATION** : Montevideo. Uruguay

REV/ ISSUE	FECHA/ DATE	DESCRIPCIÓN/ DESCRIPTION	PREPARADO/ PREPARED	REVISADO/ REVIEWED	APROBADO/ APPROVED
C	23/12/2021	INCORPORACIÓN DE COMENTARIOS	DD	SB	
B	22/12/2021	INCORPORACIÓN DE COMENTARIOS	DD	SB	
A	15/12/2021	PARA REVISIÓN	DD	SB	

	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 2 DE/OF 13</b>	

## Contenido

1. OBJETIVO .....	3
2. ALCANCE .....	3
a. General.....	3
3. UNIDADES Y ABREVIATURAS .....	3
a. Abreviaturas .....	3
4. NORMAS .....	3
5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	4
6. SISTEMA ELÉCTRICO.....	4
a. Nivel de Tensión.....	4
b. Código de Colores y calibre de los cables.....	4
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	5
a. Estado actual de la situación. ....	5
8. ADECUACION ELÉCTRICA .....	5
a. Cálculos de potencia .....	5
b. Transformadores .....	6
c. Sala de MT .....	7
d. Sala de tableros.....	7
e. Sala de bombas.....	8
f. Tierras .....	9
g. Iluminación .....	9
h. Control.....	9

	<p style="text-align: center;">MEMORIA DESCRIPTIVA</p>	<p>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</p>	
		<p>REVISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</p>	
		<p>PÁGINA/SHEET: 3 DE/OF 13</p>	

# 1. OBJETIVO

El objeto del presente documento es describir el anteproyecto de las obras necesarias para la ampliación hidráulica a realizarse en Recalque Melilla de OSE.

# 2. ALCANCE

## a. General

El alcance incluye la ingeniería necesaria para la correcta adecuación de la sala de bombas para la alimentación de potencia de los motores, una breve descripción de la adecuación de control para los equipos involucrados y un rubrado de materiales y montaje.

# 3. UNIDADES Y ABREVIATURAS

## a. Abreviaturas

V	Voltaje
A	Amperios
W	Wattios
kVA	Kilo Voltio Amperios
AC	Corriente Alterna
PAT	Puesta a Tierra
TG	Tablero General



# 4. NORMAS

Excepto cuando se indique de otro modo en esta Especificación, el diseño y la instalación de los materiales cumplirán con los requisitos de la última edición de las siguientes Normas y Reglamentos, donde sean aplicables:

Normas Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Norma Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

Reglamento de BT de UTE.

	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 4 DE/OF 13</b>	

La instalación cumplirá con los requisitos más estrictos de cada una de estas normas. En caso de discrepancia prevalecerán los Reglamentos y Normas Nacionales.

## **5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Planos de planta:

EL-11.dwg

G-01 G-02 Planta general 09 de febrero 2010.dwg

Plano unifilar:

EL01-UNIFILAR.dwg.

Cálculo de potencia

Rubrado de materiales y montaje

## **6. SISTEMA ELÉCTRICO**

### **a. Nivel de Tensión.**

Los nuevos motores a instalarse serán alimentados a un nivel de tensión de 690V.

### **b. Código de Colores y calibre de los cables**

La red accesible se encuentra en un esquema de distribución TN-S.

Los conductores deberán respetar el siguiente código de colores que los identificará.



Fase R: color rojo

Fase S: color blanco

Fase T: color marrón

Protección de Tierra: color verde-amarillo

Se admitirá una caída máxima de tensión entre el origen de la instalación al consumidor de 5% para motores y 3% para puntos de luz.

	<p style="text-align: center;">MEMORIA DESCRIPTIVA</p>	<p>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</p>	
		<p>REVISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</p>	
		<p>PÁGINA/SHEET: 5 DE/OF 13</p>	

## 7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### a. Estado actual de la situación.

Actualmente existe una instalación para la alimentación de cuatro motores de inducción de 630kW 0.69kV. Para ello se cuenta con un tablero por motor de nomenclatura TG-0X, en donde se encuentran montados un interruptor de corte en aire el cual proporciona protección al cable de alimentación de cada motor.

Para dos de ellos, en el mismo tablero se encuentra un Soft Starter marca Schneider, modelo ATS-48C66Y, acompañado de un equipo de compensación reactiva.

En los restantes motores la salida de los interruptores se dirige a un Variador de frecuencia marca Schneider, modelo ATV-71HC63Y, el cual se encuentra en forma de tablero en la proximidad del motor.

La planta cuenta con dos transformadores en aceite trifásico Marca URUTRANSFOR 30/0.69 KV 2500KVA conexión Dyn11, estos transformadores son idénticos, construidos por el mismo fabricante.

Se encuentra instalado un celdario marca Schneider, modelo SM6 – 36. Se cuenta con una celda de remonte, seccionador bajo carga, medida y disyuntor de transformador 1 y 2.

## 8. ADECUACIÓN ELÉCTRICA

### a. Cálculos de potencia



En base a la información suministrada se determinó el consumo de las existentes y nuevas bombas en conjunto, estas consideradas para distintas situaciones de operación.

Los cálculos de alimentación se realizaron para una bomba existente y una bomba nueva y los detalles se encuentran en la planilla adjunta.

Se determinó que la corriente nominal en carga de cada motor nuevo es de 450 A, tomando como hipótesis un factor de potencia 0.8 inductivo y un rendimiento del 80%.

Para determinar la sección del conductor de los nuevos motores, se utilizaron los factores de agrupación, temperatura y método de instalación, llegando a una sección mínima de



	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<p><b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b></p>	
		<p><b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b></p>	
		<p><b>PÁGINA/SHEET: 6 DE/OF 13</b></p>	

Cu de 2x95mm<sup>2</sup> por fase, sin embargo, el elevado nivel de cortocircuito en barras del tablero hace necesario la utilización de interruptores de corte en aire, y la corriente nominal mínima de estos equipos es 630A.

Para lograr que el interruptor sea capaz de proteger al cable se debe aumentar la sección de este, finalmente se utilizará una sección de 2x150mm<sup>2</sup> por fase.

## **b. Transformadores**

Un transformador 2500 KVAR no es suficiente para el caso crítico de simultaneidad de marcha, que sería 4 equipos existentes. Para esta situación, se debe poner en servicio los dos transformadores, dejando sin respaldo eléctrico(backup) a la central.

Para cubrir esta demanda y mantener un respaldo, se instalará un nuevo transformador idéntico a los anteriores, que deberá de ser construido a partir de los siguientes datos de chapa, figura 1. Este contará con nuevos canales para los cables de 30KV y escalerillas metálicas (las cuales serán galvanizadas en caliente y contarán con soportería tipo puente) para los cables de 690V.

En conjunto con el nuevo transformador y sus canalizaciones correspondientes, se ampliará el nuevo cercado perimetral (según plano). Los tres transformadores de potencia quedaran dentro del nuevo cerco. Frente al nuevo transformador (trafo 03) se confeccionará un nuevo portón para montaje y desmontaje de dicho transformador.



	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REVISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 7 DE/OF 13</b>	



Figura 1.



En esta nueva configuración de transformadores, es de fundamental importancia implementar algún tipo de protocolo de funcionamiento o de enclavamiento entre estos equipos, ya que los niveles de cortocircuitos calculados y los equipos instalados, se encuentran dimensionados para el funcionamiento en paralelo de dos equipos de transformación, y la adición de un nuevo transformador podría colocar en peligro a la instalación.

Debido a esto, nunca debe de ser posible la puesta en marcha del nuevo transformador cuando los existentes se encuentran inyectando potencia. Se **DEBERÁ** implementar algún tipo de lógica eléctrica que logre este cometido o bien la redacción y aplicación de un protocolo de operación.

Adicionalmente se recomienda implementar algún equipo electrónico para la puesta en paralelo de los equipos, este equipo deberá de supervisar: la correcta secuencia de fases, la correcta tensión entre transformadores y frecuencia.

### c. Sala de MT

La sala se reformará según plano EL-11, con el objetivo de instalar una nueva celda de 30KV, para el manejo del nuevo transformador (trafo 3). Esta celda será marca Schneider, modelo SM6 36kV DM1-A con datos técnicos como la figura 2, e irá instalada Zum Felde 1989, Montevideo-Uruguay • (598) 26138514 (Fax: ext. 101) • [electrosistemas@electrosistemas.com.uy](mailto:electrosistemas@electrosistemas.com.uy)

	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REV/ISSUE: C    FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 8 DE/OF 13</b>	

adosada al celdario existente. Se prevee una extensión del canal para los cables de potencia.





*Figura 2*

Para lograr el espacio suficiente para el nuevo equipo, se deberá remover la escalera en planta baja y reubicarla o sustituirla por otra, esta nueva escalera deberá encontrarse 70cm más alejada de la pared de sala de MT actual.

Además de esto se deberá de derribar la pared de la sala de MT actual (contigua a la escalera) y volverse a construir pegada a la nueva escalera.

Toda la obra civil a ejecutar se encuentra representada en el plano EL-11 y G-01 G02

	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REVISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 9 DE/OF 13</b>	

## d. Sala de tableros

Se deberán montar dos nuevos tableros de dimensiones (2x1x0.8) m (alto x ancho x profundidad), en ambos tableros se instalarán dos interruptores con corte al aire. Uno de ellos tendrá el interruptor de acople y uno para una bomba y en el otro los dos interruptores para las restantes bombas

Deberán de retirarse los equipos electrógenos (UPS) de su ubicación actual (sala de tableros) para su nueva ubicación en el cuarto contiguo (actualmente utilizado para un locker). También deberá de desmontarse el actual tablero del grupo electrógeno en conjunto con la bandeja que se origina desde él, ambos serán instalados igual a como están actualmente, pero en la cara opuesta a la pared actual.

Los nuevos tableros tendrán un embarrado de iguales dimensiones que el existente, con tres pletinas verticales de (80x10) mm Cu por fase (es decir, 3(80x10) mm Cu).

La conexión entre el nuevo transformador y el nuevo embarrado, así como entre el interruptor de acople y el embarrado existente se realizará mediante cuatro cables unipolares por fase de sección 300mm<sup>2</sup>, Cu/XLPE, 0.6/1.1kV (es decir, 4x(3x300) mm<sup>2</sup> Cu/XLPE).

Los tableros serán en chapa de Fe. decapado y pintado en pintura electrodepositada, color RAL 7035, las puertas serán de doble falleba, y deberán de tener perfiles perforados normalizados para el montaje de perfilera cadmiada reforzada, para la fijación de los interruptores.



Para la soportaría de barras de distribución se deberá presentar, un cálculo de esfuerzo electrodinámicos.

La topología eléctrica entre estos nuevos tableros y los anteriores será la descrita en el plano EL01-UNIFILAR.

La salida de estos interruptores deberá de cablearse con dos cables unipolares por fase de sección 150mm<sup>2</sup>, Cu/XLPE, 0.6/1.1kV (es decir, 2x(3x150) mm<sup>2</sup> Cu/XLPE), los cuales tendrán como destino el variador de frecuencia respectivo a cada motor.

## e. Sala de bombas

Se deberá de realizar una obra civil para extender el largo de la sala 5.5m, de manera de tener el espacio suficiente para el montaje de los tres motores nuevos. En conjunto con esta obra se prolongará el entepiso transitable y se continuará con las escaleras de bajada a nivel de máquinas con el espaciamiento actual.

	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b>	
		<b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b>	
		<b>PÁGINA/SHEET: 10 DE/OF 13</b>	

Se colocarán macizos de hormigón para el montaje de los motores y bombas según el plano adjunto.

Se ampliará el canal existente del motor 04 a 120cm, se realizará un canal de (120x40) cm para el motor 05 y uno de (60x40) cm para el motor 06 y 07, estos canales tendrán una profundidad de 40cm, igual que el canal existente. Toda la obra civil según los planos EL-11 y G-01 G02 adjuntado.

Se continuará con el esquema actual para los variadores de frecuencia en sala de bombas, es decir, montados contra la pared y en proximidad del motor a controlar. Estos nuevos equipos serán de marca ABB, modelo ACS880-37-0390A-7 y deberán de contar con los siguientes opcionales:

- B055: grado de protección IP54, con filtro de aire en las rejillas y un ventilador en la parte superior.
- C130: collarín para la conexión de un conducto de salida de aire en la parte superior del tablero
- H366: salida y entrada de cables de potencia y control mediante la parte inferior del equipo
- K491: modulo adaptador de Modbus/TCP.

Será fundamental la instalación de un ducto de salida de aire para cada uno de estos nuevos equipos.



Tal cual como se describió en la sección anterior, los cables de entrada y salida de los variadores se realizarán mediante cable unipolar de igual sección (en el caso de ser necesario se “armará” un cable multipolar para la salida del variador mediante precintos plásticos), los cables de salida deberán ir conectados a las borneras de alimentación de cada motor respectivamente.

## f. Tierras

Se aterrará motor, bombas y variador de frecuencia a la tierra general de la planta, se usará cable de Cu 50mm con vaina de PVC color verde-amarillo.

La escalerilla y transformador a instalarse también deberán ser aterrado con cable Cu 50mm.

En el caso de la escalerilla portacables, esta deberá llevar clemas en su cara lateral, donde se realizará la descarga de tierra, dicha tierra tendrá un único fin, aterrará las escalerillas.

	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<p><b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b></p>	
		<p><b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b></p>	
		<p><b>PÁGINA/SHEET: 11 DE/OF 13</b></p>	

## g. Iluminación y tomacorrientes



En conjunto con la ampliación de la sala de bombas, se continuará con la iluminación y tomacorrientes existentes, se utilizarán luminarias de tipo LED y tomacorrientes industriales/domestico cuando corresponda. Ambos servicios serán alimentados desde los tableros y mediante las canalizaciones existentes(continuándolas cuando sea necesario).

## h. Control

Existirá tres circuitos bien marcados:

- Control de datos de variadores
- Medición de temperatura y estado de válvulas
- Manejo de válvulas motorizadas, ventilación de variadores.

Estos circuitos de comando serán canalizados mediante dos caños de dos pulgadas, montados debajo del entepiso transitable (figura 3), para los cuales se colocarán dos cajas registrables metálicas cada 15m. Una vez alcanzado al motor 07, se bajará a una cámara registrable de (40x40) cm y se continuará con dos caños de PVC de 100mm enterrado, el cual llegará a cada tablero de emergencia. A su vez, también se canalizará desde la cámara a pies del tablero de emergencia, un caño de PVC de 100mm hacia el variador de frecuencia de cada motor.

	<p style="text-align: center;"><b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b></p>	<p><b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b></p>	
		<p><b>REVISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b></p>	
		<p><b>PÁGINA/SHEET: 12 DE/OF 13</b></p>	





*Figura 3.*

En los casos donde se necesite relevar las señales de otros equipos de control (sensores de temperatura, presión, etc.) ubicados sobre el chasis del motor (o bomba), la canalización hacia estos equipos se realizará mediante cajas registrables de tipo T y con caño galvanizado de media pulgada, los cuales irán instalados en el perímetro del macizo de hormigón.

Estas señales tendrán como destino un nuevo pupitre en la sala de control, que centralizará a las tres nuevas bombas, desde este pupitre se podrá ver estado de válvulas, temperaturas de sellos, y una visualización completa del estado de cada motor (mediante la comunicación con el variador de frecuencia de cada uno de ellos). Se tendrá una visualización con pilotos led del estado del motor, marcha-pare-falla-emergencia, válvula abierta, y también en forma digital en una HMI.

A pie de cada máquina se montará un tablero de pare de emergencia, bien señalizado.

	<p style="text-align: center;">MEMORIA DESCRIPTIVA</p>	<p><b>COD/CODE: RECALQUE MELILLA OSE</b></p>	
		<p><b>REV/ISSUE: C      FECHA/DATE: 23/12/21</b></p>	
		<p><b>PÁGINA/SHEET: 13 DE/OF 13</b></p>	

Toda la información se almacenará en tag digital y analógico para ser recabada por el Scada u otra forma de recolección de datos que cuente OSE.



Nº Circuito	Etiqueta equipo	Tipo equipo	Descripción	Alimentado desde	Motor o Potencia de la carga (kW o kVA)	Voltaje nominal (kV)	Nº de fases	Arranque	Eficiencia, $\eta$	Cos $\phi$ (FL)	$I_{FL} (A), I = Kw / (\sqrt{3} * kV * \text{Cos}\phi_{(FL)} * \eta),$ $I = Kva / (\sqrt{3} * kV)$	Tipo de instalacion	Coeficientes de correccion		Overall Derating Factor, For direct buried C = CaxCgxCrxCdx1.05 & For Laid in Air C = CaxCgx1.05	Amperaje requerido ( $I_R$ ), $I_R = I_{FL} / C$	Longitud del cable (m)	Seccion de cable de Cu	Amperaje del cable (I)
													Cable laid in air						
													Amb Air temp, Ca	Cg, cable grouping in air					
1	TG-01	MOTOR	--	TGBT	630	0.69	3	VDF	0.96	0.91	603.42	DUCTO	1	0.9	0.945	638.54	30	150	344
2	TG-02	MOTOR	--	TGBT	630	0.69	3	ARR SUAV	0.96	0.91	603.42	DUCTO	1	0.9	0.945	638.54	30	150	344
3	TG-03	MOTOR	--	TGBT	630	0.69	3	VDF	0.96	0.91	603.42	DUCTO	1	0.9	0.945	638.54	30	150	344
4	TG-04	MOTOR	--	TGBT	630	0.69	3	ARR SUAV	0.96	0.91	603.42	DUCTO	1	0.9	0.945	638.54	30	150	344
5	TG-05	MOTOR	--	TGBT	340	0.69	3	VDF	0.8	0.8	444.52	DUCTO	1	0.9	0.945	470.39	60	150	344
6	TG-06	MOTOR	--	TGBT	340	0.69	3	VDF	0.8	0.8	444.52	DUCTO	1	0.9	0.945	470.39	60	150	344
7	TG-07	MOTOR	--	TGBT	340	0.69	3	VDF	0.8	0.8	444.52	DUCTO	1	0.9	0.945	470.39	60	150	344

Nº Circuito	Nº de cables por fase (n), (n = $I_R / I$ )	Etiqueta equipo	Amperaje total ( $I_R$ )	R (ohms/km)	X (ohms/km)	Porcentaje de caída de tensión (%)
1	2	TG-01	650.2	0.16	0.073	0.40%
2	2	TG-02	650.2	0.16	0.073	0.40%
3	2	TG-03	650.2	0.16	0.073	0.40%
4	2	TG-04	650.2	0.16	0.073	0.40%
5	2	TG-05	650.2	0.16	0.07	0.57%
6	2	TG-06	650.2	0.16	0.07	0.57%
7	2	TG-07	650.2	0.16	0.07	0.57%

	Condicion de operación maxima	Caso de contingencia severo
Bombas en funcionamiento	3 Existentes + 2 Nuevo	4 Existente + 1 Nuevo
Potencia demandada (kVA)	2926.92	3194.23
Corriente necesaria (A)	2699.29	2858.19