

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“Instalaciones Especiales – Hemodiálisis del Hospital de Buin Paine -Chile”

Para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario.

Elaborado por

Jhensson Ranuldo Cueva Saturio

 [0009-0009-9010-2062](https://orcid.org/0009-0009-9010-2062)

Asesor

Ing. Roger Edmundo Salazar Gavelán

 [0009-0002-4663-4888](https://orcid.org/0009-0002-4663-4888)

LIMA – PERÚ

2024

Citar/How to cite	Cueva Saturio [1]
Referencia/Reference	[1] J. Cueva Saturio, " <i>Instalaciones Especiales- Hemodiálisis del Hospital de Buin Paine</i> " [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado] Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Cueva, 2024)
Referencia/Reference	Cueva, J. (2024). <i>Instalaciones Especiales- Hemodiálisis del Hospital de Buin Paine</i> ". [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A mis padres, Betty y David, mi hermana Nicole, mi compañera de vida Lizeth, y familia en general, por su apoyo, comprensión y consejos que me brindaron en todo momento para poder cumplir mis metas y ser mejor cada día.

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a Dios, por haberme dado la vida y haberme permitido poder culminar mi carrera universitaria.

A la empresa Hidrosoluciones F&G, por permitirme acceder a las instalaciones de plantas de tratamiento de agua, y ampliar mis conocimientos en la parte operativa.

A la empresa Ingho Facility Management, SI. Sucursal del Perú, por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional Sanitario en todos sus proyectos de Diseño.

Resumen

El presente trabajo de suficiencia contempla mi experiencia en el desarrollo de las IISS del expediente técnico del proyecto del Hospital Buin Paine, en el cual se centra específicamente en la especialidad de Hemodiálisis, para esto se tiene como base normas técnicas y criterios específicos entregados por el Ministerio de Obras Públicas de Chile.

El desarrollo consiste en proyectar un sistema de agua para Diálisis, para el Hospital de Buin Paine, el cual comprende una planta de tratamiento de agua para diálisis, con las características de calidad de acuerdo a la normativa vigente detallada en el Decreto Minsal N° 45 de 2016 Mod. 2019, partiendo desde la entrada de agua suministrada por Aguas Andinas (empresa prestadora de servicios de saneamiento de la localidad). La planta tendrá capacidad de suministrar agua tratada para 3 turnos de sesión de hemodiálisis al día.

Luego de pasar por la planta de tratamiento, el agua tratada será distribuida por medio de bombas de presión constante de acero inoxidable 316L grado farmacéutico, cuenta con dos anillos de recirculación independientes, uno para la sala de diálisis con 18 monitores y el otro para la sala de reuso donde se hará el lavado de dializadores, con 22 lavafondos. El material de las cañerías de distribución es en PEX-A con barrera anti oxígeno, manteniendo un flujo turbulento asegurando una velocidad mayor a 1m/seg, para evitar la contaminación y el riesgo de formación de biofilm.

Se tendrá un sistema optimizado, mediante la selección de equipos y materiales que cumplen con los estándares normativos y técnicos, para un funcionamiento eficiente durante su operación, el cual llevará un adecuado control y monitoreo de la calidad de agua de forma continua.

Palabras clave — Diálisis, Osmosis inversa, agua tratada, recirculación.

Abstract

This sufficiency report outlines my experience in the development of the SSIs of the technical file of the Buin Paine Hospital project, focusing specifically on the Hemodialysis specialty. This is based on technical standards and specific criteria provided by the Ministry of Public Works of Chile.

The development involves designing a Dialysis water system for the Buin Paine Hospital, which includes a water treatment plant for dialysis, meeting quality characteristics according to current regulations detailed in Ministerial Decree No. 45 of 2016 Mod. 2019. Starting from the water supply provided by Aguas Andinas (the local sanitation service provider), the plant will have the capacity to supply treated water for 3 hemodialysis sessions per day.

After passing through the treatment plant, the treated water will be distributed using constant pressure pumps made of pharmaceutical grade stainless steel 316L. It includes two independent recirculation loops, one for the dialysis room with 18 monitors and the other for the reuse room where dialyzer washing will take place, with 22 washbasins.

The system will be optimized by selecting equipment and materials that meet regulatory and technical standards for efficient operation during its functioning, ensuring proper control and continuous monitoring of water quality.

Keywords — Dialysis, Reverse Osmosis, Treated Water, Recirculation.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Introducción.....	x
Capítulo I.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problemática.....	2
1.3 Objetivos del estudio	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
Capítulo II.....	4
Alcances.....	4
2.1 Ubicación del proyecto	4
2.2 Marco Normativo.....	4
2.3 Marco teórico	5
2.4 Descripción del trabajo	14
2.4.1 Sistema de tratamiento de agua.....	16
2.4.2 Sistema de almacenamiento.....	16
2.4.3 Sistema de distribución.....	17
2.4.4 Sistema de desagüe y ventilación (conexión a red de desagües del hospital)	17
2.4.5 Abastecimiento de agua potable.....	17
2.4.6 Desagüe y ventilación.....	18
2.4.7 Coordinación con especialidades	18
capítulo III.....	19
3.1 Planta de Tratamiento de agua para diálisis.....	19

3.2	Anillos de recirculación para la sala de diálisis y sala de reúso	22
3.3	Listado de equipos y materiales	22
3.3.1	Filtros de profundidad (Multimedia)	22
3.3.2	Ablandadores de agua.....	23
3.3.3	Filtros de carbón activado.....	24
3.3.4	Desmineralización (Osmosis inversa+EDI)	25
3.3.5	Tanques de acumulación.....	27
3.3.6	Sistema de control microbiológico	28
3.3.1	Sistema de distribución.....	29
3.4	Anexos de cálculo.....	30
3.4.1	Cálculo de la planta de tratamiento para diálisis	30
3.4.2	Cálculo de la presión mínima requerida para el pretratamiento de la planta de diálisis	34
3.4.3	Cálculo del anillo de recirculación de agua osmotizada para diálisis	35
3.4.4	Cálculo de anillo de recirculación de agua osmotizada para sala de reuso ..	39
	Capítulo IV	44
	Conclusiones.....	44
	Recomendaciones	45
	Referencias bibliográficas	46
	Anexos	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1:Longitud equivalente para perdida de carga locales por accesorios.....	11
Tabla 2: Coeficientes de Hazen - William, para diferentes materiales.....	13

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1:Esquema de proceso de osmosis	8
Figura 2: Esquema de proceso de Tratamiento, Almacenamiento y Distribución	15
Figura 3: Filtros de profundidad.....	23
Figura 4: Ablandadores de agua- dúplex alternado.....	24
Figura 5: Filtros de carbón activado-dúplex en serie	25
Figura 6: Equipo de osmosis inversa.....	26
Figura 7: Equipo electrodesionizador (EDI)	27
Figura 8: Tanque de almacenamiento de agua osmotizada	28
Figura 9: Equipo Post tratamiento	28
Figura 10: Anillo de recirculación	29

Introducción

Los Hospitales con servicios de Hemodiálisis son considerados como establecimientos de alta complejidad.

En la actualidad el déficit de este servicio ante la cantidad de pacientes que requieren esta atención, ha obligado a desarrollar nuevas infraestructuras para poder atender a la población beneficiaria.

Esta infraestructura deberá contar con áreas de tratamiento de agua, y salas para atención de los pacientes, considerando los estándares normativos internacionales para la calidad del agua y norma local para consideraciones específicas para el funcionamiento del servicio de Hemodiálisis.

El presente informe se enfoca en el diseño específico de las instalaciones Sanitarias de la Especialidad de Hemodiálisis para el Hospital de Buin Paine. En el cual busca aplicar los criterios para el diseño de la planta de tratamiento e instalaciones hidráulicas que contempla esta especialidad, con la finalidad de abordar todos elementos necesarios para abordar el expediente con un diseño optimizado.

Capítulo I

1.1 Antecedentes

En el marco del nuevo programa de concesiones de infraestructura hospitalaria, impulsado en conjunto por el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud, de Chile se ha estimado necesario desarrollar, mediante el sistema de concesiones, nueva infraestructura hospitalaria, a través de la ejecución, conservación y explotación de la obra pública fiscal denominada “Hospital de Buin-Paine”.

El Concedente del proyecto es el Ministerio de Obras Públicas (MOP), y el plazo de la Concesión es de 19 años, que comprende 4 años de construcción (incluyendo 2 meses de puesta en marcha) y 15 años de operación.

Este establecimiento de salud tendrá una capacidad de 200 camas, distribuidas en 105 camas adulto, 36 camas ginecológicas y obstétricas, 16 camas pediátricas, 4 camas de neonatología, 12 camas para pensionado, 12 camas UTI y 15 camas de corta estadía para salud mental, lo que se complementa con 6 pabellones de cirugía mayor y 3 pabellones de cirugía menor. En el ámbito ambulatorio se han considerado 17 salas de atención médica, 17 salas de otros profesionales, 17 salas de procedimientos, 18 sillones de diálisis, 7 salas de atención dental, servicio para la atención de urgencias, además de servicios de apoyo diagnóstico y terapéuticos, administrativos para resolver la demanda de atención de salud. La población beneficiaria es cercana a las 170 mil personas. Este nuevo establecimiento se proyecta en Camino longitudinal Ruta 5 Sur N°1.646 lote LT- F-3B de la comuna de Buin, Provincia de Maipo, Región Metropolitana de Santiago.

1.2 Problemática

El Hospital San Luis de Buin Paine fue fundado en el año 1887 bajo el gobierno de José Manuel Balmaceda, emplazado en la ex calle Los Hermanos, hoy calle Arturo Prat. Por esos años funcionaba como un Hospital de Beneficencia a cargo de las Hermanas de la Misericordia, con una capacidad de 60 camas.

El Actual Hospital San Luis de Buin, es un hospital público de baja complejidad ubicado en la comuna de Buin, en la Región Metropolitana de Santiago. Este hospital se enfoca principalmente en brindar atención médica primaria y preventiva a la comunidad local, incluyendo consultas médicas, exámenes médicos, vacunaciones y tratamientos de enfermedades comunes.

En la actualidad el Hospital San Luis, tiene una oferta de atenciones en las cuatro especialidades básicas: Medicina Interna, Pediatría, Cirugía, Obstetricia y Ginecología.

El apoyo clínico diagnóstico requiere de soporte tecnológico e informático que le permita ser eficiente en la entrega de sus servicios, tanto a los usuarios internos, como aquellos que requieran de sus servicios desde la red de salud (atención primaria de salud y otros hospitales).

Sin embargo, no cuenta con servicios de Hemodiálisis, ya que este entra en servicios de Apoyo Diagnóstico y Terapéutico, según la “GUÍA DE DISEÑO PARA ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS DE ALTA COMPLEJIDAD 2021”, además que hay una deficiente calidad de servicio en el actual hospital, por la creciente demanda de sus usuarios y la poca capacidad en sus servicios.

Ante la problemática por la falta de servicios de Hemodiálisis, se estima altamente conveniente y necesario desarrollar nueva infraestructura hospitalaria mediante el sistema de concesiones, dotándola del equipamiento y proporcionando, entre otros, el mantenimiento que permita alcanzar con altos estándares de servicio, contribuyendo de este modo al desarrollo del país, por lo que el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud, han estimado necesario desarrollar, mediante el sistema de concesiones, nueva infraestructura hospitalaria, a través de la ejecución, conservación y explotación de la obra pública fiscal denominada “Hospital de Buin-Paine”.

1.3 Objetivos del estudio

El presente trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario tiene los siguientes objetivos.

1.3.1 *Objetivo general*

Desarrollar las condiciones y medidas necesarias para la elaboración del expediente técnico de las instalaciones Sanitarias de la especialidad de Hemodiálisis.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Elaborar los planos, memoria técnica y especificaciones técnicas de las instalaciones sanitarias del sistema de agua para Hemodiálisis.

Capítulo II

Alcances

2.1 Ubicación del proyecto

El proyecto en estudio se proyecta en Camino longitudinal Ruta 5 Sur N°1.646 lote LT- F-3B de la comuna de Buin, Provincia de Maipo, Región Metropolitana de Santiago.

2.2 Marco Normativo

Normas específicas

- Decreto Minsal N°45 de 2016 Mod. 2019, Chile, que aprueba Reglamento sobre las prestaciones de diálisis y los establecimientos que las otorgan.
- Norma General Técnica N° 199 del MINSAL, Chile, que Regula Esterilización y Desinfección en Establecimientos de Atención en Salud.

Normas Complementarias

- D.S. Minsal N° 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- D.S. Minsal N° 50 de 2008, aprueba normas técnicas básicas para la obtención de autorización sanitaria de los establecimientos asistenciales.
- NCh 2510.Of2001, Tableros para instalaciones eléctricas en agua potable y alcantarillado
- NCh. 409, of.2005, agua potable.
- Criterios de diseño del Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud, documento descrito en el SEGUNDO PROGRAMA DE

CONCESIONES DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Marzo de 2020,
Versión 2.

Normativa materiales y Equipamiento

- Normas chilenas relativas a tanques, tuberías, piezas especiales, revestimientos, accesorios, artefactos, equipos de bombeo, equipos de control automático, entre otros, para instalaciones de aguas tratadas.
- En general todas las normativas oficiales y de fabricantes relativas a materiales, ensayos, control de calidad, especificaciones, métodos constructivos y otros, relativos a instalaciones de aguas tratadas

Normas internacionales

- ASTM 1193: Standard Specification for Reagent Water
- Guías de Gestión de Calidad del Líquido de Diálisis de la Sociedad Española de Nefrología, SEN.
- Recomendaciones de la Real Farmacopea Española en lo concerniente a los requisitos de las aguas para diálisis.
- Recomendaciones de la European Pharmacopea en lo concerniente a los requisitos de las aguas para diálisis.

2.3 Marco teórico

Para el presente proyecto se utilizó criterio del proyectista y los criterios de diseño del Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud, documento descrito en el SEGUNDO PROGRAMA DE CONCESIONES DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD Marzo de 2020, Versión 2. Se adjunta como anexo.

Los criterios de diseño son una referencia y recomendación, que se considerará como estándares mínimos cuando la norma no sea específica en algún aspecto técnico.

El desarrollo del proyecto, contempla desde la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución, se detalla los siguientes criterios y metodología de cálculo para los diseños:

- CAPACIDAD DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO

DATOS INICIALES:

- Qp: Caudal permeado (agua producto de la ósmosis de 65% a 70% del Qa)
- Qa: Caudal de alimentación (Caudal de ingreso a la planta)
- Qr: Caudal de rechazo (Caudal con sales rechazadas)

FILTRO DE ARENA (MULTIMEDIA) Y FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO:

Se dimensionará en base al caudal de alimentación y la velocidad de filtración, según especificaciones técnicas de los equipos para su selección. Se hará la comprobación con la siguiente fórmula:

$$\text{Área de Filtración (pie}^2\text{)} = \frac{Q_i \text{ (gpm)}}{V_f \text{ máx (gpm/pie}^2\text{)}}$$

Donde:

- Qi: Caudal de ingreso igual al caudal de alimentación (Qa) en (gpm)
- Vfm: Velocidad de filtración, según especificaciones técnicas del equipo varía entre 8 – 15 gpm/pie²

Con esta fórmula se podrá seleccionar las dimensiones del filtro.

ABLANDADOR DE AGUA:

Se dimensionará en base al caudal de alimentación y el volumen de resina para la dureza de agua a tratar, según especificaciones técnicas de los equipos para su selección. Se hará la comprobación con la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. (pie}^3\text{)} = \frac{\text{Caudal (gph)} \times \text{Dureza (grano/gln)} \times \text{Tiempo Operación (horas)}}{\text{Capacidad de Intercambio (grano/pie}^3\text{)}}$$

Donde:

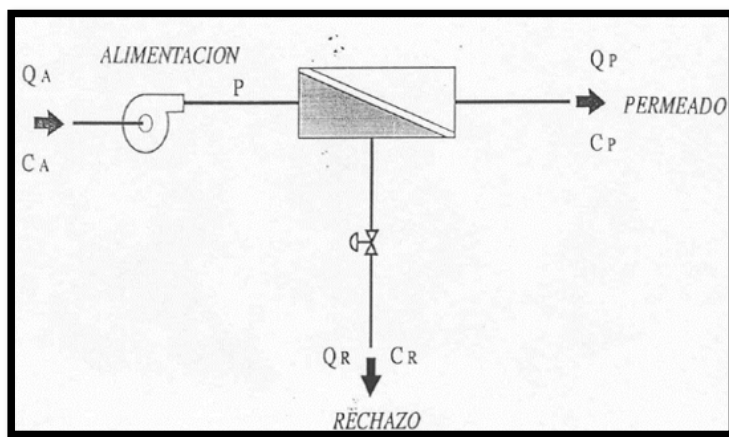
- Caudal, se entiende al caudal de alimentación en (GPH).
- Dureza del agua con un factor de equivalencia de 1 grano/gln= 17.1 ppm de CaCO₃.
- Tiempo de operación entre regeneraciones en horas.
- Capacidad de intercambio igual a 30,000 grano/pie³, esto puede regenerarse con 15 libras de sal para determinar la cantidad de sal requerida.

EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA:

Se presenta el siguiente esquema de proceso.

Figura 1

Esquema de proceso de osmosis



Fuente: Documentación elaborada por EOI - MÓDULO DESALACIÓN- Introducción a la Desalación por ósmosis inversa. Conceptos Básicos-edición 2008

Caudales requeridos

El caudal de alimentación se tomará en base al caudal requerido por cada punto de consumo con los turnos de atención al día:

- Caudal para equipos de diálisis: 700ml/min $\leftrightarrow$ 11.10 GPH funcionando 5 horas por turno.
- Caudal para lavaderos de sala de reuso: 500ml/min $\leftrightarrow$ 7.93GPH funcionando 1.5 horas por turno.

Los valores de caudal son datos de referencia descrita en los criterios de diseño.

Se le considerará un factor de seguridad de 30% de holgura para seguridad de abastecimiento.

Volumen de producción de agua permeada al día

El volumen de producción total diaria de agua permeada en (GPD), queda determinada por la siguiente fórmula:

$$V_p = \sum N^{\circ} \text{puntos} \times Q_{cp} \times (N^{\circ} \text{hora/turno}) \times \text{turnos al día}$$

Donde:

- N° Puntos: Número de puntos de consumo, equipos y/o lavaderos de consumo.
- Qcp: Caudal de consumo por punto.
- N° Horas/ Turno: Tiempo de funcionamiento de los equipos en un determinado turno.

Caudal permeado:

El equipo deberá producir un caudal necesario durante el turno de producción en este caso se considera el mayor turno de funcionamiento que son 5 horas.

$$Q_p = V_p / (T \times 60) \text{ (GPM)}$$

Siendo T: $T = T_{\text{mayor}} \times N^{\circ} \text{Turnos}$.

O también considerar el volumen de producción durante un turno y dividirlo por las horas que funcionará el equipo en ese turno.

Factor de recuperación:

Es la relación entre el caudal permeado y el caudal de alimentación, este factor puede estar entre el 65% al 70% para evitar perdida de agua durante el rechazo de las sales.

En el caso de tener osmosis en doble paso, se debe entender que en el primer paso un factor de recuperación entre el 65% al 70%, en el segundo paso

se puede obtener un factor de recuperación en el orden del 95% al 98%, puesto que el agua permeada del primer paso es agua desmineralizada, por ende, en el segundo paso las sales de rechazo ya no son considerables, sin embargo, depende mucho de la calidad de agua de alimentación al equipo de osmosis inversa.

$$Y = \frac{Q_p}{Q_a}$$

Caudal de alimentación:

El caudal de alimentación es el que ingresará a la planta, se determinará luego de saber el caudal permeado requerido y el factor de recuperación.

▪ TANQUES DE ACUMULACIÓN

Se calculará para una autonomía de servicio de un turno, con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen útil} = N^{\circ} \text{puntos} \times Q_{cp} \times N^{\circ} \text{horas por turno}$$

Siendo:

- Q_{cp} : Caudal de consumo por punto
- Q_{cp} para sala de diálisis 700ml/min $\leftrightarrow$ 42 Lts/Hora
- Q_{cp} para sala de reuso 500ml/min $\leftrightarrow$ 30 Lts/Hora

▪ ANILLOS DE RECIRCULACIÓN

ANILLO DE SALA DE DIÁLISIS Y SALA DE REUSO

Parámetros de diseño:

- Q_{cp} : Caudal de consumo por punto.
- Presión mínima requerida por el equipo/lavadero.
- Velocidad mínima de 1.00 m/s en el anillo de recirculación.

A) PERDIDAS DE CARGA

Perdidas de carga locales por accesorios según diámetro para tener una longitud equivalente, mediante la siguiente tabla:

Tabla 1

Longitud equivalente para pérdida de carga locales por accesorios

Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula esférica	tee	Válv. Check	Codo 45°	VÁL. PIE Y CANASTILLA
16	1/2	0.739	0.354	0.248	0.195	0.112	5.900	1.064	1.477	0.248	3.559
20	3/4	1.080	0.518	0.363	0.285	0.164	8.636	1.554	2.159	0.363	5.26
25	1	1.420	0.682	0.477	0.375	0.216	11.364	2.045	2.841	0.477	6.92
32	1 1/4	1.818	0.873	0.611	0.480	0.278	14.545	2.618	3.638	0.611	8.858
40	1 1/2	2.159	1.036	0.725	0.570	0.328	17.273	3.109	4.318	0.725	10.519
50	2	2.841	1.364	0.954	0.750	0.432	22.727	4.091	5.682	0.954	13.841
63	2 1/2	3.580	1.718	1.203	0.945	0.544	28.636	5.154	7.159	1.203	17.44
75	3	4.261	2.045	1.432	1.125	0.648	34.091	6.136	8.523	1.432	20.761
90	4	5.682	2.727	1.900	1.500	0.864	45.454	9.182	11.364	1.909	24.36
	6	8.523	4.091	2.881	2.250	1.295	68.182	12.273	17.045	2.864	27.682

Fuente: Libro de Instalaciones Sanitarias en edificaciones- Ing. Enrique Jimeno Blasco.

Para las pérdidas de carga por fricción en tuberías se podrá utilizar las fórmulas de La ecuación del factor de fricción de Darcy-Weisbach o La ecuación de la pérdida de carga según Hazen-Williams.

La ecuación de la pérdida de carga según Darcy-Weisbach es:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

Donde:

- h_f : Pérdida de carga debida a la fricción (m)
- f : Factor de fricción de Darcy
- L : Longitud de la tubería (m)
- D : Diámetro interno de la tubería (m)
- u : Velocidad media del fluido (m / s)

- g: Aceleración de la gravedad ($\approx 9,80665 \text{ m / s}^2$) (m / s^2)

el factor de fricción “f” se determinará por la formula de Swamee y Jain (1976):

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

- D: el diámetro interno de la tubería
- Re: el número de Reynolds del flujo.
- k/D: El cociente se conoce también como Rugosidad relativa del material.

La ecuación de la pérdida de carga según Hazen- William, es el producto de un estudio estadístico, cuya forma general en función de la velocidad del fluido circulante, se expresa de la siguiente forma:

$$h_f = L \cdot \left(\frac{v}{0.355 \cdot C \cdot D^{0.63}} \right)^{1.852}$$

Así mismo también se puede expresar, en función del caudal, mediante la

siguiente expresión:

$$h_f = \frac{10.678 \cdot L}{D^{4.87}} \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852}$$

Donde:

- L: Longitud de la tubería (m)
- D: Diámetro interior (m)
- Q: Caudal (m³/s)
- C: Coeficiente de Hazen – William (adimensional)

Respecto al coeficiente de Hazen – William, este dependerá del tipo de material que se use, de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 2

Coeficientes de Hazen – William, para diferentes materiales

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Fuente: elaborado por los autores según valores estándares de la literatura y catálogos.

Para el presente proyecto se utilizará C=150, dado que las redes de agua serán proyectadas con Polietileno (PEX-A con barrera anti difusión de oxígeno.) y PVC Sch 80*.

(*) El material PVC Sch 80 es recomendación de los criterios de diseño del Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud, No están descritos en la norma peruana NTS N°119.

B) CAUDAL DE RECIRCULACIÓN

Es el caudal no consumido que regresa al tanque, dicho caudal debe ser lo suficiente para que en la sección del diámetro seleccionado el fluido retorne al tanque con una velocidad no menor a 1.00 m/s para evitar el riesgo de la formación del biofilm.

Se empleará la siguiente fórmula:

$$Qr = \frac{Vmin \times \pi \phi^2}{4}$$

Donde:

- Vmin: Velocidad mínima en el anillo de recirculación igual a 1m/s
- Ø: Diámetro del anillo de recirculación.

Nota: Con el diámetro seleccionado para el anillo, deberá comprobarse que la presión en el primer equipo no sobrepase lo indicado en las especificaciones técnicas del equipo/aparato, considerando también un diámetro óptimo y económico para el sistema.

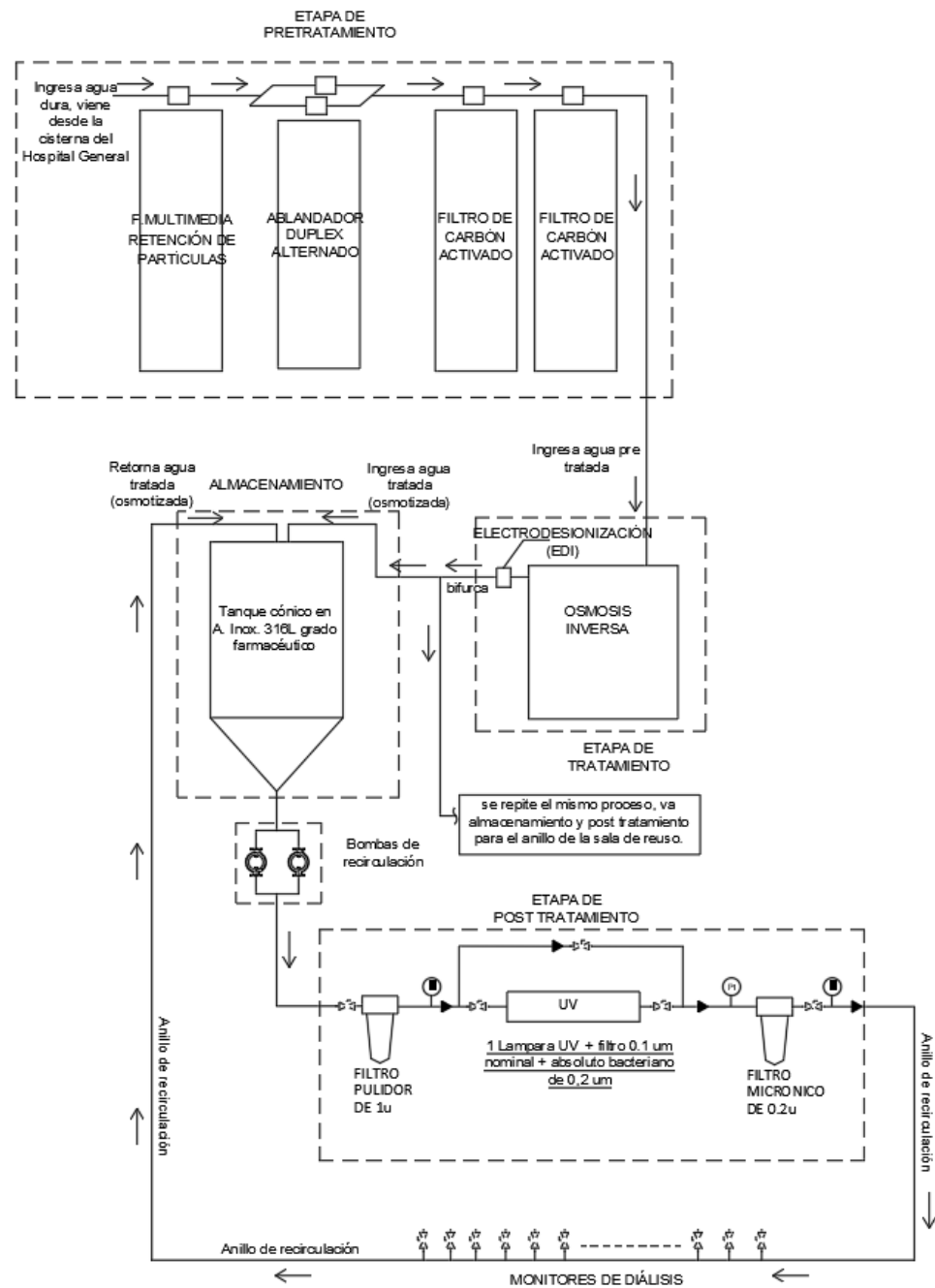
2.4 Descripción del trabajo

El presente trabajo corresponde al planteamiento de las Instalaciones Sanitarias para Hemodiálisis como instalación especial.

El proyecto tendrá los siguientes sistemas:

Figura 2

Esquema de proceso de Tratamiento, Almacenamiento y Distribución



Fuente: Elaboración Propia

2.4.1 Sistema de tratamiento de agua

Etapa de Pretratamiento

- Filtros de retención de partículas en suspensión o sedimentos (Filtros cartuchos y/o multimedia).
- Equipos descalcificadores o ablandadores.
- Filtros de carbón instalados inmediatamente antes de la osmosis inversa.

Etapa de Tratamiento

- Osmosis inversa + equipo electrodesionizador EDI (pulidor)
- Etapa de Post tratamiento
- Equipo de luz ultravioleta ubicado después del tanque acumulador de reserva de agua tratada.
- Filtro de 1 μm , previo al filtro bacteriano.
- Filtro bacteriano de 0,2 μm absoluto, después del equipo ultravioleta, con manómetros antes y después de cada filtro.

Instalaciones hidráulicas

Todas Las tuberías y accesorios utilizados para las conexiones de los equipos de la sala de tratamiento, son en PVC Sch80, por su alta resistencia, durabilidad y fácil instalación.

2.4.2 Sistema de almacenamiento

- Tanque con fondo cónico de material no corrosivo, con tapa superior hermética y filtro de venteo antibacteriano de 0,2 μm .

2.4.3 Sistema de distribución

- Equipo de bombeo de acero inoxidable de grado farmacéutico para el anillo de recirculación de la sala de diálisis.
- Equipo de bombeo de acero inoxidable de grado farmacéutico para el anillo de recirculación de la sala de reuso (lavado de dializadores)
- Anillos de recirculación en material PEX-A con barrera anti difusión de oxígeno.

2.4.4 Sistema de desagüe y ventilación (conexión a red de desagües del hospital)

- Drenaje de equipos en sala de tratamiento.
- Desagüe de monitores en sala de diálisis.
- Desagüe de lavaderos en sala de reuso.

Las Instalaciones Sanitarias interiores corresponden a la solución de todos los ambientes donde se proyectarán, esto compete a la sala de tratamiento de agua, sala de diálisis (puestos de dializados crónicos) y sala de reutilización.

El desagüe de la sala de tratamiento y la sala de reuso, no tendrá ningún tipo de tratamiento, irá directamente a una cámara de retención para evaluar su calidad para su posterior descarga a la red de alcantarillado interno del hospital, para su descarga final a la red pública.

El desagüe proveniente de la planta de tratamiento, conecta directamente al colector de desagüe del hospital. Esto proviene de las rejillas de drenaje para la limpieza de filtros y equipos en general.

2.4.5 Abastecimiento de agua potable

La especialidad de agua potable, es la encargada de suministrar agua potable a través de las redes de impulsión que provienen desde el tanque de almacenamiento diario el cual es alimentado desde la red pública.

La red de agua potable que abastece a la planta, garantiza la presión adecuada de ingreso para el Pre tratamiento, con un caudal de alimentación adecuado para el diseño de la planta.

2.4.6 Desagüe y ventilación

La especialidad de alcantarillado, se encarga de evacuar los drenajes de la sala de bombas, desagües de los monitores en la sala de diálisis y desagües de los lavaderos de capilares en la sala de reutilización.

2.4.7 Coordinación con especialidades

Se coordina con la especialidad de Arquitectura para el espacio y distribución de canaletas de drenaje según la ubicación de equipos, ubicación de una bodega aislada para la acumulación de salmuera para los ablandadores.

Se coordina con la especialidad de Instalaciones eléctricas para informar la capacidad de potencia eléctrica requerida por los equipos.

Se coordina con la especialidad de Agua potable y alcantarillado para los puntos de conexión y diámetros requeridos.

Se coordina con la especialidad de control centralizado, para el monitoreo y control de la Planta.

Capítulo III

3.1 Planta de Tratamiento de agua para diálisis

La ubicación de la planta se encuentra en el primer nivel del edificio principal, el cual será abastecido desde la red de agua fría dura del Hospital.

El sistema de tratamiento cumplirá con lo señalado en el Decreto Minsal N°45 de 2016 Mod. 2019, que aprueba Reglamento sobre las prestaciones de diálisis y los establecimientos que las otorgan.

El sistema de tratamiento contemplará los siguientes elementos: contadores de impulsos, un distribuidor hidráulico y sistemas electrónicos de control para el retrolavado de los filtros, para la regeneración automática de los ablandadores en su funcionamiento alternado, sensores de nivel para el control del volumen en los tanques de acumulación, para esto se debe disponer de controlador lógico programable (PLC) y sistema de comunicación remota para alarmas de nivel.

La planta de tratamiento de agua osmotizada para diálisis contará con los siguientes elementos:

Pre-tratamiento:

- Medidor totalizador (contador de impulsos)
- Microfiltración con 2 carcasas multifiltro de 20um de material polímero (parte del proceso de filtración para retención de partículas, requerido por los criterios de diseño).
- 01 Filtro de profundidad 14"x65" cuerpo de fibra de vidrio recubierto, $P_{max}=150$ psi.
- Equipo ablandador dúplex alternado 14"x65" c/uno cuerpo de fibra de vidrio recubierto, $P_{max}=150$ psi.
- Tanque Salmuera

- 02 Filtro de carbón activado 14"x65" cuerpo de fibra de vidrio recubierto, Prmax= 150 psi.

Tratamiento:

- Equipo de ósmosis inversa Qpermeado=4914.93GPD, con prefiltro de 5um.
Para un tiempo de funcionamiento de 15 horas al día.
- Equipo Electrodesionizador
- Controlador con pantalla indicadora.
- Post-Tratamiento:
- 02 Bomba en acero inoxidable grado farmacéutico para sala de diálisis
Q=0.81Lps, Hdt=31.13, Pot.motor=0.71 HP, c/u. con variador de frecuencia.
- 02 Bomba en acero inoxidable grado farmacéutico para sala de lavado
Q=0.77Lps, Hdt=29.64, Pot.motor=0.59 HP, c/u. con variador de frecuencia.
- Panel de fibra de vidrio.
- 01 Tanque de agua de 1000 litros en acero inoxidable 316L grado farmacéutico con fondo cónico, con filtro venteno de 0.2 um hidrófugo para la sala de reuso.
- 01 Tanque de agua de 4000 litros en acero inoxidable 316L grado farmacéutico con fondo cónico. con filtro venteno de 0.2 um hidrófugo para la sala de diálisis.
- 02 filtro nominal 0.1 um carcasa multifiltro de material polímero.
- 02 filtro nominal 0.2 um carcasa multifiltro de material polímero.
- 01 lampara UV Q= 13GPM. Irradiar mín 40 mJ/cm² en acero inoxidable 316L.
- 01 lampara UV Q= 13GPM. Irradiar mín 40 mJ/cm² en acero inoxidable 316L.

El procedimiento del tratamiento es el siguiente:

En la etapa de pretratamiento, el agua suministrada desde el tanque de agua dura mediante la red de distribución de agua fría. Pasará primero por un sistema de microfiltración compuesta por dos carcasas multifiltro de material polímero colocados en un arreglo alternado, que permitirá el funcionamiento continuo en caso se requiera realizar mantenimiento a uno de ellos; luego llegará al filtro de profundidad compuesto por un filtro multimedia de retrolavado automático, luego de los filtros el agua pasara por un sistema de ablandamiento dúplex que cuenta con un tanque de salmuera, el arreglo es alternado y contara con un ciclo de regeneración, enjuague y servicio automático programable. Pasado el ablandamiento del agua, esta será dirigida a unos tanques de filtro de carbón activado con la finalidad de quitar el cloro residual, se ha empleado un arreglo en serie, ya que de esa manera el agua este circulando más tiempo en los filtros de carbón activado lo cual lleva a aumentar la eficacia del tratamiento.

La etapa de tratamiento consiste en tratar el agua mediante un equipo de osmosis inversa y un equipo electrodesionizador, este último está diseñada para pulir el permeado una vez que el agua ya ha pasado por la ósmosis inversa, para el presente proyecto esta será de doble paso para alcanzar la calidad de agua requerida. Este equipo se encargará de quitar las sales presentes en el agua con la finalidad que el agua producto cumpla con los parámetros establecidos en el Artículo 20° y 21° del Decreto Minsal N°45 de 2016 Mod. 201. calidad de agua para hemodiálisis, por seguridad y garantizar el cumplimiento de la calidad de agua, se ha previsto el uso de un electrodesionizador.

La etapa de post-tratamiento consiste en pasar el agua ya tratada a través de un sistema compuesto por un filtro cartucho de 1 micra, una lampara U.V. con la finalidad de eliminar las posibles bacterias que aún permanezcan y un filtro de 0.2 micras como pulimento final.

Se emplearán dos tanques de acero inoxidable 316L de acabado sanitario para almacenar el agua osmotizada. Para el sistema de presurización se emplearán dos equipos conformado dos electrobombas en funcionamiento alternado para cada equipo, un equipo será para la sala de diálisis y el otro para la sala de reuso.

Previo al inicio de cada turno de diálisis, se deberá controlar y registrar lo siguiente: presión del sistema, dureza del agua, cloro total, conductividad de entrada y salida, flujo de permeado, flujo de rechazo, nivel de sal del depósito. Dichas mediciones podrán hacerse con instrumentos que son parte del equipo de tratamiento o con medidores externos.

Las tuberías y accesorios empleados en las conexiones de la sala de tratamiento, son en PVC Sch80, material recomendado por los criterios de diseño, por su alta resistencia y durabilidad.

3.2 Anillos de recirculación para la sala de diálisis y sala de reúso

Las salas de Diálisis y Reúso, se ubican en el primer nivel del edificio principal, cercana a la planta de tratamiento.

Los anillos de recirculación será en tuberías PEX-A con barrera anti difusión de oxígeno.

El recorrido avanza desde la sala de tratamiento impulsado por las bombas con variador de frecuencia, estas salen por el falso cielo e ingresan a la sala de diálisis, para luego recorrer adosados en muros formando un anillo abasteciendo a cada monitor de diálisis desde el primer monitor al último, para luego retornar por el falso cielo hasta llegar al tanque de acero inoxidable dentro de la sala de tratamiento.

Después de la operación, los equipos de bombeo deben seguir recirculando durante las 24 horas del día.

3.3 Listado de equipos y materiales

3.3.1 Filtros de profundidad (Multimedia)

Tiene por objetivo retener el material particulado en suspensión visible, separa las impurezas que contenga el agua, siendo retenidas en la superficie y en el interior del lecho filtrante.

Estas impurezas retenidas se eliminarán durante el retro-lavado del lecho mediante un temporizador comandado por la válvula cabezal del equipo de control automático.

El material de estos tanques es de polietileno reforzado con fibra de vidrio, con alta resistencia a la corrosión, con presión de operación de 30 Psi y una presión máxima de 150 Psi.

Figura 3

Filtros de profundidad



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

3.3.2 Ablandadores de agua

Tiene por objetivo principal remover cationes divalentes presentes en el agua, remover la dureza del agua que puede incrustar las membranas de ósmosis reversa, esto se logra eliminando los cationes divalentes principalmente Ca^{+2} y Mg^{+2} (dureza), los cuales generan incrustaciones en diversos procesos tales como intercambios térmicos y desmineralización por ósmosis reversa.

Se instala un equipo ablandador dúplex alternado en paralelo, para su funcionamiento alternado entre regeneraciones, para ello se dispone de un tanque salmuera.

Estos equipos son de funcionamiento automático mediante un temporizador comandado por la válvula cabezal del equipo, para el control de las operaciones de servicio, regeneración de resina, retrolavado y lavado del equipo.

El material de estos tanques es de polietileno reforzado con fibra de vidrio, con alta resistencia a la corrosión, con presión de operación de 30 Psi y una presión máxima de 150 Psi.

Figura 4

Ablandadores de agua- dúplex alternado



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

3.3.3 Filtros de carbón activado

Tiene por objetivo principal la eliminación de cloro del agua que reaccionaría químicamente con la poliamida aromática (material con lo que se fabrican las membranas de ósmosis inversa) y las deterioraría, el carbón activado también elimina gases disueltos en agua y compuestos orgánicos, que proporcionan olor, color y sabor, obteniéndose un agua clara, inodora e insípida.

Se instala un equipo de filtración, compuesto por dos filtros colocados en serie, para el paso continuo y conseguir mayor tiempo de contacto.

Estos equipos son de funcionamiento automático, para eliminar las impurezas, eliminar el carbón partido y homogenizar el lecho filtrante se realiza un retro lavado mediante un temporizador comandado por la válvula cabezal del equipo.

El material de estos tanques es de polietileno reforzado con fibra de vidrio, con alta resistencia a la corrosión, con presión de operación de 30 Psi y una presión máxima de 150 Psi.

Figura 5

Filtros de carbón activado-dúplex en serie



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

3.3.4 Desmineralización (Osmosis inversa+EDI)

Tiene por objetivo principal la eliminación de sales y compuestos disueltos en el agua.

Se dispone de dos equipos en serie (doble paso) capaz de proporcionar el agua de la calidad adecuada para ser pulida y posteriormente acumulada y bombeada a través del anillo de recirculación; además se dispone de un equipo pulidor un electrodesionizador EDI.

EDI o La electrodionización es un proceso de producción de agua de alta pura. En este proceso intervienen una pequeña cantidad de resinas de intercambio iónico, membranas semipermeables aniónicas y catiónicas y una corriente eléctrica. El agua procedente del sistema de osmosis atraviesa el módulo donde, debido a un potencial eléctrico, se provoca la migración de los iones produciéndose la desionización y desviándose los iones al compartimiento de concentrado. Los principales campos de aplicación son reducción de sales y contaminantes de aguas proveniente de osmosis inversa para su uso en generación de vapor puro para calderas de alta presión, agua purificada y agua para inyectables en la industria farmacéutica, cosmética, veterinaria, biotecnología e industria microelectrónica, entre otras.

Figura 6

Equipo de osmosis inversa



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

Figura 7

Equipo electrodesionizador (EDI)



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

3.3.5 Tanques de acumulación

Los tanques son herméticos, con tapa de registro superior, de material inerte, no corrosivo, atóxico, base cónica, aristas redondeadas, equipados con filtros de venteo antibacteriano de 0,2 μ m hidrófugo.

Dispone de sensores de nivel que permiten transmitir la señal en forma remota.

El tanque es de acero inoxidable 316L grado farmacéutico, cuenta con línea de rebase que permite la eventual liberación de agua en caída libre a la canaleta, el sistema presenta un sello que evita el flujo de aire al interior del tanque, cuenta con una válvula de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Cuenta con una válvula motorizada que se accionará con el control de nivel, haciéndolo funcionar durante el consumo de los monitores y durante su recirculación constante sin consumo de monitores, para el funcionamiento de las bombas.

Figura 8

Tanque de almacenamiento de agua osmotizada



Fuente: Elaboración Propia-fotografía referencial

3.3.6 Sistema de control microbiológico

Se plantea un sistema UV que permita irradiar 40 mj/cm² como mínimo, se colocan además un filtro de 1 um nominal antes de la lampara UV y un filtro de 0,2 um absoluto después de la lampara UV.

Este sistema se dispone en la salida del tanque de acumulación en la misma línea de impulsión inmediatamente luego de la bomba y sus componentes.

Figura 9

Equipo Post tratamiento



3.3.1 Sistema de distribución

El sistema de distribución estará compuesto por dos equipos de bombeo, un equipo de bombeo para el anillo de recirculación de la sala de diálisis y un equipo de bombeo para el anillo de recirculación de la sala de reuso. Estas bombas son de acero inoxidable 316L grado farmacéutico.

La red de tuberías de agua osmotizada es en material PEX-A con barrera antioxígeno en el cual se mantendrá un flujo turbulento con velocidades mayores a 1.00 m/s, que dificulte la proliferación de focos contaminantes. Las distribuciones de tomas hacia los monitores se ejecutan dentro de los tabiques desmontables o muebles, que recubren la tubería y permiten el acceso a la red de anillo con sus derivaciones, para facilitar las labores que puedan requerirse, para este proyecto se plantea canaletas tipo legrand para proteger las líneas de agua.

Esta tubería tiene una capa que hace a la tubería hermética al oxígeno, el cual evita la entrada de oxígeno en toda la longitud de la tubería, eliminando los problemas de corrosión en los elementos metálicos de la instalación prolongando su vida útil.

Figura 10

Anillo de recirculación



3.4 Anexos de cálculo

3.4.1 Cálculo de la planta de tratamiento para diálisis

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA

1)

a) **Datos para el diseño:**

Puntos de alimentación sala de diálisis	N° puntos =	18.00	und
Puntos en sala de cebado	N° puntos =	0.00	und
puntos en mantenimiento	N° puntos =	0.00	und
Caudal de consumo por punto.....	Qcp =	42.00	L/h
Nota: durante las 5 horas de sesión el paciente consume en promedio 200 litros			
	Qcp =	11.10	GPH
puntos para lavado de dializadores	N° puntos =	22.00	und
Caudal de consumo por punto.....	Qcp =	30.00	L/h
Nota: Se considerara un funcionamiento de 1.5 horas por turno en cada punto de lavado.			
	Qcp =	7.93	GPH
Turnos de atención al día	N° Turno =	3.00	turnos

b) **Caudal de producción de agua producto de la osmosis inversa (caudal permeado) :**
 $Qp = \sum N^{\circ} \text{puntos} \times Qcp \times (N^{\circ} \text{hora/turno}) \times \text{turnos al día}$

Consumo diario total (Caudal permeado)	Qp =	3780.713	GPD
considerando un 30% de holgura			
para seguridad de abastecimiento	Qp =	4914.927	GPD

c) **Caudal de alimentación a la planta de osmosis inversa**

Se entiende bajo el siguiente esquema, que el caudal permeado es el caudal de producción de la planta de tratamiento y el caudal de rechazo viene ser aproximadamente un 50% del caudal de alimentación.

Caudal de alimentación = Caudal permeado + Caudal de rechazo

c.1) factor de recuperación

$$Y = \frac{Qp}{Qa} \quad \text{EC.1}$$

Qp: Caudal permeado
 Qa: Caudal de alimentación

5.46 GPM <> 0.34 Ips

c.2) Factor de concentración

$$FC = \frac{1}{1-Y} \quad \text{EC.2}$$

c.3) Factor de rechazo de sales (R)

$$R = 100 \times \frac{Ca - Cp}{Ca} \quad \text{EC.3}$$

Donde:
 Ca es la concentración de aporte 620 ppm SDT del agua pretratada
 Cp es la concentración de permeado 3.2 ppm <> 5.0

R= 99.48%

c.4) Concentración de permeado (Cp) y concentración de rechazo (Cr)

$$Cp = (1 - R) \times \frac{Ca + Cr}{2}$$

EC.4

fr: factor de sales rechazadas ≈ 4 <> a un factor de recuperación de (Y≈65-70%) <> factor de concentración FC=3

Cp: Concentración de permeado

Cr: Concentración de rechazo

Despejando Cr

$$Cr = \frac{Cp}{R} = \frac{1860.0}{0.67} \text{ ppm}$$

$$Cr \times Qr = Qa \times Ca - Qp \times Cp$$

concentración de rechazo:

$$Cr = (R) \times \frac{Ca}{1 - Y}$$

EC.5

1863.2

Despejando Y :

siendo Y el factor de recuperación

$$Y = 67\%$$

Calculando el caudal de alimentación Qa:

$$8.17 \text{ GPM} \Leftrightarrow 0.52 \text{ lps}$$

2) ESTANQUE DE ACUMULACIÓN

2.a) VOLUMEN ÚTIL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1

El tanque para el anillo N°1 consta de 18 pto. De diálisis

Se calculará para una autonomía de servicio de un turno

Volumen útil= N°puntos x Qcp x N°horas por turno

Reemplazando valores, tendremos que..... Vu = 3780.00 lts

Luego, el volumen útil calculado será de..... Vu = 3.78 m3

se considerara un tanque de 4000 litros

2.a) VOLUMEN ÚTIL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2

El tanque para el anillo N°2 consta de 21 pto. De lavaderos de reuso

Se calculara para una autonomia de servicio de un turno

Volumen útil= Qcp x N°horas por turno

Reemplazando valores, tendremos que..... Vu = 990.00

Luego, el volumen útil calculado será de..... Vu = 0.99

se considerara un tanque de 1000 litros

El 67% es del sistema, si este compuesto por dos pasos se entiende que en el primer paso el factor de recuperación es de 69.00% y en el segundo paso es de 96.80%, por lo que la recuperación total es de 67% como sistema.

PRETRATAMIENTO

1) CAUDAL DE TRATAMIENTO:

se empleará el caudal de alimentación que sale de la cisterna de agua dura
Caudal de alimentación al día

QAB = 0.52 lt/s
QAB = 8.17 GPM

2) DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO

3.1) Datos de Diseño:

(-) Velocidad de filtración (flux)..... $V_{fm} = 8.0 - 15.0 \text{ gpm/ft}^2$
(-) Flux máximo..... $V_{fm \text{ máx}} = 15.00 \text{ gpm/ft}^2$

3.2) Cálculos

Área de Filtración (pie^2) = $\frac{Q_i \text{ (gpm)}}{V_f \text{ máx (gpm/ft}^2\text{)}}$
usando doble filtración
tiempo de contacto 5 a 10min
Reemplazando valores.....

$A_{fm} = 0.54 \text{ pie}^2$

Sabemos... $A = \frac{\pi \times D^2}{4}$ entonces.....

$D_{fm} = 0.83 \text{ pies}$
 $D_{fm} = 9.99 \text{ pulg}$

Se escoge comercialmente un Diámetro D_{fm}

$D_{fm} = 14.00 \text{ pulg}$

Corrigiendo el valor del Área de Filtración, tendremos...
volumen del medio filtrante

$A_{fm} = 1.07 \text{ pie}^2$
 $V = 3.03 \text{ pie}^3$
 $V_{fm} = 7.64 \text{ gpm/ft}^2$

Entonces, la Velocidad de Filtración será de.....

El cual se haya dentro del rango establecido.

Luego, se empleará (02) Filtro carbón activado en serie de operación simultaneo, cuyas dimensiones comerciales del tanque serán:

Diámetro (H) = 14"
Altura (H) = 65"

3) DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO DE FILTRO MULTIMEDIA

3.1) Datos de Diseño:

(-) Velocidad de filtración (flux)..... $V_{fm} = 8.0 - 15.0 \text{ gpm/ft}^2$
(-) Flux máximo..... $V_{fm \text{ máx}} = 15.00 \text{ gpm/ft}^2$

3.2) Cálculos

Área de Filtración (pie^2) = $\frac{Q_i \text{ (gpm)}}{V_f \text{ máx (gpm/ft}^2\text{)}}$

Reemplazando valores.....

$A_{fm} = 0.54 \text{ pie}^2$

Sabemos... $A = \frac{\pi \times D^2}{4}$ entonces.....

$D_{fm} = 0.83 \text{ pies}$
 $D_{fm} = 9.99 \text{ pulg}$

Se escoge comercialmente un Diámetro D_{fm}

$D_{fm} = 14.00 \text{ pulg}$

Corrigiendo el valor del Área de Filtración, tendremos...
volumen del medio filtrante

$A_{fm} = 1.07 \text{ pie}^2$
 $V = 3.03 \text{ pie}^3$
 $V_{fm} = 7.64 \text{ gpm/ft}^2$

Entonces, la Velocidad de Filtración será de.....

El cual se haya dentro del rango establecido.

Luego, se empleará (02) Filtro multimedia de operación alternada, cuyas dimensiones comerciales del tanque serán:

Diámetro (H) = 14"
Altura (H) = 65"

4) DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO ABLANDADOR DE AGUA

5.1) Datos de Diseño:

(-) Caudal a tratar	Qi = 0.52 lt/seg
	Qi = 490.23 gph
(-) Dureza del agua a tratar	[CaCO ₃] 448.67 ppm
(-) Equivalencia.....	1 grano/gln = 17.1 ppm CaCO ₃

5.2) Consideraciones:

(-) Cantidad de Tanques.....	# Tanq =	2.00	unid
(-) Diámetro comercial.....	Díaa =	14.00	pulg
(-) Instalación en paralelo			
(-) Funcionamiento alternado (c/tanque tratará el total de caudal que ingresa)			
(-) Capacidad de intercambio.....	30000	grano/pie³ =	15.00 lb sal / pie³ resina
(-) Tiempo de operación entre regeneraciones.....	T =	8.00	horas

5.3) Cálculo del volumen de resina (pie3):

$$\text{Vol. (pie3)} = \frac{\text{Caudal (gph)} \times \text{Dureza (grano/gln)} \times \text{Tiempo Operación (horas)}}{\text{Capacidad de Intercambio (grano/pie3)}}$$

Según equivalencia, la Dureza del Agua será de..... $[CaCO_3] = 26.24$ granos/gln

Reemplazando valores en la fórmula, tendremos..... **Vol = 3.43 pie3**

5.4) Dimensionamiento del Filtro:

Seleccionando un tanque comercial, tendremos que:

Diámetro = 14 pulg
Altura = 65 pulg

(-) Área de Filtración: $A_{faa} = (\pi \times D^2 / 4) \times H$ $A_{faa} = 1.07 \text{ pie}^2$

(-) Volumen total del tanque $V_{t\text{ faa}} = A_{\text{faa}} \times H$ $V_{t\text{ faa}} = 5.79 \text{ pie}^3$

(-) Vol. de resina equivalente al 55% del vol. total..... **Vr faa = 3.18 pie3**

Se observa que la capacidad disponible del tanque es mayor a la requerida para el tratamiento.

Luego; se empleará 02 tanques en funcionamiento alternado, cuyas dimensiones comerciales serán:

Diámetro (H) = 14"
Altura (H) = 65"

Debido a que no se están empleando bombas independientes para el pretratamiento, en este caso se abastece de la propia red del Hospital el cual cuenta con equipos de bombeos, según la especialidad de agua potable, y la ubicación de la planta, en el primer nivel cuenta con buena presión en el primer nivel, mayor a los 50mca.

34

DISEÑO DE LA RED HIDRÁULICA Y EQUIPOS DE BOMBEO PARA LA RED DE AGUA OSMOTIZADA-ANILLO N°1 SALA DE DIÁLISIS

DATOS PARA EL DISEÑO:

- a) equipo de hemodialisis :
Caudal unitario..... Qui.: 0.01 lps
Presión mínima requerida por el equipo 5.01 a 10 P= 15.00 mca
- c) Cota del nivel mínimo de agua en el tanque de osmis..... Cnma = 488.40 mt
- d) Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable..... Cpmd = 488.50 mt
- e) velocidad mínima 1.00 m/s en red de agua osmotizada

PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

Tomando en consideración las pérdidas de carga locales por accesorios según diámetro, tenemos:

Diámetro (pulg)	Diámetro (mm)	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula esférica	tee	Válv. Check	Codo 45°	VAL. PIE Y CANASTILLA
16	1/2	0.739	1.064	0.248	0.195	0.112	5.900	1.064	1.477	0.248	3.539
20	3/4	1.080	1.554	0.363	0.285	0.164	8.636	1.554	2.159	0.363	5.26
25	1	1.420	2.045	0.477	0.375	0.216	11.364	2.045	2.841	0.477	6.92
32	1 1/4	1.818	2.618	0.611	0.480	0.278	14.545	2.618	3.638	0.611	8.838
40	1 1/2	2.159	3.109	0.725	0.570	0.328	17.273	3.109	4.318	0.725	10.519
50	2	2.841	4.091	0.954	0.750	0.432	22.727	4.091	5.682	0.954	13.841
63	2 1/2	3.580	5.154	1.203	0.945	0.544	28.636	5.154	7.159	1.203	17.44
75	3	4.261	6.136	1.432	1.125	0.648	34.091	6.136	6.523	1.432	20.761
90	4	5.682	9.182	1.900	1.500	0.864	45.454	9.182	11.364	1.909	24.36
	6	8.523	12.273	2.881	2.250	1.295	68.182	12.273	17.045	2.884	27.682

Calculando la pérdida de carga total desde el difusor mas desfavorable hasta el cuarto de bombeo(sala de equipos)

PEX-A barrera anti ox		150	COBRE	140	A.INOX	120	
DN (pulg)	DN (mm)	D inte (1/2 pulg)	D int (mm)	D (pulg)	D inte (mm)		pulg
1/2	16	12.4	1/2	13.84			
3/4	20	16.2	3/4	19.95	3/4	20.93	
1	25	20.4	1	26.03	1	26.64	
1 1/4	32	26.2	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.380
1 1/2	40	32.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.610
2	50	40.8	2	50.41	2	52.5	2.067
2 1/2	63	51.4	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.470
3	75	61.4	3	74.79	3	77.92	3.068
3	90	73.6	4	99.22	4	102.26	4.026

3) **CAUDAL DE RECIRCULACIÓN.**
 Es el caudal no consumido que regresa al tanque, dicho caudal debe ser lo suficiente para que en la sección del diametro seleccionado el fluido retorne al tanque con una velocidad no menor a 1.00 m/s para evitar el riesgo de la formación del biofilm.

$$Qr = \frac{Vmin \pi \phi^2}{4}$$

tenemos:

Velocidad mínima (Vmin) 1 m/s

Diametro de recirculación (Ør) 32 mm

reemplazando tenemos:

Qr= 0.54 lps

tomaremos Qr= 0.60 lps

Temperatura del agua (°C)	15
Densidad (Kg/m3)	999.19
Viscosidad Dinamica (Kg/m.s)	0.001139
Ks(rugosidad absoluta en mm)	0.007

4) PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)																								
4.1) PERDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE																								
Tramo	P inicio	Qb	Qa	DN	DN	Veloc.	ACCESORIOS							Leq	L tub	L tot	Ks/D	N°	f	Hfric	Cota inicial	Cota final	P final	
	mca	(lts)	(lts)	(mm)	(mm)	(m/s)	Codo 90°	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula bola	Valv. Check	Codo 45°	(m)	(m)	(m)	Rugosidad relativa	De Reynolds	factor de fricción	(m)	(m)	(m)	mca
01-02	15.00	0.0167	0.6167	32	26.20	1.13	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.61E+04	0.0242	0.180	462.500	462.500	15.18
02-03	15.18	0.0167	0.6233	32	26.20	1.16	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.66E+04	0.0241	0.186	462.500	462.500	15.37
03-04	15.37	0.0167	0.6300	32	26.20	1.18	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	12.16	20.31	2.7E-04	2.71E+04	0.0240	1.313	462.500	462.500	16.68
04-05	16.68	0.0167	0.6467	32	26.20	1.20	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.76E+04	0.0239	0.198	462.500	462.500	16.88
05-06	16.88	0.0167	0.6533	32	26.20	1.22	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.81E+04	0.0237	0.205	462.500	462.500	17.08
06-07	17.08	0.0167	0.6700	32	26.20	1.24	2	1	0	0	0	0	0	0	4.51	1.50	6.01	2.7E-04	2.86E+04	0.0236	0.427	462.500	462.500	17.51
07-08	17.51	0.0167	0.6867	32	26.20	1.26	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.91E+04	0.0235	0.218	462.500	462.500	17.73
08-09	17.73	0.0167	0.6933	32	26.20	1.29	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.96E+04	0.0234	0.224	462.500	462.500	17.95
09-10	17.95	0.0167	0.7000	32	26.20	1.31	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	13.04	21.19	2.7E-04	3.01E+04	0.0234	1.646	462.500	462.500	19.60
10-11	19.60	0.0167	0.7167	32	26.20	1.33	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.06E+04	0.0233	0.238	462.500	462.500	19.84
11-12	19.84	0.0167	0.7283	32	26.20	1.35	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.11E+04	0.0232	0.245	462.500	462.500	20.08
12-13	20.08	0.0167	0.7400	32	26.20	1.37	2	1	0	0	0	0	0	0	4.51	1.50	6.01	2.7E-04	3.16E+04	0.0231	0.509	462.500	462.500	20.59
13-14	20.59	0.0167	0.7567	32	26.20	1.39	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.21E+04	0.0230	0.259	462.500	462.500	20.85
14-15	20.85	0.0167	0.7633	32	26.20	1.42	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.26E+04	0.0229	0.266	462.500	462.500	21.11
15-16	21.11	0.0167	0.7700	32	26.20	1.44	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	12.16	20.31	2.7E-04	3.31E+04	0.0228	1.865	462.500	462.500	22.98
16-17	22.98	0.0167	0.7867	32	26.20	1.46	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.36E+04	0.0226	0.280	462.500	462.500	23.26
17-18	23.26	0.0167	0.7933	32	26.20	1.48	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.41E+04	0.0227	0.288	462.500	462.500	23.53
18-E B	23.53	0.0167	0.8100	32	26.20	1.50	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	10.00	19.96	2.7E-04	3.46E+04	0.0226	1.982	462.500	462.500	25.33
															hf total					10.53				
Presión en el primer equipo debe ser menos a los 42 mca según estándares de equipos																								
Se verifica que el sistema brinde una distribución adecuada sin sobre pasar la presión de trabajo requerido en el primer equipo:																								
(Datos técnicos del equipo, presión de trabajo 5 a 42 mca)																								
Entonces, la pérdida de carga en la línea de distribución (impulsión) es de :																								
Se presenta el caudal total máximo para el sistema:																								
Variación de la presión entre el primer equipo y el último:																								
Variación de la presión entre el primer equipo y el último:																								

Entonces tenemos:

Hg = 0.10 mt (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

Hf tub = 16.03 mca (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 15.00 mt (valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de un Monitor de hemodiálisis)

Luego; la HDT calculada será de..... HDT = 31.1 mca

5) SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas..... De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad..... 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento..... Alternado
- d) Eficiencia hidráulica..... 65%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica)..... 85%

5.1)

Tendremos que:

(*) Caudal de bombeo total..... Qb = 0.81 lt/s

(*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba..... HDT' = 31.1 mca

Luego:

(*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba..... POTH' eb = 0.60 HP

(*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba..... POTE' eb = 0.71 HP

Características del equipo de bombeo:

Tabla N° 2: Equipo de bombeo para red de agua osmotizada del anillo N°1

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.81	lt/s
Altura Dinámica Total	31.13	m
Potencia motor aprox	0.71	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diametro de succión	40	mm
Diametro de impulsión	32	mm

Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán alternadamente, 01 de reserva.

DISEÑO DE LA RED HIDRÁULICA Y EQUIPOS DE BOMBEO PARA LA RED DE AGUA OSMOTIZADA-ANILLO N°2 SALA DE REUSO

a)	equipo de hemodialisis :				
	Caudal unitario.....				Qu: 0.01 lps
	Presión mínima requerida por lavadero 5.01 a 10				P= 15.00 mca
c)	Cota del nivel mínimo de agua en el tanque de osmis.....		Cnma =	488.40 mt	
d)	Cota de la tubería en el punto de salida más desfavorable.....		Cpmd =	488.60 mt	
e)	velocidad mínima 1.00 m/s en red de agua ostomizada				

PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

Tomando en consideración las pérdidas de carga locales por accesorios según diámetro, tenemos:

Díametro (mm)	Díametro	Codo	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula esférica	tee	Válv. Check	Codo 45°	VAL. PIEY CANASTILLA
20	1/2	0.739	1.064	0.248	0.195	0.112	5.900	1.064	1.477	0.248	3.559
25	3/4	1.080	1.554	0.363	0.285	0.164	8.636	1.554	2.159	0.363	5.26
32	1	1.420	2.045	0.477	0.375	0.216	11.364	2.045	2.841	0.477	6.92
40	1 1/4	1.818	2.618	0.611	0.480	0.278	14.545	2.618	3.638	0.611	8.858
50	1 1/2	2.159	3.109	0.725	0.570	0.328	17.273	3.109	4.318	0.725	10.519
63	2	2.841	4.091	0.954	0.750	0.432	22.727	4.091	5.682	0.954	13.841
75	2 1/2	3.580	5.154	1.203	0.945	0.544	28.636	5.154	7.159	1.203	17.44
90	3	4.261	6.136	1.432	1.125	0.648	34.091	6.136	8.523	1.432	20.761
4	4	5.682	9.182	1.900	1.500	0.864	45.454	9.182	11.364	1.909	24.36
6	6	8.523	12.273	2.881	2.250	1.295	68.182	12.273	17.045	2.881	37.682

Cálculando la pérdida de carga total desde el difusor mas desfavorable hasta el cuarto de bombeo(sala de equipos)

PEX-A barrera anti ox		150	COBRE	140	A.INOX	120	
DN (pulg)	DN (mm)	D inte (mm)	D (pulg)	D int (mm)	D (pulg)	D inte (mm)	pulg
1/2	16	12.4	1/2	13.84			
1/2	20	16.2	3/4	19.95		20.93	
3/4	25	20.4	1	26.03		26.64	
1	32	26.2	1 1/4	32.12	1 1/4	35.04	1.380
1 1/4	40	32.6	1 1/2	38.23	1 1/2	40.9	1.610
1 1/2	50	40.8	2	50.41	2	52.5	2.067
2	63	51.4	2 1/2	62.91	2 1/2	62.73	2.470
2 1/2	75	61.4	3	74.79	3	77.92	3.068
3	90	73.6	4	99.22	4	102.26	4.026

3) CAUDAL DE RECIRCULACIÓN.

Es el caudal no consumido y regresa al tanque, dicho caudal debe ser lo suficiente para que en la sección del diametro seleccionado el fluido retorne al tanque con una velocidad no menor a 1.00 m/s para evitar el riesgo de la formación del biofilm.

$$Qr = \frac{Vmin \pi \phi^2}{4}$$

tenemos:

Velocidad mínima (Vmin) 1 m/s

Diametro de recirculación (Ør) 32 mm

reemplazando tenemos:

Qr= 0.54 lps

tomaremos Qr= 0.60 lps

Temperatura del agua (°C)	15
Densidad (Kg/m3)	999.19
Viscosidad Dinamica (Kg/m.s)	0.001139
Ks(rugosidad absoluta en mm)	0.007

4) PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)																								
4.1) PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE																								
Tramo	P inicio	Qb	Qa	Di	Dinte	Veloc.	ACCESORIOS							Leq	L tub	L tot	Ks/D	N°	f	Hfric	Cota inicial	Cota final	P final	
mca	mca	(lts)	(lts)	(pulg)	(mm)	(m/s)	Codo 90°	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Váv. Check	Codo 45°	(m)	(m)	(m)	Rugosidad relativa	De Reynolds	factor de fricción	(m)	(m)	(m)	mca
01-02	15.00	0.00833	0.60833	32	26.20	1.13	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.63E+04	0.0242	0.094	464.000	464.000	15.09
02-03	15.09	0.00833	0.61667	32	26.20	1.14	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.63E+04	0.0241	0.097	464.000	464.000	15.19
03-04	15.19	0.00833	0.62500	32	26.20	1.16	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.68E+04	0.0240	0.099	464.000	464.000	15.29
04-05	15.29	0.00833	0.63333	32	26.20	1.17	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	8.47	16.62	2.7E-04	2.70E+04	0.0240	1.069	464.000	464.000	16.36
05-06	16.36	0.01667	0.65000	32	26.20	1.21	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.77E+04	0.0238	1.066	464.000	464.000	16.47
06-07	16.47	0.01667	0.66667	32	26.20	1.24	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.84E+04	0.0237	1.111	464.000	464.000	16.58
07-08	16.58	0.01667	0.68333	32	26.20	1.27	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.91E+04	0.0235	1.116	464.000	464.000	16.69
08-09	16.69	0.01667	0.70000	32	26.20	1.30	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	10.60	20.56	2.7E-04	2.98E+04	0.0234	1.578	464.000	464.000	18.27
09-10	18.27	0.00833	0.70833	32	26.20	1.31	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.02E+04	0.0233	0.101	464.000	464.000	18.37
10-11	18.37	0.00833	0.71667	32	26.20	1.33	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.08E+04	0.0233	0.103	464.000	464.000	18.47
11-12	18.47	0.00833	0.72500	32	26.20	1.34	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.09E+04	0.0232	0.106	464.000	464.000	18.58
12-13	18.58	0.00833	0.73333	32	26.20	1.36	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.13E+04	0.0231	0.108	464.000	464.000	18.69
13-14	18.69	0.00833	0.74167	32	26.20	1.38	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.16E+04	0.0231	0.110	464.000	464.000	18.80
14-15	18.80	0.00833	0.75000	32	26.20	1.39	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.20E+04	0.0230	0.112	464.000	464.000	18.91
15-16	18.91	0.00833	0.75833	32	26.20	1.41	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.23E+04	0.0230	0.114	464.000	464.000	19.02
16-17	19.02	0.00833	0.76667	32	26.20	1.42	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.27E+04	0.0229	0.116	464.000	464.000	19.14
17-18	19.14	0.00833	0.77500	32	26.20	1.44	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.30E+04	0.0228	0.119	464.000	464.000	19.26
18-E.B	19.26	0.00833	0.76667	32	26.20	1.42	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	35.00	44.96	2.7E-04	3.27E+04	0.0229	4.051	464.000	466.400	20.91
hf total																	8.31							

Presión en el primer equipo debe ser menores a los 42 mca según estándares de equipos

Se verifica que el sistema brinde una distribución adecuada sin sobre pasar la presión de trabajo requerido en el primer equipo:

(Datos técnicos del equipo, presión de trabajo 5 a 42 mca)

Entonces, la pérdida de carga en la línea de distribución (impulsión) es de :

Se presenta el caudal total máximo para el sistema:

Varación del caudal entre el primer equipo y el último:

Varación de la presión entre el primer equipo y el último:

hf'' = 8.31

Qt = 0.77 l/s

ΔP = 28.4% mca

ΔQ = 0.0% l/s

Presión en el primer equipo debe ser menores a los 42 mca según estándares de equipos **SICUMPLE**
Se verifica que el sistema brinde una distribución adecuada sin sobre pasar la presión de trabajo requerido en el primer equipo:
(Datos técnicos del equipo, presión de trabajo 5 a 42 mca)
Entonces, la pérdida de carga en la línea de distribución (impulsión) es de :
Se presenta el caudal total máximo para el sistema:
Variación del caudal entre el primer equipo y el último:
Variación de la presión entre el primer equipo y el último:

Hf = 8.31 mca
Qe = 0.77 lps
AP = 28.4% mca
AQ = 0.0% l/s

4.2) PERDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE SUCCIÓN							
Fricción en tuberías de succión							
Tramo	Caudal (l/s)	Longitud (l)	C HyW	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	V (m/s)	hf (m)
1	0.77	1.05	150	40	32.6	0.92	0.063
Total pérdida de carga por fricción							0.063
Pérdida de carga por accesorios							
Item	Accesorios	Cant	Di (pulg)	Di (mm)	Leq (m)	Q (l/s)	hk (m)
1	canastilla	1	40	32.6	10.52	0.767	0.478
2	válvula de compuerta	1	40	32.6	17.27	0.767	0.786
3	Tee con reducción	2	40	32.6	3.11	0.767	0.213
4	Codo	1	40	32.6	2.16	0.767	0.074
5	manómetro	1	40	32.6	0.80	0.767	0.027
Total pérdida de carga por accesorios							1.578
4.3) PERDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSIÓN:							
Fricción en tuberías							
Tramo	Caudal (l/s)	longitud (l)	C HyW	Diámetro (pulg)	Diámetro (mm)	V (m/s)	hf (m)
1	0.77	5.20	150	32	26.2	1.42	0.907
Total pérdida de carga por fricción							0.907
Pérdida de carga por accesorios							
Item	Accesorios	cant	Di (pulg)	Di (mm)	Leq (m)	Q (l/s)	hk (m)
1	válvula check	1	32	26.2	3.64	0.767	0.4797
2	válvula de compuerta	1	32	26.2	14.55	0.767	1.918
3	Tee con reducción	1	32	26.2	0.87	0.767	0.115
4	codo 90°	4	32	26.2	1.82	0.767	0.959
5	manómetro	1	32	26.2	0.80	0.767	0.105
Total pérdida de carga por accesorios							3.577
*Pérdida de carga total en la ruta crítica:					8.31	m	
*Pérdida de carga dentro del cuarto de bombas							
*Pérdida de carga en la línea de succión					1.64	m	
*Pérdida de carga en la línea de impulsión					4.48	m	
hftub=	14.44	valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable					

Entonces tenemos:

$H_g = 0.20 \text{ mt}$ (altura entre el punto de salida de agua más desfavorable y el nivel mínimo de agua en la cisterna)

$H_{f \text{ tub}} = 14.44 \text{ mca}$ (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

$P_s = 15.00 \text{ mt}$ (valor equivalente a la presión mínima para el funcionamiento de un lavadero de filtros)

Luego; la HDT calculada será de..... **HDT = 29.6 mca**

5) SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO

Considerando:

- a) Tipo de electrobombas..... De velocidad variable a presión constante
- b) Cantidad..... 01 EB operando + 01 EB stand by
- c) Funcionamiento..... Alternado
- d) Eficiencia hidráulica..... 65%
- e) Eficiencia del motor (efic. eléctrica)..... 85%

5.1)

Tendremos que:

- (*) Caudal de bombeo total..... $Q_b = 0.77 \text{ lt/s}$
- (*) Altura Dinámica Total para cada Electrobomba..... $HDT' = 29.6 \text{ mca}$

Luego:

- (*) Potencia hidráulica para cada Electrobomba..... **POT_{h'} eb = 0.50 HP**
- (*) Potencia eléctrica para cada Electrobomba..... **POT_{e'} eb = 0.59 HP**

Características del equipo de bombeo:

Tabla N° 2: Equipo de bombeo para red de agua osmotizada del anillo N°2

Tipo	Presión constante y velocidad variable	
Caudal / bomba	0.77	lt/s
Altura Dinámica Total	29.64	m
Potencia motor aprox	0.59	HP
Cantidad	2.00	Unid
Diametro de succión	40	mm
Diametro de impulsión	32	mm

Se requerirá de 02 electrobombas de presión constante y velocidad variable, funcionarán alternadamente, 01 de reserva.

Capítulo IV

Conclusiones

- El planteamiento arquitectónico es importante para el desarrollo de cálculo en cuanto a la longitud del anillo, puesto que entre más largas es la longitud del anillo las pérdidas de carga son más altas, por lo que, la ubicación de la sala de tratamiento y la sala de diálisis y/o reuso deben siempre estar lo más cercano posible.
- Dado que el caudal y presión, no son normativos, sino que dependen mucho de las fichas técnicas con cual se trabaje, para el proyecto se solicitó que se utilicen con los caudales descritos en los criterios de diseño, con estos datos se puede asegurar un funcionamiento eficiente.
- Teniendo en cuenta que el agua de abastecimiento para la sala de tratamiento de diálisis, proviene de un almacenamiento que cuenta con un sistema de aplicación de cloro y Ph, solo en este caso se considera la dureza del agua para la selección del equipo ablandador, para esto se tienen ensayos realizados que arrojaron una dureza total de 448.67 mg/l de CaCO_3 .
- El caudal de recirculación utilizado permite que la presión de entrada entre el primero y último equipo no sobre pasan ni están por debajo del rango de presión de trabajo de los monitores indicados por las fichas técnicas, además que este caudal determina un diámetro que lo hace favorable para la capacidad de la bomba y esta trabaje con una potencia eléctrica adecuada sin incrementar el consumo de energía eléctrica a lo largo del tiempo, ya que este equipo mantendrá recirculando el agua durante todo el día.

Recomendaciones

- El equipo de osmosis inversa generalmente cuando se tiene una buena calidad de agua antes de su ingreso, tiene un porcentaje de recuperación entre el 65% al 70%. Es recomendable por temas de diseño considerar el de menor recuperación en casos de que la calidad no sea buena y no haya déficit en el consumo de agua. Debido a que el proyecto es en Chile, y esta es abastecida de un tanque de regulación el cual es dimensionado con un volumen de 1300 L/cama/día el cual considera también el volumen para hemodiálisis, (valor estipulado en la RIDAA), la normativa Peruana, NTS 0.60, indica un volumen de 200 L/paciente/día, entonces da a entender que este es un valor consumido, y en términos de dotación este valor refiere al agua permeada, por lo que se le debe adicionar el volumen de rechazo para dimensionar el volumen de agua dura potable necesaria al día.
- Los datos de diseños deben ser debidamente justificados por las fichas técnicas, siempre dando un mayor valor a las condiciones mínimas que estas puedan requerir, y siempre que estén del rango máximo para un óptimo funcionamiento.
- Se recomiendan que los materiales tengan la calidad adecuada para los procesos de operación y mantenimiento del sistema como lo es la desinfección de los anillos de recirculación, ya sea por medio químico o calor.
- Dadas las condiciones de ubicación de la planta de tratamiento, en el primer nivel, por lo que la presión que abastece la planta de tratamiento está en el orden de 50.00 a 60.00mca, por lo que no se consideró un equipo de presión adicional, sin embargo, esta condición no siempre se puede dar, por lo que es recomendable abastecer a la planta de tratamiento con presión adecuada requerida por los equipos de tratamiento.

Referencias bibliográficas

- Sociedad Española de Nefrología, SEN. (2021). Guías de Gestión de Calidad del Líquido de Diálisis. España. Madrid.
- Fondo Nacional de Recursos (2007). Guía para el diseño de la Unidad de Hemodiálisis. Uruguay, Montevideo.
- Ministerio de Salud (2007). NTS N°060/ Minsa – DGSP-V.01 “Norma Técnica de Salud de la Unidad Productora de Hemodiálisis. Perú, Lima.
- Rafael Pérez Garcia, Patrocinio Rodriguez Benítez (2020). Calidad del líquido de diálisis y sus componentes: Agua y Concentrados. España, Madrid.
- Ministerio de salud (2019). Modifica el Decreto Minsal N°45 (2016), Norma que aprueba Reglamento sobre las prestaciones de diálisis y los establecimientos que las otorgan, Chile, Santiago.
- Robert L. Mott & Joseph A. Untener (2015). Mecánica de Fluidos – séptima edición. México
- Guerrero, Angulo José (1995). Ecuación modificada de Colebrook – White, Ingeniería hidráulica en México. Vol. X, Núm 1, págs., 43-48. Recuperado de: <https://docplayer.es/90489180-Ecuacion-modificada-de-colebrook-white.html>

Anexos

Anexo 1: Criterios de diseño de la especialidad de aguas tratadas del Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Salud de Chile.....	1
Anexo 2: Especificaciones técnicas.....	2
Anexo 3: Planos	3
Anexo 4: Fichas técnicas	4

Anexo 1:

**Criterios de diseño de la especialidad de aguas tratadas del
Ministerio de obras públicas y el Ministerio de Salud de Chile**



MINISTERIO DE SALUD
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CRITERIOS DE DISEÑO DE ESPECIALIDAD

AGUAS TRATADAS

**SEGUNDO PROGRAMA DE CONCESIONES
DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**
Marzo de 2020, Versión 2

INDICE

1. ASPECTOS GENERALES DE DISEÑO.....	3
1.1 Alcances	3
1.2 Normativa asociada	3
1.3 Caudales Requeridos	4
2. CRITERIOS DE DISEÑO	5
2.1 Generación de Aguas Tratadas	5
2.2 Tratamiento del Agua	7
2.2.1 Procesos tratamiento	7
2.2.2 Agua Tratada para Diálisis.....	8
2.2.3 Agua Tratada para Esterilización	10
2.2.4 Agua Tratada para Farmacia y Laboratorio.....	11
2.2.5 Agua Tratada para SEDILE	11
2.2.6 Agua Tratada para Sala DAN	11
2.2.7 Agua Tratada para Lavafondos de Pabellón	11
2.2.8 Agua Tratada para Lavachatas.....	12
2.2.9 Agua Tratada para Lavandería	12
2.2.10 Agua Tratada para Casino	12
2.2.11 Agua Tratada para Central de Alimentación	12
2.3 Monitoreo.....	12
2.4 Mitigaciones de Vulnerabilidad (seguridad sísmica).....	13
2.5 Requerimientos en Salas	14
2.6 Coordinación de Especialidades	14
2.6.1 Unidad Diálisis	15
2.6.2 Unidades de Agua Tratada Usos Clínicos y Procesos.....	16
3. MATERIALES Y EQUIPOS	18
3.1 Equipamiento Diálisis.....	18
3.2 Equipamiento Aguas Clínicas y Procesos.....	20
3.2.1 Agua Blanda.....	21
3.2.2 Agua Pura.....	21
3.3 Instalaciones	23
3.3.1 Instalaciones Diálisis	24
3.3.2 Instalaciones Usos Clínicos-Procesos	27
4. PRUEBAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	31

4.1	Pruebas	31
4.2	Operación	31
4.3	Mantenimiento.....	32
4.3.1	Mantenimiento Diálisis.....	32
4.3.2	Mantenimiento aguas clínicas-procesos	34

1. ASPECTOS GENERALES DE DISEÑO

A continuación, se entregan los aspectos generales del diseño de la infraestructura de aguas tratadas para los hospitales concesionados.

1.1 Alcances

Estos Criterios de Diseño de Aguas Tratadas se refieren a la infraestructura necesaria para generar aguas que requieren tratamiento para ser utilizadas en los procesos clínicos y no clínicos de hospitales concesionados.

El diseño de la infraestructura de aguas tratadas lo realizará el adjudicatario de la concesión respetando la normativa chilena relativa a la especialidad, por los que los presentes criterios de diseño son una referencia y recomendación, que se considerará como estándares mínimos cuando la norma no sea específica en algún aspecto técnico.

Sin perjuicio de lo anterior, el proyectista que designe el concesionario podrá proponer al respectivo Inspector Fiscal de la Concesión soluciones técnicas alternativas, manteniendo los estándares de calidad señalados en los presentes criterios de diseño.

Cuando lo recomendado difiera de lo señalado en la normativa nacional, prevalecerán los estándares de dicha normativa.

1.2 Normativa asociada

El diseño de la infraestructura de aguas tratadas del hospital concesionado se realizará considerando toda la normativa técnica nacional específica a la especialidad y las complementarias, relativas a materiales, equipos, instalaciones, procedimientos, entre otros.

A continuación, se mencionan las principales normativas asociadas a la especialidad de aguas tratadas, debiéndose sumar toda otra norma nacional que complemente la especialidad.

Normas Específicas

- Decreto Minsal N°45 del año 2016 Mod.2019, reglamento sobre las prestaciones de diálisis y los establecimientos que las otorgan.
- Norma General Técnica Minsal N° 199 sobre esterilización y desinfección en establecimientos de atención en salud.

Normas Complementarias

- D.S. Minsal N° 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- D.S. Minsal N° 50 de 2008, aprueba normas técnicas básicas para la obtención de autorización sanitaria de los establecimientos asistenciales.

- NCh 2510.Of2001, Tableros para instalaciones eléctricas en agua potable y alcantarillado
- NCh 3357 of. 2015, diseño sísmico sistemas no estructurales.
- NCh. 409, of.2005, agua potable.

Normativa Materiales y Equipamiento

Normas chilenas relativas a estanques, tuberías, piezas especiales, revestimientos, accesorios, artefactos, equipos de bombeo, equipos de control automático, entre otros, para instalaciones de aguas tratadas.

En general todas las normativas oficiales y de fabricantes relativas a materiales, ensayos, control de calidad, especificaciones, métodos constructivos y otros, relativos a instalaciones de aguas tratadas.

Normas Internacionales

Cuando la normativa chilena no aborde aspectos específicos del diseño de algún elemento de la infraestructura de aguas tratadas, ni tampoco los presentes criterios de diseño, el proyectista se podrá apoyar en criterios de normativas internacionales, adaptándolas a la realidad nacional.

- **ASTM 1193: Standard Specification for Reagent Water**
- Guías de Gestión de Calidad del Líquido de Diálisis de la Sociedad Española de Nefrología, SEN.
- Recomendaciones de la Real Farmacopea Española en lo concerniente a los requisitos de las aguas para diálisis.
- Recomendaciones de la European Pharmacopea en lo concerniente a los requisitos de las aguas para diálisis.
- Norma EN285 e ISO 17665 para procesos esterilización por vapor.
- Tratamiento del instrumental, Método correcto del instrumental AKI 2012.
- ISO 3696 agua para Laboratorio.
- USP 30 agua para Farmacia.

1.3 Caudales Requeridos

El proyectista deberá definir los puntos de consumo de aguas tratadas en el hospital, determinando caudales y calidad del agua, conforme a los requerimientos propios de los procesos clínicos y no clínicos, así como los requerimientos de los equipos utilizados.

La determinación de caudales deberá considerar los requerimientos instantáneos y volúmenes diarios, considerando la demanda del equipamiento previsto y un 30 % de holgura para seguridad de abastecimiento.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

Los presentes criterios de diseño se refieren a los elementos específicos y componentes de la infraestructura de aguas tratadas.

2.1 Generación de Aguas Tratadas

El proyecto de aguas tratadas deberá considerar salas de generación de aguas tratadas que permitan abastecer los distintos requerimientos del hospital.

Cada sala de generación de aguas tratadas deberá contemplar su acumulación, impulsión, tratamiento y distribución.

Se consideran las siguientes tipologías de aguas:

- **Agua Ultra Pura**

Agua desmineralizada, desionizada y filtrada, alcanzando exigentes niveles de conductividad y resistividad en el tratamiento. Corresponde a agua Tipo I, II y III de la Norma ASTM 1193.

Se utiliza para aplicaciones muy específicas en laboratorios y procesos que requieren máximo requisito de pureza.

- **AguaPura**

Agua desmineralizada, desionizada y filtrada. Corresponde a agua Tipo IV de la Norma ASTM 1193.

- **Agua Blanda**

Agua **desmineralizada** mediante sistema de osmosis inversa u otra metodología equivalente.

Las áreas del hospital que comúnmente requieren aguas tratadas son las que se muestran en el cuadro siguiente:

USO AGUA	AREA	CALIDAD AGUA
Diálisis	Diálisis	Pura y Ultra Pura
Clínico	Esterilización	Pura
	Laboratorio Clínico	Pura y Ultra Pura
	Pabellones	Pura
	Sala DAN	Pura
	Farmacia	Pura
	SEDILE	Pura
	Dental – Odontología	Blanda
	Rehabilitación	Blanda
	Lavachatas	Blanda
Procesos	Central Alimentación	Blanda
	Casino	Blanda
	Lavandería	Blanda

Notas:

DAN = Desinfección Alto Nivel

SEDILE=Servicio Dietético de Leche

Aquellos equipos que requieran una tipología de agua más exigente a la señalada para cada recinto podrán contar con sistemas de tratamiento propios o localizados.

La producción de agua para alimentar los tres tipos de usos: Diálisis, Clínicos y Procesos, deberá disponer de salas de agua cercanas a los puntos de suministro para minimizar la contaminación microbiológica.

Por lo general, se contemplan tres centrales de tratamiento de aguas:

- Central agua Ultra Pura cercana a Diálisis
- Central agua **Pura** cercana a Esterilización.
- Central de agua Blanda cercana a Central de Alimentación

No obstante, la cantidad de centrales y su ubicación dependerá de la ubicación de los puntos de consumo y optimización de la infraestructura.

El Concesionario deberá coordinar con otras especialidades, para que exista coherencia entre las instalaciones de aguas tratadas y sus requerimientos técnicos.

2.2 Tratamiento del Agua

2.2.1 Procesos tratamiento

Para el tratamiento del agua se realizan diversos procesos, describiéndose a continuación algunos de ellos:

Micro Filtración con filtro bacteriológico

Se empleará un sistema de micro filtración mediante mangas o cartuchos de 20 μm . Su uso evita la acumulación excesiva de sedimento fino en la parte inferior de equipos de pretratamiento que promueve el crecimiento microbiano.

Filtración en Profundidad

Su objetivo es retener material particulado en suspensión visible o que pueda conferir turbidez al agua ante eventos puntuales en la red **de agua** potable. La separación de las impurezas que contenga el agua se realizará mediante el proceso de filtración en profundidad, siendo retenidas en la superficie y en el interior del lecho filtrante.

Para eliminar las impurezas retenidas se realizará un **retro-lavado** del lecho mediante un temporizador comandado por la válvula cabezal del equipo.

Ablandamiento Del Agua

Su aplicación tiene como principal objetivo remover cationes divalentes presentes en el agua, **remover la dureza del agua que puede incrustar las membranas de ósmosis reversa, esto se logra eliminando los cationes divalentes** principalmente Ca^{+2} y Mg^{+2} (**dureza**), los cuales generan incrustaciones en diversos procesos tales como desmineralización por osmosis reversa e intercambios térmicos.

Filtración Con Carbón Activo

Su aplicación tiene como principal objetivo la eliminación de cloro **del agua que reaccionaría químicamente con la poliamida aromática (material con que se fabrican las membranas de ósmosis reversa) y las destruiría**, para el acondicionamiento del pretratamiento del agua de alimentación de equipos de osmosis inversa. **El carbón activado también** elimina gases disueltos en agua y compuestos orgánicos, que proporcionan olor, color y sabor, obteniéndose un agua clara, inodora e insípida.

Para eliminar las impurezas, eliminar carbón partido y homogenizar el lecho filtrante se realiza un retro lavado mediante un temporizador comandado por la válvula cabezal del equipo.

Desmineralización

Este proceso tiene como finalidad la eliminación de sales y compuestos disueltos en el agua. Para la obtención de agua desmineralizada se pueden aplicar diferentes metodologías y técnicas, obteniendo agua de diversas calidades respecto a parámetros físico químicos y microbiológicos.

Para la obtención de agua desmineralizada a utilizar en procesos clínicos se deberá aplicar las siguientes tecnologías:

- Osmosis Inversa de un paso o con segundo paso, para obtención de agua desmineralizada primaria con conductividad de 5 us/cm máximo.
- Equipo de Electro Desionización, para el pulido de agua desmineralizada primaria.

El proceso de tratamiento del agua para cada unidad dependerá de los requerimientos propios de la atención clínica, tal como el caso de aguas **tratadas** para diálisis y para otros requerimientos clínicos.

Se define aguas clínicas a aquellas requeridas por equipos médicos para el procesamiento de instrumental médico, artículos requeridos por pacientes y alimentación de equipos de laboratorio. Debido a la diversidad de aplicaciones los requerimientos de tipo de aguas son variables.

Las calidades de aguas estarán determinadas por los requerimientos indicados por la empresa que suministre el equipamiento.

Por su parte, se define a aguas de procesos a aquellas requeridas en procesos de lavado e intercambio de calor.

2.2.2 Agua Tratada para Diálisis

De acuerdo a la Normativa vigente detallada en el Decreto Minsal N° 45 de 2016 **Mod. 2019**, el agua empleada para hemodiálisis deberá cumplir con los valores máximos de los siguientes parámetros físico químicos indicados en el artículo 20 del decreto en referencia.

Aluminio	0.0100	mg/l
Antimonio	0.0060	mg/l
Arsénico	0.0050	mg/l
Bario	0.1000	mg/l
Berilio	0.0004	mg/l
Cadmio	0.0010	mg/l
Calcio	2.0000	mg/l
Cloraminas	0.1000	mg/l
Cloro total	0.1000	mg/l
Cobre	0.1000	mg/l
Flúor	0.2000	mg/l
Cromo	0.0140	mg/l
Magnesio	4.0000	mg/l
Mercurio	0.0002	mg/l
Nitratos	2.0000	mg/l
Plata	0.0050	mg/l
Plomo	0.0050	mg/l
Potasio	8.0000	mg/l
Selenio	0.0900	mg/l
Sodio	70.000	mg/l
Sulfatos	100.00	mg/l
Talio	0.0020	mg/l
Zinc	0.1000	mg/l

Tabla N°1, Componentes físico químicos, artículo 20 Decreto 45 diálisis

Según artículo 21 del decreto señalado, la conductividad máxima del agua a usar en hemodiálisis será de 5us/cm a 25°C. Sin embargo, en lugares donde la dureza de alimentación supere los 180 ppm de CaCO_3 se aceptará una conductividad de hasta 20us/cm a 25°C. Ante esta condición se privilegiará una menor conductividad de agua.

Para la generación de agua de diálisis se deberá emplear osmosis reversa de 1 o dos pasos (según requiera el sistema pulidor) y un sistema de Electrodesionización.

2.2.3 Agua Tratada para Esterilización

De acuerdo a la Norma Europea EN 285 y UNE ISO 17665 para calidad de agua de alimentación de generadores de vapor el agua deberá cumplir con los siguientes parámetros:

Residuos de evaporación	10	≤mg/L
Silicio Exp. como Sílice	1	≤mg/L
Hierro	0,2	≤mg/L
Cadmio	0,005	≤mg/L
Plomo	0,005	≤mg/L
Cloruro	0,1	≤mg/L
Conductividad	5	≤μS/cm
Fósforo Exp. Como Fosfato	0,01	≤mg/L
Dureza Total	0,02	≤mmol/L

Tabla N°2, Componentes físico químicos para agua de alimentación

Sin embargo, fabricantes de lavadoras termo desinfectadoras recomiendan efectuar último ciclo de lavado de instrumental con agua **pura, recomendándose componentes físico químicos según recomendaciones de Tratamiento del instrumental, Método correcto del instrumental AKI 2012 agua purificada:**

Componente Físico Químico	Valor	Unidad
Residuos de evaporación	5	≤mg/L
Silicio Exp. como Sílice	1	≤mg/L
Sales de Sodio	1	<mg/L
Cloruro	1	<mg/L
Conductividad	3	≤μS/cm
Fósforo Exp. Como Fosfato	0,01	≤mg/L
Dureza Total	1	<mg/L

Tabla N°3, Componentes físico químicos **agua purificada tratamiento** del instrumental

Para reducir posibilidad de manchas en el instrumental se recomienda emplear solo agua **pura** en la alimentación de agua de lavadoras de instrumental.

Para lavado manual de instrumental se **debe usar** agua blanda.

2.2.4 Agua Tratada para Farmacia y Laboratorio

Para Farmacia y Laboratorio se deberá considerar agua ultrapura.

Se deberá considerar producción de agua desmineralizada con osmosis simple o con segundo paso y electrodesionización. Para esta unidad es fundamental el control microbiológico por lo cual se deberá disponer de sistema UV y filtro bacteriológico. Para **Laboratorio se considerarán los valores señalados en Norma ISO 3696 para agua tratada tipo 2 y para Farmacia los valores señalados en USP 30: Farmacopea de los Estados Unidos de América, señalados en la siguiente tabla:**

PARAMETRO	AGUA TIPO 2, USO EN LABORATORIO, ISO3696	AGUA PURIFICADA, USO EN FARMACIA, USP 30
Silicio Exp. como Sílice ≤mg/L	0,02	--
Carbono Orgánico Total (TOC) ≤mg/L	--	0,5
Cloruro ≤mg/L	0,1	--
Conductividad ≤μS/cm @25°C	1	1,3
Microbiología UFC/ml	--	<100

Tabla N°4, Componentes físico químicos y microbiológicos según recomendaciones ISO 3696 y UPS 30.

2.2.5 Agua Tratada para SEDILE

De acuerdo a requerimientos de fabricantes de lavadoras se puede emplear agua desmineralizada (**blanda**) obtenida por equipos de osmosis con una conductividad ≤15μS/cm.

Dado que el proceso de esterilización para Sedile no se efectúa sobre instrumental médico susceptible a corrosión no requiere agua de menor conductividad. También se puede requerir de agua blanda para preparación de formula y lavado.

2.2.6 Agua Tratada para Sala DAN

Para proceso de Desinfección de Alto Nivel se deberá usar agua blanda declarada o desmineralizada por osmosis de 1 paso con una conductividad ≤15μS/cm, lo que dependerá del proveedor de equipos.

Para el uso de agua blanda se deberá disponer de un set de filtración con elementos descartables de carbón activado, 5 um, 1 um y filtro bacteriológico de 0,2 um, se debe confirmar con la especialidad.

2.2.7 Agua Tratada para Lavafondos de Pabellón

Para el proceso de lavado primario de instrumental quirúrgico realizado en lavafondos de pabellón del recinto de acopio de instrumental sucio se deberá usar agua desmineralizada.

2.2.8 Agua Tratada para Lavachatas

Para el proceso limpieza de chatas se deberá considerar uso de agua blanda, evitando así depósitos calcáreos y manchas sobre las superficies metálicas del equipo y chatas.

2.2.9 Agua Tratada para Lavandería

Para el proceso de lavado se requiere fijar una dureza máxima para la eficiencia de los tensoactivos empleados. Se deberá considerar el uso de agua blanda para el suministro de esta unidad **hospitalaria**.

2.2.10 Agua Tratada para Casino

Para esta unidad se debe considerar el suministro de agua blanda para **todos** los equipos **y procesos que lo requieran, tal como:** Lavavajillas áreas de desconche pacientes, Lavavajillas áreas de autoservicio, **entre otros**.

2.2.11 Agua Tratada para Central de Alimentación

Para esta unidad se debe considerar el suministro de agua blanda para **todos los equipos que lo requieran, tal como:** Hornos, Sarten Basculante, Marmita, Baño María-Salad bars, **entre otros**.

2.3 Monitoreo

El Proyecto de Control Centralizado para Aguas Tratadas, tiene como finalidad monitorear las principales variables de la provisión de agua tratada, incluyendo: alimentadora de estanques, niveles de estanques, funcionamiento de bombas, presiones en distribución, entre otros.

Por lo cual se debe proveer, los elementos y/o equipos necesarios para las actuaciones y toma de señales en forma remota y local, para estos fines se podrán utilizar PLC (programmable logic controller), controladores especializados u otros equipos, que contengan un protocolo abierto.

Los elementos y/o equipos utilizados deben considerar que puedan actuar en forma autónoma en ausencia o pérdida de comunicaciones con el control centralizado, así como también su fuente de alimentación debe considerar una autonomía de a lo menos de 1 hora, sea esta propia o suministrada a través de una red respaldada, inmune a los transientes de voltaje, micro cortes y armónicos

Las variables que se monitorearán las definirá el proyectista, previa conformidad del Inspector Fiscal.

El Proyecto de Control Centralizado de aguas tratadas tiene como finalidad el control y monitoreo de las salas para generación, acumulación e impulsión de las aguas tratadas requeridas por la especialidad, establecidas como diálisis y aguas clínicas – procesos, incluyendo sin ser exhaustivos:

- Partida y parada de bombas,
- Totalizadores de volumen,
- Medidores de nivel en estanques
- Medidores de calidad de las aguas
- Presión
- Caudal
- Tiempos de operatividad de cada equipo
- Manipulación manual
- Manipulación automática
- Fuera de servicio
- Alarmas
- Etc.

2.4 Mitigaciones de Vulnerabilidad (seguridad sísmica)

El diseño sísmico del equipamiento debe considerar todos sus componentes, apoyos, estructuras de soporte e interacción con otros sistemas, **conforme a Criterios de Diseño Elementos No Estructurales**.

Los anclajes, fijaciones, soportes, abrazaderas, arriostres, colgadores y elementos de sujeción de componentes o sistemas no estructurales, deben ser diseñados considerando sistemas que resguarden al edificio de la vulnerabilidad sísmica, debiendo ser detallados y su diseño respaldado mediante memoria de cálculo como parte del proyecto de cálculo de elementos no estructurales del hospital.

Debe quedar claramente establecida y demostrada la seguridad sísmica del equipamiento que contenga sustancias peligrosas.

Los equipos mecánicos deben protegerse sísmicamente para evitar el volcamiento, deslizamiento y el choque con otros elementos.

Los sistemas deben ser provistos de arriostramientos que le permitan resistir las sollicitaciones sísmicas longitudinales y transversales. Además, deben existir elementos para prevenir el movimiento vertical resultante de la acción de dichas cargas. Los elementos estructurales de apoyo deben estar diseñados para resistir las cargas transmitidas. No se permitirá el apoyo en elementos no estructurales.

El concesionario deberá incorporar en los planos generales cada componente de las plantas de aguas, líneas de distribución, paso de líneas por juntas de dilatación, descargas de aguas de descarte, tomas eléctricas y tableros de fuerza y control. Estos deberán ser visados por el Inspector Fiscal con fin de garantizar la contención de riesgos.

Dado que todos los componentes de la especialidad son catalogados como no estructurales, deberán presentar un nivel de protección adecuado para asegurar su continuidad en el funcionamiento ante actividad sísmica y su interacción con otros sistemas. Para ello deberán ofrecerse las respectivas soluciones de protección y anclaje, respaldadas con las memorias de cálculo de dichas propuestas.

Para el caso de los estanques de acumulación se deberá disponer de juntas flexibles a la salida de ellos. Según las capacidades se deben proporcionar datos de pesos en servicio y superficies de apoyo para realizar cálculos de resistencia de la losa donde será instalado.

Para las redes de distribución se deberá considerar tanto las deformaciones por dilatación térmica como la variación por movimientos sísmicos.

Los ductos, cañerías y canalizaciones eléctricas deben estar apoyados en forma independiente del cielo falso.

Las soluciones de juntas flexibles y anclaje presentadas deberán ser respaldadas con las respectivas memorias de cálculo.

Los trazados de ductos, cañerías y canalizaciones eléctricas deben ubicarse a no menos de 1.5 metros de los aisladores sísmicos, de modo de permitir el acceso para inspección de los aisladores.

No se permitirá el apoyo en elementos no estructurales.

2.5 Requerimientos en Salas

Las salas de aguas tratadas deberán contar con una canaleta perimetral para evitar inundación y rebase de agua a otros recintos ante eventual rotura de cañerías.

En la línea de alimentación de cada sala de agua se deberá disponer de un totalizador de volumen de manera que permita tener un control del consumo real de agua. Deberá contar con emisor de pulsos para tener registro remoto del consumo de agua.

Debido a que las unidades a alimentar son críticas, el concesionario deberá considerar sistemas de bombeos en configuración 1+1.

El concesionario deberá calcular la capacidad de las bombas de alimentación a cada unidad de acuerdo a los requerimientos de caudal instantáneo, manteniendo una presión de 2 bar como mínimo en el punto más distante.

Los equipos ablandadores en los grupos de tratamiento deberán ser del tipo Duplex para así asegurar la continuidad de abastecimiento de agua blanda.

Los estanques de acumulación deberán ser de fondo cónico para facilitar los procesos de limpieza.

Todos los sistemas de aguas tratadas deberán proporcionar señales remotas a una central de control de parámetros como niveles críticos de agua, conductividad, fallas térmicas y baja presión cuando corresponda.

2.6 Coordinación de Especialidades

Se requiere coordinar la infraestructura de aguas tratadas con las otras especialidades: arquitectura e infraestructura (instalaciones eléctricas, **sanitarias**, corrientes débiles, equipos críticos y otros).

La coordinación de las especialidades se deberá realizar en BIM (Building Information Modeling).

Se requiere que todos los dispositivos que conforman la instalación de aguas tratadas se identifiquen mediante códigos en los planos del proyecto, para que posteriormente, en la ejecución de la obra, sean adecuadamente rotulados.

El proyecto deberá coordinarse al menos con los equipos de trabajo de las especialidades de equipamiento médico, arquitectura, instalaciones de control centralizado e instalaciones eléctricas.

En general, el Concesionario, deberá velar por que el proyecto logre relacionarse de forma efectiva con todas las otras especialidades que sean pertinentes para el correcto funcionamiento de los equipos dependientes de las redes de aguas tratadas.

2.6.1 Unidad Diálisis

Para la unidad de Diálisis se consideran tres recintos que deberán ser coordinados con otras especialidades.

ESPECIALIDAD	DIALISIS		
	SALA DE AGUA	SALA REUSO	SALA PACIENTES
INSTALACION DE EQUIPOS Y EQUIPAMIENTO	La especialidad proporciona la información de cantidad de equipos y tipo de agua de alimentación, requerida para que el concesionario dimensione las plantas de agua y detalles de red de distribución.		
CLIMA	La sala debe mantener una temperatura inferior a 25°C.	Se especifica la renovación de aire en el área de trabajos.	Área climatizada.
CONTROL CENTRALIZADO	Se debe establecer con la especialidad el tipo de señal requerido para transmisión de datos de control. Controles de PH,conductividad,cloro,dureza etc	Se considera señales de conductividad.	Se instalará un conductivímetro en la estación de enfermería para monitoreo continuo.
ELECTRICIDAD	De acuerdo a especificaciones de los equipos, la especialidad deberá suministrar la potencia requerida para alimentación de sistema de bombeo y equipos. La sala deberá contar con alimentación de energía de respaldo.		

ARQUITECTURA	La sala deberá ser cerrada, de material liso, lavable no absorbente. Se recomienda instalación de canaleta central (en caso de piso con pendiente) o perimetral (para piso liso) para evitar inundación de otras áreas en caso de rotura de cañerías. Se debe considerar una bodega aislada para acumulación de sal para uso en ablandadores. Disponer anchos de puertas adecuados para el ingreso de pale con dicho insumo. El concesionario debe coordinar con la especialidad requerimiento de tabiques móviles y distancia de vanos para ingreso de estanques de acumulación de agua.	Piso, paredes y cielo de material liso, lavable no absorbente. Los revestimientos internos antideslizantes, impermeables, lavables y resistentes a los desinfectantes utilizados. Se deberá contar con ducha teléfono para derrames.	Debe contar con pisos y superficies lisas, lavables, no absorbentes ni adsorbentes. Se debe dar una solución a la canalización y tomas de alimentación de monitores en sala de pacientes. Considerar tabiques móviles o puertas con distancia suficiente para ingreso de estanques de aguas.
AGUA POTABLE	De acuerdo a especificaciones de proyectista deberá suministrar la dotación de agua requerida para el proceso. Deberá considerar líneas de desagües para agua de descarte y lavados		
CALCULO ESTRUCTURAL	Se deberá informar sobre pesos y superficies de estanques de acumulación		
NO ESTRUCTURAL	La especialidad deberá visar soportes de redes de distribución y anclajes de equipos.		

2.6.2 Unidades de Agua Tratada Usos Clínicos y Procesos

Para las unidades que utilizan aguas de uso clínico o de procesos se debe realizar la coordinación con las siguientes especialidades:

ESPECIALIDAD	AGUAS CLINICAS- PROCESOS
INSTALACION DE EQUIPOS Y EQUIPAMIENTO	La especialidad proporciona la información de cantidad de equipos y tipo de agua de alimentación, requerida para que el concesionario dimensione las plantas de agua y detalles de red de distribución.
CLIMA	La sala debe mantener una temperatura inferior a 25°C.
CONTROL CENTRALIZADO	Se debe establecer con la especialidad el tipo de señal requerido para transmisión de datos de control.
ELECTRICIDAD	De acuerdo a especificaciones de los equipos, la especialidad deberá suministrar la potencia requerida para la alimentación de sistema de bombeo y equipos. La sala deberá contar con alimentación de energía de respaldo.
ARQUITECTURA	La sala deberá ser cerrada, de material liso, lavable no absorbente. Se recomienda instalación de canaleta central (en caso de piso con pendiente) o perimetral (para piso liso) para evitar inundación de otras áreas en caso de rotura de cañerías. El concesionario debe coordinar con la especialidad requerimiento de tabiques móviles y distancia de vanos para ingreso de estanques de acumulación de agua. Se debe considerar una bodega aislada para acumulación de sal para uso en ablandadores. Disponer anchos de puertas adecuados para el ingreso de pale con dicho insumo.
AGUA POTABLE	De acuerdo a especificaciones del proyecto del concesionario la especialidad deberá suministrar la dotación de agua requerida para el proceso. Deberá considerar líneas de desagües para agua de descarte y lavados.
CALCULO ESTRUCTURAL	Se deberá informar sobre pesos y superficies de estanques de acumulación.
NO ESTRUCTURAL	La especialidad deberá visar soportes de redes de distribución y anclajes de equipos.

3. MATERIALES Y EQUIPOS

La especificación de materiales y equipo que se realiza en los presentes criterios de diseño son una referencia. El proyectista podrá proponer otras materialidades, siempre y cuando estas cumplan con equivalencia técnica o su calidad sea superior, lo cual debe ser acreditado ante el Inspector Fiscal de la concesión de obra pública.

Todos los materiales que utilice el concesionario deberán contar con las certificaciones de organismos públicos competentes, que permiten su uso en Chile.

Los materiales y equipos deben ser de reconocida calidad, con suministro a nivel nacional con adecuado stock y servicio post venta reconocido y establecido.

Cuando se indica una marca de referencia se refiere a los estándares de calidad de los materiales y funcionalidad de los equipos asociados, pudiendo el concesionario optar siempre por equivalentes técnicos.

3.1 Equipamiento Diálisis

El equipamiento requerido para producir agua desmineralizada para diálisis esta normado por el Decreto Minsal N°45 de 2016. Esta agua se denominará Agua Ultra Pura.

Considerando que es una unidad critica, hay que minimizar los riesgos de fallo en la generación y suministro de agua, debiendo ser completamente automática minimizando la intervención de operadores.

Por tal razón deberá contar de los recursos necesarios para alarmar fallos y actuar con la celeridad pertinente.

Suministro de agua

Dado que el hospital se proyecta con un sistema de distribución de agua que asegura un caudal y presión óptimos para el funcionamiento de cada unidad no se dispondrá de estanque de acumulación de agua cruda de alimentación.

Se dispondrá de un totalizador de agua con emisor de pulsos magnéticos para registrar el consumo general de la planta.

Filtración primaria

El Concesionario instalará un sistema de filtración mediante elementos descartables de 20 um para retener particulado fino presente en el agua de red. Se considerará la cantidad necesaria para mantener el suministro de agua mientras se efectúa el cambio de las unidades.

Filtro en profundidad

Se instalará un filtro en profundidad de retrolavado automático, cuya programación de retrolavado se efectuará mediante temporizador.

Ablandadores de agua

Se considerará dos ablandadores de agua Duplex con la opción de trabajo en paralelo para mantener el suministro de agua en forma constante.

Filtro de Carbón Activado

Se instalará un filtro de carbón activo duplex de retrolavado automático, cuya programación de retrolavado se efectuará mediante temporizador.

Filtro pulido

Se deberá disponer de un filtro de pulido de 5um previo a la unidad de osmosis, con el fin de proteger la bomba de alta presión y las membranas de osmosis del ingreso de particulado proveniente del filtro de carbón activado.

Unidad de osmosis Inversa

Se deberá disponer de un equipo de osmosis inversa de uno o dos pasos capaz de proporcionar el agua de la calidad adecuada y caudal suficiente para ser pulida y posteriormente acumulada y bombeada a través del loop de recirculación.

Para su dimensionamiento se considerará un consumo de 700 ml por monitor y 500 ml para reuso.

Como equipo pulidor se podrá emplear equipos del tipo electro desionizador. Dependiendo de sus requerimientos se determinará si se necesita una osmosis simple o de doble paso.

Estanques de acumulación

Los estanques de acumulación deberán ser herméticos, con tapa de registro superior.

Material acero inoxidable 316L, base cónica, aristas redondeadas, equipado con filtros de venteo antibacteriano de 0,2 um hidrófugo.

Se debe dimensionar el estanque para tener autonomía de un turno de diálisis. También se recomienda disponer de dos estanques de manera que alimenten en forma independiente a pacientes y otra a la sala de reuso.

Debe disponer de sensores de nivel que permitan transmitir la señal en forma remota.

Este deberá ser de acero inoxidable 316L o bien de material no degradable, resistente a los químicos empleados en los procesos de sanitización.

Deberá contar con línea de rebase que permita la eventual liberación de agua, en caída libre a la canaleta de la sala. El sistema debe presentar un sello que evite flujo de aire al interior del estanque. El estanque tendrá válvula de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Sistema de control microbiológico

Se deberá considerar un sistema UV que permita irradiar 40 mJ/cm² como mínimo.

Filtros de 0,1 µm nominal y otro de 0,2 µm absoluto. Cada uno debe disponer de manómetros a su entrada y salida.

Este sistema se debe disponer a la salida de estanque de acumulación.

Sistema de distribución

El sistema estará compuesto por el grupo de bombeo de agua tratada. Deberá disponer de 2 bombas para sala de reuso y 2 bombas para sala de pacientes. Su configuración será de 1+1 y rotación automática de bombas con el menor tiempo posible de alternancia.

Las bombas deben ser de acero inoxidable 316 L.

La red de distribución de agua tratada deberá estar hecha con material inerte que no desprenda sustancias tóxicas, opacos y resistente a productos químicos empleados en proceso de sanitización. Se recomienda el uso de polietileno PEX A con barrera anti oxígeno y fitting de plástico, para minimizar los puntos de unión en el sistema.

El loop de agua que alimenten los monitores de hemodiálisis la red se realizará sin puntos muertos y con recirculación constante, a depósitos de acumulación, de flujo turbulento >1 m/s, que dificulte la proliferación de focos contaminantes. Las distribuciones de tomas hacia monitores deberán ejecutarse dentro de tabiques desmontables o muebles que permitan el acceso al loop y derivaciones, de manera que permitan la fácil intervención de trabajos que puedan requerirse.

En zonas de bajadas o retorno se pueden emplear canaletas tipo Legrand para proteger líneas de agua.

Para lavado de filtros se recomienda la distribución se realice con retorno a estanque para reuso, para evitar accidentes ante eventual contaminación de los depósitos con productos utilizados en el lavado.

3.2 Equipamiento Aguas Clínicas y Procesos

El equipamiento requerido para producir agua clínica estará dividido en dos grupos: Agua Blanda y Agua Desmineralizada.

Se debe considerar que algunas de las unidades son críticas por lo cual hay que minimizar los riesgos de fallo en la generación y suministro de agua, debiendo ser completamente automática minimizando la intervención de operadores.

Deberá contar de los recursos necesarios para alarmar fallos y actuar con la celeridad pertinente.

Suministro de agua

Dado que el hospital cuenta con un sistema de distribución de agua que asegura un caudal y presión óptimos para el funcionamiento de cada unidad no se dispondrá de estanque de acumulación de agua de alimentación.

Se dispondrá de un totalizador de agua con emisor de pulsos magnéticos para registrar el consumo general de la planta.

Filtración primaria

Se instalará un sistema de filtración mediante elementos descartables de 20um para retener particulado fino presente en el agua de red.

Se considerará la cantidad necesaria para mantener el suministro de agua mientras se efectúa el cambio de las unidades.

3.2.1 Agua Blanda

Se requerirá Agua Blanda para Central de Alimentación, Casino, Lavandería, Odontología, Rehabilitación, Lavachatas, y otros requerimientos que defina el proyecto.

Se considerará la generación de agua blanda con dos equipos ablandadores dúplex con la opción de trabajo en paralelo para mantener el suministro de agua en forma constante.

Los cuerpos de los ablandadores deberán ser de fibra de vidrio recubierto de polietileno, resistente a una presión máxima de 150 psi.

Esta agua será acumulada en 2 estanques, de preferencia fondo cónico. Dimensión de estanques estará dado por cálculo de proyectista según consumos de equipamiento.

3.2.2 Agua Pura

Se requerirá Agua **Pura o** Desmineralizada para Esterilización, Pabellones, Laboratorio Clínico, Sala DAN, Farmacia, **SEDILE** y otros requerimientos que defina el proyecto.

En el caso de Pabellones se requerirá agua desmineralizada para recinto de acopio de instrumental sucio.

Se considerará como pretratamiento la generación de agua blanda con dos equipos ablandadores dúplex con la opción de trabajo en paralelo para mantener el suministro de agua en forma constante.

Filtro en profundidad

Se instalará un filtro en profundidad de retrolavado automático, cuya programación de retrolavado se efectuará mediante temporizador.

El cuerpo del filtro deberá ser de fibra de vidrio recubierto de polietileno, resistente a una presión máxima de 150 psi.

Filtro de Carbón Activado

Se instalará un filtro de carbón activo dúplex de retrolavado automático, cuya programación de retrolavado se efectuará mediante temporizador.

El cuerpo del filtro deberá ser de fibra de vidrio recubierto de polietileno, resistente a una presión máxima de 150 psi.

Filtro pulido

Se deberá disponer de un filtro de pulido de 5um previo a la unidad de osmosis, con el fin de proteger la bomba de alta presión y las membranas de osmosis del ingreso de particulado proveniente del filtro de carbón activado.

Unidad de osmosis Inversa

Se deberá disponer de un equipo de osmosis inversa de uno o dos pasos capaz de proporcionar el agua de la calidad adecuada y caudal suficiente para ser pulida y posteriormente acumulada y bombeada a través del loop de recirculación.

Manómetros antes y después del filtro de pulido.

Manómetro a la entrada de las membranas y en línea de rechazo.

Flujómetro en líneas de permeado y rechazo.

Conductivímetro en la salida del permeado.

Válvula de muestreo.

Como equipo pulidor se podrá emplear equipos del tipo electrodesionizador. Dependiendo de los requerimientos de éste se determinará si se necesita una osmosis simple o de doble paso.

Estanques de acumulación

Los estanques de acumulación deberán ser herméticos, con tapa de registro superior. Material inerte, no corrosivo, atóxico, no adsorbente, no absorbente, opacos, base cónica, aristas redondeadas, equipado con filtros de venteo antibacteriano de 0,2 um hidrófugo. Debe disponer de sensores de nivel que permitan transmitir la señal en forma remota.

Este deberá ser de acero inoxidable 316L o bien de material no degradable, resistente a los químicos empleados en los procesos de sanitización.

Deberá contar con línea de rebase que permita la eventual liberación de agua, en caída libre a la canaleta de la sala. El sistema debe presentar un sello que evite flujo de aire al interior del estanque. El estanque tendrá válvula de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Sistema de control microbiológico

Se deberá considerar un sistema UV que permita irradiar 40 mJ/cm² como mínimo.

Filtros de 0,1 um nominal y otro de 0,2 um absoluto

Este sistema se debe disponer a la salida de estanque de acumulación.

Sistema de distribución

El sistema estará compuesto por el grupo de bombeo de agua clínicas. Deberá disponer de bombas para agua blanda y bombas para desmineralizada. Su configuración será de 1+1 y la rotación automática con el menor tiempo posible de alternancia.

Las bombas deben ser de acero inoxidable 316 L.

La red de distribución de agua tratada deberá estar hecha con material inerte que no desprenda sustancias tóxicas, opacos y resistente a productos químicos empleados en proceso de sanitización. Se recomienda el uso de PPR PN16 con terminales no metálicos, PVC Sch80 o polietileno PEX con barrera anti oxígeno y fitting de plástico, para minimizar los puntos de unión en el sistema.

El loop de agua que alimenten los equipos clínicos se realizará sin puntos muertos y con recirculación constante, a depósitos de acumulación, de flujo turbulento con velocidad >1 m/s, que dificulte la proliferación de focos contaminantes

3.3 Instalaciones

Las instalaciones de los equipos de pretratamiento para la especialidad de aguas tratadas se podrán efectuar en PPR PN 16 o PVC Sch 80. Los diámetros de alimentación deberán ser respaldados con su respectiva memoria de cálculo.

Se deberá considerar en el diseño de la sala las distancias adecuadas para que personal pueda realizar mantención de los equipos.

Las redes de distribución de agua desmineralizada para las unidades que las requieran se deberán realizar en PVC Sch 80 o PEX-A con barrera anti difusión de oxígeno con ausencia de conexiones metálicas, a excepción de acero inoxidable 316. Los diámetros a emplear deberán ser respaldados por sus respectivas memorias de cálculo, procurando mantener una correcta velocidad y presiones mínimas requeridas.

Las líneas de distribución se deben guiar por pasillos debidamente identificadas, destinados al transporte de redes húmedas. La subida entre pisos se debe efectuar por Shaft de distribución, con anclajes adecuados y juntas de expansión.

La ramificación de las redes se deberá hacer en circuitos cerrados con válvulas de corte sectorizados para evitar cortes generales ante reparaciones.

Se debe evitar el paso de líneas de agua por zonas críticas como UPC, Pabellones, áreas de equipos de alto costo.

Se debe evitar pasos por juntas de dilatación de edificios, en caso contrario se deberá disponer de liras o juntas flexibles debidamente calculadas en base a la dilatación.

Se recomienda una red de distribución con retorno para agua desmineralizada de laboratorio y farmacia para así evitar la contaminación microbiológica.

El concesionario deberá considerar los Criterios de Diseño de la especialidad eléctrica para instalación de equipamiento, bombas y tableros de fuerza y control.

3.3.1 Instalaciones Diálisis

Para el desarrollo de la planta de agua de diálisis el Concesionario deberá considerar componentes con características técnicas mínimas que se indican a continuación. Se podrán proponer alternativas de igual o superiores prestaciones técnicas:

Medidor totalizador

Contador de volumen de diámetro y caudal nominal adecuado según caudal de trabajo determinado por concesionario. Este debe emitir una señal remota para el monitoreo de consumo de la planta de agua.

Micro Filtración

Sistema de filtración doble para trabajo en paralelo, compuesto por carcasa multifiltro o de manga, de diámetros y capacidades de filtración en conjunto un 100% superior al caudal de alimentación de la unidad de osmosis reversa propuesto por concesionario. Sera construido en polímero o acero inoxidable para una presión máxima de 125 psi.

El elemento filtrante será de tipo nominal con tamaño de poro de 30 o 20 μ m.

Se deberá disponer de manómetros pre y post filtración con rangos adecuados a la presión de trabajo.

El sistema debe contar con by pass para permitir suministro continuo de agua.

Ablandamiento Del Agua

Equipo ablandador dúplex alternado, compuesto por cuerpos de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y válvula cabezal por cada cuerpo, de tipo automática que permita la regeneración de la resina por volumen programado. El tamaño del cuerpo debe ser el adecuado para permitir un correcto volumen de expansión en retrolavado.

Deberá disponer de un salero por cada ablandador para asegurar la saturación de resina entre regeneración.

El caudal máximo de trabajo deberá ser al menos un 10% mayor a la suma de los caudales de alimentación de la unidad de osmosis inversa propuesto por concesionario.

Filtración De Profundidad

Equipo de filtración en profundidad, compuesto por cuerpo de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y válvula cabezal de tipo automático que permita el retrolavado de equipo por tiempo programado. El tamaño del cuerpo debe ser el adecuado para permitir una tasa de filtración y volumen de expansión en retrolavado correctos.

Los diámetros de conexiones deben permitir trabajar a un flujo turbulento y que permitan tasas de retrolavado adecuadas.

El caudal máximo de trabajo deberá ser al menos un 10% mayor al caudal de alimentación de la unidad de osmosis reversa propuesto por concesionario.

Filtración Con Carbón Activo

Equipo de filtración con carbón activado dúplex, compuesto por 2 cuerpos de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y dos válvulas cabezal de tipo automático que permita el retrolavado de equipo por tiempo programado. El tamaño de cada cuerpo debe ser el adecuado para permitir una tasa de filtración y volumen de expansión en retrolavado correctos.

Los diámetros de conexiones deben permitir trabajar a un flujo turbulento y que permitan tasas de retrolavado adecuadas.

El caudal máximo de trabajo en conjunto de los dos equipos deberá ser al menos un 20% mayor al caudal de alimentación de la unidad de osmosis inversa propuesto por concesionario.

Desmineralización

Equipo de Osmosis Inversa deberá contar con el equipamiento mínimo exigido por el Decreto Minsal 45. Estará compuesto por pre filtro de pulido de 1um de diámetro y capacidad adecuados para caudal de diseño propuesto por concesionario. Dispondrá de una electroválvula que corte el flujo de agua de alimentación a la unidad. Deberá contar con una bomba de impulsión trifásica, con componentes hidráulicos de acero inoxidable, que permita alcanzar presiones y caudales adecuados para la producción de agua. Debe contar con el número de membranas de osmosis para cubrir la producción calculada y las calidades de aguas requeridas a la temperatura de agua de alimentación.

El sistema debe contar con sistema de protección por baja y alta presión, flujómetros de permeado y rechazo, válvula de regulación de estos, manómetros para medición de presiones de acero inoxidable en la alimentación pre y post filtro de pulido. Manómetro a la entrada de las membranas y en línea de rechazo. A la salida de agua tratada debe contar con una sonda de conductividad que me permita ver la calidad de agua generada. Este instrumento debe trabajar en una escala que me permita una correcta lectura de la conductividad eléctrica. Una válvula de muestreo a la salida de la unidad.

La unidad será activada por señales de sensores de nivel mínimo y máximo en los estanques de agua osmosada.

Debe disponer de un tablero de control para activar funcionamiento automático, manual y stop de emergencia. La calidad de agua deberá ser inferior a 5 us/cm, para tal propósito se debe considerar osmosis inversa de segundo paso o equipo electrodesionizador que asegure el suministro de agua para los procesos de usos clínicos.

Estanques de acumulación de agua osmosada

Dos estanques de acumulación de agua osmosada, uno para agua sala de pacientes y otro para sala de reuso de filtros; contruidos en acero inoxidable 316L, con fondos cónicos, aristas redondeadas e Interiores lisos, tapa de registro superior. Como accesorios deben disponer de sensor de nivel de acero inoxidable que permitan la lectura remota del nivel de agua. Filtro de venteo de 0,2 um hidrófugo para cada unidad y difusor en línea de retorno del loop de agua de cada sala. Deberá contar con línea de rebase que permita la eventual liberación de agua, en caída libre a la canaleta de la sala. El sistema debe presentar un sello que evite flujo de aire al interior del estanque. El estanque tendrá válvula de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Tamaños serán determinados por proyectista de acuerdo a proyección de la planta de agua.

Sistema de impulsión

El sistema de impulsión de agua contará de bombas de acero inoxidable 316L comandado por tablero de fuerza y control. El dimensionamiento de las bombas será responsabilidad de concesionario, asegurando una adecuada presión, velocidad y caudal de trabajo.

Deberán considerar 2 bombas con uso alternado para cada sala.

La interconexión de estanques y sistema de impulsión deben ser realizado en polímero, PVC SCH 80 sin componentes metálicos a excepción de acero inoxidable 316.

Loop de recirculación

Las líneas de distribución de agua se deberán realizar en PEX-A, evitando uso de codos. No se debe emplear conectores metálicos a excepción de acero inoxidable 316. La distribución será por cielo falso y toda bajada deberá ser aislada de la luz.

Se debe considerar las válvulas reductoras de presión y anti retornos requeridas para correcto funcionamiento.

Módulos de sala de reuso

Se debe considerar número de módulos de acero inoxidable por cada paciente más respectivos módulos para pacientes positivos. El diseño debe cumplir con Decreto 45 del Minsal.

Las líneas de alimentación pueden ser realizadas en PVC clase 10 o SCH80. Se debe considerar las válvulas reductoras de presión y anti retornos requeridas para correcto funcionamiento.

Control microbiológico

Control microbiológico, compuesto por pre filtro de 1 μm , sistema UV y filtro bacteriológico de 0,2 μm absolutos de diámetros de conexión y tamaño adecuados para el caudal determinado para alimentar las salas de aguas. Las carcasas de filtros podrán ser de acero inoxidable 316L o polímero, en tanto el sistema UV deberá ser de acero inoxidable 316L, con diámetros adecuados y capacidad para irradiar 40 mJ/cm^2 mínimo.

Tablero de fuerza y control

Este deberá controlar la unidad completa, la alimentación eléctrica de pretratamiento, la o las unidades de osmosis y/o electrodesionizador según diseño propuesto, el control de las bombas de alimentación y alternancia de estas deberá ser el de menor tiempo posible.

Deberá disponer de Programador Lógico Programable (PLC) y sistema de comunicación remota para alarmas de nivel.

3.3.2 Instalaciones Usos Clínicos-Procesos

Medidor Totalizador

Contador de volumen de diámetro y caudal nominal adecuado según caudal de trabajo determinado por el proyectista. Este debe emitir una señal remota para el monitoreo de consumo de la planta de agua.

Micro Filtración

Sistema de filtración doble para trabajo en paralelo, compuesto por carcasa multifiltro o de manga, de diámetros y capacidades de filtración que en conjunto sea un 25% superior al caudal de alimentación de aguas de usos clínicos y de procesos propuesto por concesionario. Sera construido en polímero o acero inoxidable para una presión máxima de 125 psi.

El elemento filtrante será de tipo nominal con tamaño de poro de 20 um.

Se deberá disponer de manómetros pre y post filtración con rangos adecuados a la presión de trabajo.

El sistema debe contar con by pass para permitir suministro continuo de agua.

Ablandamiento del Agua usos clínicos-procesos

Ablandador dúplex, compuesto por cuerpos de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y válvula cabezal por cada cuerpo, de tipo automática que permita la regeneración de la resina por volumen programado. El tamaño del cuerpo debe ser el adecuado para permitir un correcto volumen de expansión en retrolavado.

Deberá disponer de un salero por cada ablandador para asegurar la saturación de salmuera entre regeneración.

El caudal máximo de trabajo deberá ser determinado por concesionario según los consumos instantáneos, ciclos de funcionamiento-duración de los equipos de uso Clínico-Procesos que sean alimentadas con agua blanda.

Estanque de acumulación de agua blanda

El estanque de acumulación de agua blanda para alimentación de agua de procesos debe estar proyectado en material no poroso ni adsorbente, con fondo cónico, aristas redondeadas e Interiores lisos con tapa superior. Como accesorios deben disponer de válvula de llenado tipo quick stop o solenoide interconectada a 2 sensores de nivel que activa el llenado de estanque y permitan la alarma remota del nivel de agua crítico. Deberán contar con un rebase y válvulas de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Tamaños serán determinados de acuerdo a proyección de la planta de agua.

Control microbiológico (sugerido)

El control microbiológico deberá estar compuesto por sistema UV y filtro bacteriológico de 0,2 um absolutos de diámetros de conexión y tamaño adecuados para el caudal determinado.

Sistema de impulsión de agua blanda

El sistema de impulsión de agua blanda contará con bombas de acero inoxidable comandado por tablero de fuerza y control con variador de frecuencia. El dimensionamiento de bombas y diámetros de alimentación será responsabilidad de concesionario, asegurando una adecuada presión, velocidad y caudal de trabajo para alimentar los puntos de destino.

Deberán considerar 3 bombas con uso alternado para alimentación de agua blanda usos clínicos y Procesos.

La interconexión de estanques y sistema de impulsión deben ser realizado en polímero, PVC SCH 80 o PPR PN10.

Ablandamiento Agua usos Clínicos

Como pretratamiento de planta de agua desmineralizada.

Ablandador duplex, compuesto por cuerpo de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y válvula cabezal por cada cuerpo, de tipo automática que permita la regeneración de la resina por volumen programado. El tamaño del cuerpo debe ser el adecuado para permitir un correcto volumen de expansión en retrolavado.

Deberá disponer de un salero por cada ablandador para asegurar la saturación de salmuera entre regeneración.

El caudal máximo de trabajo deberá ser al menos un 10% mayor al caudal de alimentación de la unidad de osmosis inversa propuesto por concesionario.

Filtración De Profundidad

Equipo de filtración en profundidad, compuesto por cuerpo de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y válvula cabezal de tipo automático que permita el retrolavado de equipo por tiempo programado. El tamaño del cuerpo debe ser el adecuado para permitir una tasa de filtración y volumen de expansión en retrolavado correctos.

Los diámetros de conexiones deben permitir trabajar a un flujo turbulento y que permitan tasas de retrolavado adecuadas.

El caudal máximo de trabajo deberá ser al menos un 10% mayor al caudal de alimentación de la unidad de osmosis inversa propuesto por concesionario.

Filtración Con Carbón Activo

Equipo de filtración con carbón activado dúplex, compuesto por 2 cuerpos de fibra de vidrio recubierto, para una presión máxima de 150 psi, y dos válvulas cabezal de tipo automático que permita el retrolavado de equipo por tiempo programado. El tamaño de cada cuerpo debe ser el adecuado para permitir una tasa de filtración y volumen de expansión en retrolavado correctos.

Los diámetros de conexiones deben permitir trabajar a un flujo turbulento y tasas de retrolavado adecuadas.

El caudal máximo de trabajo en conjunto de los dos equipos deberá ser al menos un 25% mayor al caudal de alimentación de la unidad de osmosis inversa calculado por el proyectista.

Desmineralización

Equipo de Osmosis Inversa compuesto por pre filtro de pulido de 1um de diámetro y capacidad adecuados para caudal de diseño propuesto por concesionario. Dispondrá de una electroválvula que corte el flujo de agua de alimentación a la unidad. Deberá contar con una bomba de impulsión trifásica, con componentes hidráulicos de acero inoxidable, que permita alcanzar presiones y caudales adecuados para la producción de agua. Debe contar con el número de membranas de osmosis para cubrir la producción calculada y las calidades de aguas requeridas a la temperatura de agua de alimentación.

El sistema debe contar con mecanismo de protección por baja y alta presión, flujómetros de permeado y rechazo, válvula de regulación de éstos, manómetros para medición de presiones de acero inoxidable en la alimentación pre y post filtro de pulido. A la salida de agua tratada debe contar con una válvula de muestreo y una sonda de conductividad que permita ver la calidad de agua generada. Este instrumento debe trabajar en una escala que permita una correcta lectura de la conductividad eléctrica.

La unidad será controlada por sensores de nivel mínimo y máximo en los estanques de agua osmosada.

Debe disponer de un tablero de control para activar funcionamiento automático, manual y stop de emergencia. La calidad de agua deberá ser inferior a 1 us/cm, para tal propósito se debe considerar osmosis inversa de segundo paso y/o equipo electrodesionizador que asegure el suministro de agua para laboratorio y farmacia según normativa vigente.

Estanques de acumulación de agua osmosada

Los estanques de acumulación de agua osmosada deberán proyectarse en acero inoxidable 316L, con fondos cónicos, aristas redondeadas e interiores lisos, tapa de registro superior. Como accesorios deben disponer de sensor de nivel de acero inoxidable 316L que permitan la lectura remota del nivel de agua. Filtro de venteo de 0,2 um hidrófugo y difusor en línea de retorno del loop de agua. Deberá contar con línea de rebase que permita la eventual liberación de agua, en caída libre a la canaleta de la sala. El sistema debe presentar un sello que evite flujo de aire al interior del estanque. El estanque tendrá válvula de descarga en la línea de salida inferior para permitir el correcto desagüe del contenido, facilitando los procesos de sanitización y lavado.

Tamaños serán determinados por concesionario de acuerdo a proyección de la planta de agua.

Control microbiológico

El control microbiológico deberá estar compuesto por pre filtro de 1 um, sistema UV y filtro bacteriológico de 0,2 um absolutos de diámetros de conexión y tamaño adecuados para el caudal determinado. Las carcasas de los filtros podrán ser de acero inoxidable 316L o polímero, en tanto el sistema UV deberá ser de acero inoxidable 316L, con capacidad para irradiar 40 mJ/cm² mínimo.

Sistema de impulsión

El sistema de impulsión de agua constará de bombas de acero inoxidable 316L comandado por tablero de fuerza y control. El dimensionamiento de las bombas será responsabilidad de concesionario, asegurando una adecuada presión, velocidad y caudal de trabajo.

Deberán considerar 2 bombas por sistema, con variador de frecuencia con uso alternado.

La interconexión de estanques y sistema de impulsión deben ser realizado en polímero, PVC SCH 80 sin componentes metálicos a excepción de acero inoxidable 316L.

Líneas de distribución

Las líneas de distribución de agua se deberán realizar en PEX-A o PVC SCH80, no se debe emplear conectores metálicos a excepción de acero inoxidable 316. Las líneas distribución será deberá ser aislada de la luz en caso de usar PEX-A.

Se debe considerar las válvulas reductoras de presión y anti retornos requeridas para correcto funcionamiento.

Tablero de fuerza y control

Este deberá controlar la unidad completa, la alimentación eléctrica de pretratamiento, la o las unidades de osmosis y/o electrodesionizador según diseño propuesto, el control de las bombas de alimentación y alternancia de estas el que deberá ser el de menor tiempo posible.

Deberá disponer de PLC y sistema de comunicación remota para alarmas de nivel.

4. PRUEBAS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.1 Pruebas

Se debe especificar las pruebas de la instalación de agua tratada en acuerdo a los requisitos asociados al equipamiento y normas aplicables.

En el procedimiento de las pruebas de la instalación de agua tratada se debe aplicar un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC), el que contendrá Listas de Chequeo, todos aprobados por el Inspector Fiscal.

Previo a la prueba formal de funcionamiento del sistema, el concesionario llevará a cabo pruebas preliminares, verificando que todos los partes están en completa condición operacional.

El concesionario solicitará al Inspector Fiscal la recepción de las obras, previa realización sin objeciones de la revisión general y prueba formal de funcionamiento del sistema.

Para la especialidad de aguas tratadas deberá considerar la validación de la planta de diálisis de acuerdo al Decreto Minsal N° 45 de 2016. Para esto el concesionario deberá validar microbiológicamente la planta con un laboratorio certificado, por un periodo de 4 semanas consecutivas con análisis microbiológico y de endotoxinas bajo norma. En paralelo deberá cumplir los parámetros fisicoquímicos descritos en los artículos 20, 21 y 22 del decreto antes mencionado.

Para validar las aguas de uso clínico y procesos se deberá entregar análisis efectuados por un laboratorio certificado de los parámetros indicados en los presentes criterios de diseño.

Referente a las redes de distribución el concesionario deberá verificar estanqueidad, presiones y flujos de entrega en puntos de consumos.

Se deberá entregar manuales y certificados de calidad de los componentes de las plantas de aguas y requerimientos de mantención con periodicidad de cambio de repuestos e insumos.

4.2 Operación

La instalación de aguas tratadas del establecimiento hospitalario deberá operar en forma continua, segura y en los estándares previstos en el diseño.

El concesionario deberá incorporar la especialidad de aguas tratadas a los Manuales de Operación de la infraestructura del hospital, considerando la operación normal y operación de emergencia.

El Manual de Operación deberá incluir al menos lo siguiente:

- Esquema general de la infraestructura de aguas tratadas.
- Planos As-Built de la infraestructura, señalando ubicación y características de salas, elementos y equipos.
- Fichas de los equipos del sistema e instrucciones de operación.
- Uso y operación de cada uno de los sistemas de aguas tratadas, incluyendo: filtros, estanques, bombas, equipos ablandamiento y desmineralización, tableros de fuerza y control, entre otros.
- Resolución de fallas más comunes del sistema.
- Instrucciones sobre la operación en situaciones de emergencia.
- Recomendaciones de mantenimiento preventivo de equipamiento e infraestructura, incluyendo listado de repuestos que deben estar en stock y proveedores de los que se deben solicitar a pedido.

El concesionario deberá colocar en los recintos de infraestructura que lo requieran, fichas rápidas de operación termolaminadas, en contenedor afianzado a la pared en lugar visible y accesible.

4.3 Mantenimiento

La instalación de aguas tratadas del establecimiento hospitalario deberá permitir el abastecimiento continuo y seguro de las instalaciones del edificio, tanto en la operación normal, durante una emergencia, y posterior a esta.

Esta condición requiere de ser incorporado al Plan de Mantenimiento Preventivo Programado del hospital, incluyendo todo el equipamiento eléctrico y mecánico, estanque de acumulación, válvulas de corte, electroválvulas, bombas, filtros, equipos y elementos de control, entre otros.

4.3.1 Mantenimiento Diálisis

El Concesionario deberá considerar en el mantenimiento mensual de la planta, el cambio de filtros descartables, limpieza de saleros y sanitación de estanques.

Las sanitizaciones generales de la planta, análisis físico químicos anual, control trimestral bacteriológicos y de endotoxinas del agua son responsabilidad del Concesionario.

El ejecutor del proyecto deberá entregar tabla resumen con insumos requeridos anualmente y periodicidad de cambio de otros componentes de la planta, considerando alimentación con agua potable para estimar una duración estándar de componentes, ver detalles en Tabla N°5.

COMPONENTES PLANTA	UNIDAD	Frecuencia de cambio/consumo
Equipo de osmosis	Membrana	3 años
Equipo de osmosis	Filtro pulido 5um	Mensual
Pretratamiento, filtro Profundidad	Cargas filtrantes	1 año
Pretratamiento, filtro Carbón activado	Cargas filtrantes	1 año
Pretratamiento, filtro de pulido red	Filtro de cartuchos 20 um	Mensual
Pretratamiento, ablandador	Resina catiónica fuerte	4 años
Pretratamiento, ablandador	Sal	Diario
Post tratamiento	Lámpara UV	1 año
Post tratamiento	Filtro bacteriológico 0,2 um	Trimestral
Post tratamiento	Filtro 1um	Trimestral
Post tratamiento	Filtro venteo 0,2um	Semestral

Tabla N°5, Frecuencia de cambio y consumo de insumos.

4.3.1.1 Capacitación al usuario diálisis

La unidad de diálisis debe contar con un control diario de parámetros de funcionamiento (presión del sistema, dureza del agua, cloro total, conductividad de entrada y salida, flujo de permeado, flujo de rechazo, nivel de sal), los que deberá ser realizados por los operadores de la planta o por el personal asignado previo al inicio de cada turno.

Por tal razón se realizará una inducción al personal a cargo del control, indicando la interpretación de los análisis y parámetros físico químicos chequeados.

El concesionario deberá disponer de los instrumentos y kit para realizar los controles periódicos del agua.

4.3.1.2 Planta de agua diálisis

Previo a la entrega formal de los equipos se deberá efectuar pruebas de consumos y producción a plena carga verificando que los parámetros establecidos en propuesta técnica sean cumplidos a cabalidad (caudales de producción, presión de alimentación, durezas, conductividades, alarmas de seguridad, según corresponda).

La entrega de los equipos debe quedar registrada en acta en la cual se deberá adjuntar:

- 1.-Manuales técnicos de cada equipo componente de la planta.
- 2.-Planos de instalación de la planta de agua.
- 3.-Planos eléctricos de tableros de fuerza y control.
- 4.-Análisis físico químico exigido por decreto 45 del Minsal, efectuados por laboratorio externo certificado.

- 5.- Set de 4 análisis consecutivos Bacteriológicos y de endotoxinas, cumpliendo normativa vigente.
- 6.- Protocolo de control de parámetros.
- 7.- Acta de inducción del personal a cargo.

En inducción de la planta se deberá especificar puntos de muestreo, funcionamiento de bombas, presiones y caudales de trabajo, frecuencia de alternancia de bombas, procedimientos ante alarmas de nivel o calidad de agua.

Este protocolo debe ser resumido en una planilla de control la que el operador deberá llenar en cada control.

4.3.2 Mantenimiento aguas clínicas-procesos

El Concesionario deberá considerar el mantenimiento mensual de la planta, incluyendo el cambio de filtros descartables, limpieza de saleros y limpiezas de estanques y análisis de control.

Las sanitizaciones generales de la planta, análisis físico químicos y bacteriológicos del agua deberán ser de cargo del concesionario según exigencia descritas en Decreto N°45.

El Concesionario deberá entregar al Inspector Fiscal, tabla resumen con insumos requeridos anualmente y periodicidad de cambio de otros componentes de la planta, considerando agua potable para estimar una duración estándar, ver detalles en Tabla N°6.

COMPONENTES PLANTA	UNIDAD	Frecuencia de cambio/consumo
Equipo de osmosis	Membrana	3 años
Equipo de osmosis	Filtro pulido 5um	Mensual
Pretratamiento, filtro Profundidad	Cargas filtrantes	2 años
Pretratamiento, filtro Carbón activado	Cargas filtrantes	2 años
Pretratamiento, filtro de pulido red	Filtro de cartuchos 20 um	Mensual
Ablandador /ablandador Pretratamiento	Resina catiónica fuerte	4 años
Ablandador /ablandador Pretratamiento	Sal	Diario
Post tratamiento	Lámpara UV	1 año
Post tratamiento	Filtro bacteriológico 0,2 um	Semestral
Post tratamiento	Filtro 1um	Semestral
Post tratamiento	Filtro venteo 0,2um	Semestral

Tabla N°6, Frecuencia de cambio y consumo de insumos.

4.3.2.1 Capacitación al usuario aguas clínicas-procesos

Esta unidad que cuenta con distintas calidades de aguas tendrá una sala general para producción y distribución de aguas. Debe contar con un control diario visual de parámetros de funcionamiento y físico químicos (presión de los sistemas, dureza del agua, cloro libre, conductividad del agua desmineralizada, flujo de permeado, flujo de rechazo, niveles de sal), los que deberán ser realizados por los operadores de la planta o por el personal asignado una vez por turno.

El Concesionario deberá disponer de los instrumentos y kit para realizar los controles periódicos del agua.

4.4.1.1 Planta de agua usos clínicos-procesos

Previo a la entrega formal de los equipos se deberá efectuar pruebas de consumos y producción a plena carga verificando que los parámetros establecidos en propuesta técnicas sean cumplidos a cabalidad (estanqueidad, caudales de producción, presión de alimentación, durezas, conductividades, alarmas de seguridad, según corresponda).

La entrega de los equipos debe quedar registrada en acta en la cual se deberá adjuntar:

- 1.-Manuales técnicos de cada equipo componente de la planta.
- 2.-Planos de instalación de la planta de agua.
- 3.-Planos eléctricos de tableros de fuerza y control.
- 4.-Análisis físico químicos según tabla de referencia, efectuados por laboratorio externo certificado.
- 5.- Protocolo de control de parámetros.
- 8.- Acta de inducción del personal a cargo.

En inducción de la planta se deberá especificar puntos de muestreo, funcionamiento de bombas, presiones y caudales de trabajo, frecuencia de alternancia de bombas, procedimiento ante alarmas de nivel u otros.

Este protocolo debe ser resumido en una planilla de control la que el operador deberá llenar en cada control.

Anexo 2:

Especificaciones técnicas

Índice

32. AGUAS TRATADAS.....	3
32.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80.....	3
32.1.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 – SALA DE TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS.....	3
32.1.1.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1"	3
32.1.1.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1 ¼"	3
32.1.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 – SALA DE TRATAMIENTO PARA PROCESOS Y USOS CLÍNICOS.....	3
32.1.2.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1"	3
32.1.2.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1 ¼"	3
32.1.2.3. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø2 ½"	3
32.2. TUBERÍAS PEX-A CON BARRERA ANTI OXÍGENO.....	3
32.2.1. TUBERÍAS PEX-A – RECIRCULACIÓN PARA DIÁLISIS	3
32.2.1.1. TUBERÍAS PEX-A DN32MM.....	3
32.2.2. TUBERÍAS PEX-A – RECIRCULACIÓN PARA SALA DE REUSO	3
32.2.2.1. TUBERÍAS PEX-A DN32MM.....	3
32.3. VÁLVULAS Y MEDIDORES	4
32.3.1. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO EN PVC SCH80 – INTERIOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS.....	4
32.3.1.1. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø1"	4
32.3.1.2. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø1 ¼"	4
32.3.1.3. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø2"	4
32.3.1.4. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø2 ½"	4
32.3.2. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO EN PVC SCH80 – INTERIOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA PROCESOS Y USOS CLÍNICOS	4
32.3.2.1. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø1"	4
32.3.2.2. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø1 ¼"	4
32.3.2.3. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø2"	4
32.3.2.4. VÁLVULA DE PVC-SCH80 ø2 ½"	4
32.3.3. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO- ANILLOS DE AGUA OSMOTIZADA PARA DIÁLISIS Y ÚSOS CLÍNICOS.....	4
32.3.3.1. VÁLVULA DE INOXIDABLE 316L DN20MM.....	4
32.3.3.2. VÁLVULA DE INOXIDABLE 316L DN25MM	4
32.3.4. MEDIDOR TOTALIZADOR	5
32.3.4.1. MEDIDOR DE CAUDAL DN32MM	5
32.4. EQUIPOS DE PRETRATAMIENTO	5
32.4.1. CARCASA MULTIFILTRO DE 20um MATERIAL POLÍMERO	5
32.4.2. FILTRO MULTIMEDIA CUERPO DE FIBRA DE VIDRIO AUTOMÁTICO 14"X65" ...	5

32.4.3. EQUIPO ABLANDADOR DÚPLEX ALTERNADO DE FIBRA DE VIDRIO 14"X65" CON TANQUE SALMUERA	5
32.4.4. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO CUERPO DE FIBRA DE VIDRIO 14"X65"	5
32.4.4.1. INSTALACIÓN DE PRE-TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS	6
32.5. ESTANQUES DE ACUMULACIÓN DE AGUAS TRATADAS	6
32.5.1. ESTANQUE DE ACUMULACIÓN EN ACERO INOXIDABLE 316L CON ACABADO SANITARIO CON FONDO CÓNICO	6
32.5.1.1. ESTANQUE DE ACERO INOXIDABLE 316L DE 4000 LITROS – PARA AGUA OSMOTIZADA – SALA DE DIÁLISIS	6
32.5.1.2. ESTANQUE DE ACERO INOXIDABLE 316L DE 1000 LITROS – PARA AGUA OSMOTIZADA – SALA DE REUSO	6
32.6. EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA ULTRAPURIFICADA	7
32.6.1. EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE AGUA ULTRAPURIFICADA – DIÁLISIS	7
32.6.1.1. EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA DOBLE PASO CAUDAL PERMEADO=5.46GPM	7
32.6.1.2. EQUIPO ELECTRODESIONIZADOR CAUDAL PERMEADO=5.45GPM	7
32.7. EQUIPO DE POST – TRATAMIENTO	7
32.7.1. EQUIPO DE POST – TRATAMIENTO - DIÁLISIS.....	7
32.7.1.1. CARCASA MULTRIFILTRO DE 1um MATERIAL POLIMERO	7
32.7.1.2. CARCASA MULTRIFILTRO DE 0.2um MATERIAL POLIMERO	7
32.7.1.3. LAMPARA UV Q=13GPM IRRADIAR MÍN 40MJ/CM2 EN ACERO INOXIDABLE 316L – SALA DE REUSO	8
32.7.1.4. LAMPARA UV Q=14GPM IRRADIAR MÍN 40MJ/CM2 EN ACERO INOXIDABLE 316L – SALA DE REUSO	8
32.7.1.5. EQUIPO DE BOMBEO DE ACERO INOXIDABLE PARA RECIRCULACIÓN DIÁLISIS	8
32.7.1.6. EQUIPO DE BOMBEO DE ACERO INOXIDABLE PARA RECIRCULACIÓN SALA DE REUSO	8

32. AGUAS TRATADAS

El objeto del presente apartado es realizar las especificaciones técnicas de las instalaciones de aguas tratadas.

32.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80

32.1.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 – SALA DE TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS

32.1.1.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1"

32.1.1.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1 ¼"

32.1.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 – SALA DE TRATAMIENTO PARA PROCESOS Y USOS CLÍNICOS

32.1.2.1. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1"

32.1.2.2. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø1 ¼"

32.1.2.3. TUBERÍAS DE PVC-SCH80 ø2 ½"

Se emplean tuberías y accesorios en PVC Sch 80. Este sistema es adecuado para cuando se requieren altas presiones y para trabajar a una temperatura máxima de 60°C.

Normas de fabricación

ASTM D 1785: Para tuberías

ASTM D 2467: Accesorios lisos

ASTM D 2464: Accesorios roscados

ASTM F 1970: Accesorios especiales

32.2. TUBERÍAS PEX-A CON BARRERA ANTI OXÍGENO

32.2.1. TUBERÍAS PEX-A – RECIRCULACIÓN PARA DIÁLISIS

32.2.1.1. TUBERÍAS PEX-A DN32MM

32.2.2. TUBERÍAS PEX-A – RECIRCULACIÓN PARA SALA DE REUSO

32.2.2.1. TUBERÍAS PEX-A DN32MM

El anillo de recirculación será en tuberías PEX-A con barrera anti difusión de oxígeno, distribuye a todos los puntos de consumo. Esta tubería cumple con la norma UNE-EN ISO 15875 para alcanzar 95°C de temperatura e incluso 110°C durante breves espacios de tiempo.

En el caso del anillo de diálisis deberá existir un conductímetro en el anillo, cercano a la estación de enfermería, para el monitoreo continuo.

32.3. VÁLVULAS Y MEDIDORES

32.3.1. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO EN PVC SCH80 – INTERIOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS

32.3.1.1. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 1"$

32.3.1.2. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 1 \frac{1}{4}"$

32.3.1.3. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 2"$

32.3.1.4. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 2 \frac{1}{2}"$

32.3.2. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO EN PVC SCH80 – INTERIOR DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA PROCESOS Y USOS CLÍNICOS

32.3.2.1. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 1"$

32.3.2.2. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 1 \frac{1}{4}"$

32.3.2.3. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 2"$

32.3.2.4. VÁLVULA DE PVC-SCH80 $\varnothing 2 \frac{1}{2}"$

Las válvulas son en PVC bola Sch 80 con sellos EPDM, con presiones de trabajo hasta 150PSI.

Normas de fabricación

ASTM D 1785: Para tuberías

ASTM D 2467: Accesorios lisos

ASTM D 2464: Accesorios roscados

ASTM F 1970: Accesorios especiales

32.3.3. VÁLVULAS DE CORTE, LLAVE DE PASO- ANILLOS DE AGUA OSMOTIZADA PARA DIÁLISIS Y USOS CLÍNICOS

32.3.3.1. VÁLVULA DE INOXIDABLE 316L DN20MM

32.3.3.2. VÁLVULA DE INOXIDABLE 316L DN25MM

Las válvulas de corte serán de acero inoxidable tipo AISI – 316L para presión de trabajo de 150 lbs/pulg². Apto para agua ultrapurificada de DN según planos. Incluyendo pequeño material y accesorios.

32.3.4. MEDIDOR TOTALIZADOR

32.3.4.1. MEDIDOR DE CAUDAL DN32MM

Medidor totalizador electrónico diseñado para emitir señal remota para el monitoreo de consumo de la planta. Están hechos de Nylon o PVC y están clasificados hasta 150 psi con conexiones roscadas.

32.4. EQUIPOS DE PRETRATAMIENTO

32.4.1. CARCASA MULTIFILTRO DE 20um MATERIAL POLÍMERO

32.4.2. FILTRO MULTIMEDIA CUERPO DE FIBRA DE VIDRIO AUTOMÁTICO 14"X65"

32.4.3. EQUIPO ABLANDADOR DÚPLEX ALTERNADO DE FIBRA DE VIDRIO 14"X65" CON TANQUE SALMUERA

32.4.4. FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO CUERPO DE FIBRA DE VIDRIO 14"X65"

Carcasa multifiltro.

Microfiltración con 2 cascaras multifiltro de 20um de material polímero.

Filtros Multimedia automático dúplex alternado 14"x65".

Para el equipo de filtrado será un tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio de gran resistencia a la corrosión, con elementos internos de termoplástico de alto impacto.

Ablandador dúplex alternado 14"x65".

Para el equipo de filtrado será un tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio de gran resistencia a la corrosión, con elementos internos de termoplástico de alto impacto.

Tanque de Salmuera.

El tanque de solución generadora con capacidad para dos regeneraciones debe ser de material inerte. El proveedor suministrará además del tanque un Electrodigitador de ejes y paletas de acero inoxidable, clase 316. Los acabados del tanque interior deben ser de material inerte, el acabado exterior será tratado con aplicación de dos capas de pintura anticorrosiva y el forro de fibra de vidrio.

Filtros carbón activado automático 14"x65" 2 Und. En serie.

Para el equipo de filtrado será un tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio de gran resistencia a la corrosión, con elementos internos de termoplástico de alto impacto.

32.4.4.1. INSTALACIÓN DE PRE-TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS

Mano de obra considera el trabajo de interconexión eléctrica e hidráulica mencionados anteriormente, junto con la estadía y viáticos de los técnicos respectivos.

La puesta en marcha considera labores como:

- Carga de gravilla soportante y medios filtrantes de filtros de pretratamiento en los cuerpos de FRP, si lo incluye
- Carga de gravilla soportante y resina de ablandador de agua, si lo incluye
- Labores de retrolavado de los medios filtrantes y resina.
- Prueba de sentido de giro de bombas.

32.5. ESTANQUES DE ACUMULACIÓN DE AGUAS TRATADAS

32.5.1. ESTANQUE DE ACUMULACIÓN EN ACERO INOXIDABLE 316L CON ACABADO SANITARIO CON FONDO CÓNICO

32.5.1.1. ESTANQUE DE ACERO INOXIDABLE 316L DE 4000 LITROS – PARA AGUA OSMOTIZADA – SALA DE DIÁLISIS

32.5.1.2. ESTANQUE DE ACERO INOXIDABLE 316L DE 1000 LITROS – PARA AGUA OSMOTIZADA – SALA DE REUSO

Estanques de agua osmotizada.

- Estanque de acumulación para agua osmada para sala de diálisis de 4000 lts. Tanque de acero inoxidable 316L con acabado sanitario con fondo cónico, de aristas redondeadas, con tapa superior hermética, con visor de nivel y señal audible, filtro de venteo de 0,2 um hidrófugo.
- Estanque de acumulación para agua osmada para sala de reuso de 1000 lts. Tanque de acero inoxidable 316L con acabado sanitario con fondo cónico, de aristas redondeadas, con tapa superior hermética, con visor de nivel y señal audible, filtro de venteo de 0,2 um hidrófugo.

32.6. EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA ULTRAPURIFICADA

32.6.1. EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE AGUA ULTRAPURIFICADA – DIÁLISIS

32.6.1.1. EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA DOBLE PASO CAUDAL PERMEADO=5.46GPM

Equipo compacto de producción de agua ultrapura para diálisis, por osmosis inversa de doble etapa, con una producción de 5.46GPM cada uno. El equipo cuenta con dos unidades de osmosis que trabajan de en serie o doble paso para conseguir el agua de calidad adecuada para ser pulida y posteriormente almacenada y bombeada, a su vez una funciona en reserva del otro con esto se asegura la producción de agua ultrapura en caso de mantención o avería de alguno de los equipos. El quipo incluyendo estructura de soporte y fijación a prueba de sismo, antivibratorios, cuadro eléctrico y de control, bombas de impulsión y contenedores de membranas, conexionado eléctrico e hidráulico, suministro, accesorios, válvulas, montaje y puesta en marcha, totalmente instalado y funcionando. El agua de rechazo de la osmosis se conducirá hasta bajante, esta instalación está dentro del alcance de la especialidad de alcantarillado.

Deberá contar:

- Manómetros antes y después del filtro de partículas de 1 a 5 μm , en entrada a las membranas y en línea de rechazo de agua.
- Medidor de flujo en líneas de permeado y rechazo.
- Un conductímetro instalado en línea de permeado.
- Una válvula de muestreo después del conductímetro.

32.6.1.2. EQUIPO ELECTRODESIONIZADOR CAUDAL PERMEADO=5.45GPM

La electrodiesionización continua o CEDI es un proceso de producción de agua de alta pureza. En este proceso intervienen una pequeña cantidad de resinas de intercambio iónico, membranas semipermeables aniónicas y catiónicas y una corriente eléctrica. El agua procedente del sistema de osmosis atraviesa el módulo donde, debido a un potencial eléctrico, se provoca la migración de los iones produciéndose la desionización y desviándose los iones al compartimiento de concentrado se tienen un recobro del 90% - 95%.

32.7. EQUIPO DE POST – TRATAMIENTO

32.7.1. EQUIPO DE POST – TRATAMIENTO - DIÁLISIS

32.7.1.1. CARCASA MULTRIFILTRO DE 1 μm MATERIAL POLIMERO

32.7.1.2. CARCASA MULTRIFILTRO DE 0.2 μm MATERIAL POLIMERO

32.7.1.3. LAMPARA UV Q=13GPM IRRADIAR MÍN 40MJ/CM2 EN ACERO INOXIDABLE 316L – SALA DE REUSO

32.7.1.4. LAMPARA UV Q=14GPM IRRADIAR MÍN 40MJ/CM2 EN ACERO INOXIDABLE 316L – SALA DE REUSO

32.7.1.5. EQUIPO DE BOMBEO DE ACERO INOXIDABLE PARA RECIRCULACIÓN DIÁLISIS

32.7.1.6. EQUIPO DE BOMBEO DE ACERO INOXIDABLE PARA RECIRCULACIÓN SALA DE REUSO

Microfiltración 1 micra

Portafiltro de material polímero con elemento filtrante de 1 micra absoluto.

Equipo de desinfección ultravioleta

Equipo Ultravioleta de 13 a 15 galones por minuto para agua osmotizada, cámara de desinfección de acero inoxidable 316L que permita irradiar 40 mJ/cm² como mínimo., con cronómetro de operación.

Microfiltración 0.2 micras

Portafiltro de material polímero con elemento filtrante de 0.2 micras absoluto.

Grupos de presión para anillos de agua osmotizada:

Bombas en bancada.

Con colector de salida.

Con variador de frecuencia.

Material de acero inoxidable 316L, grado farmacéutico.

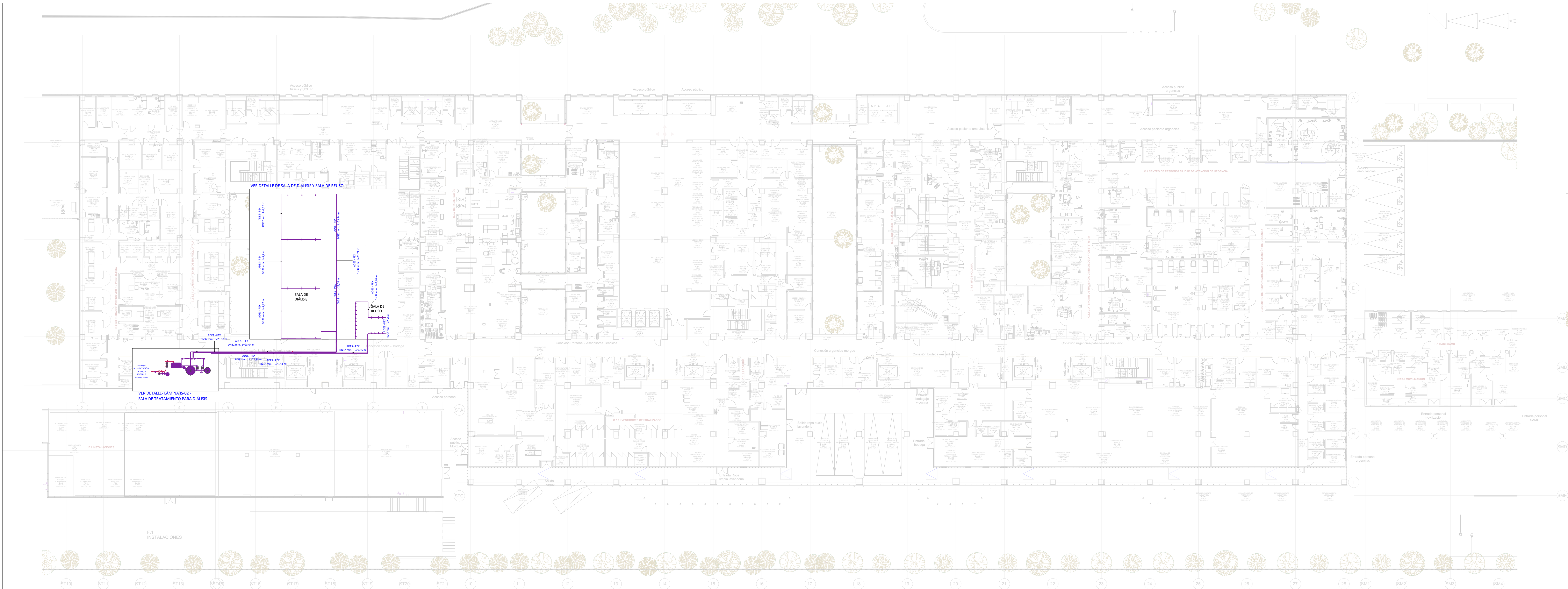
Con cuadro eléctrico y de maniobra. – Tuberías y accesorios de PVC SCH 80 en la conexión de las válvulas con la bomba.

Manómetros

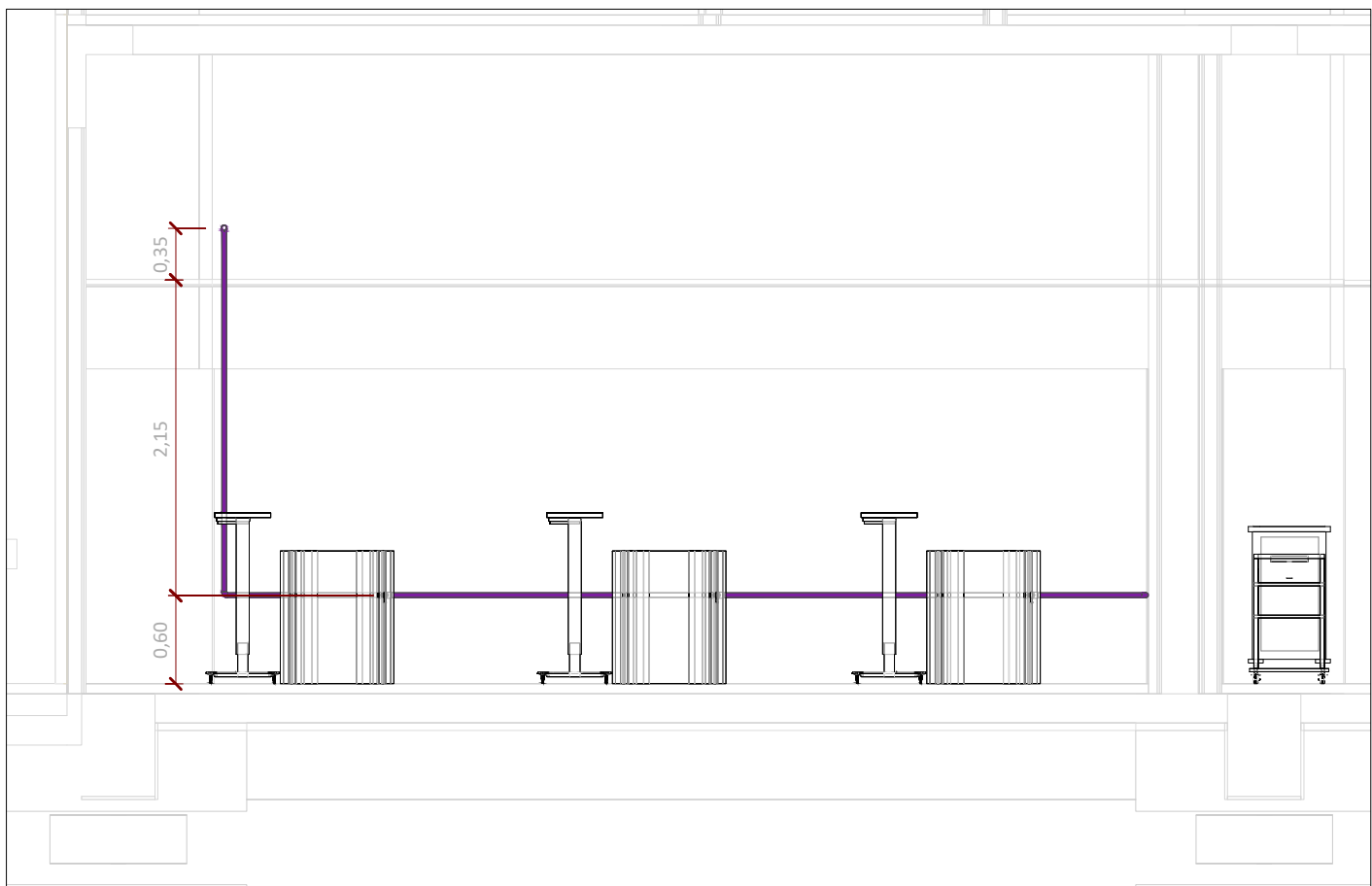
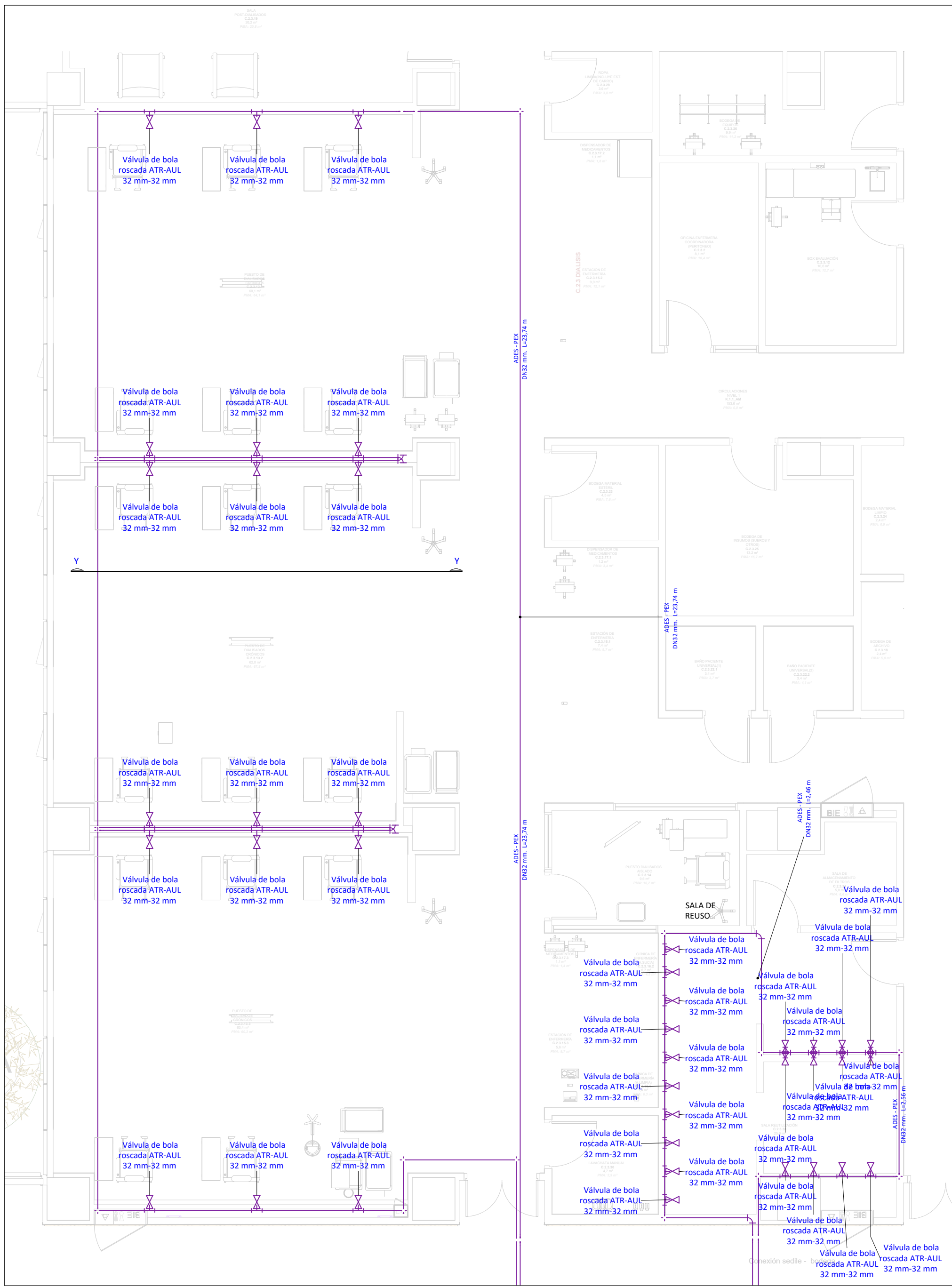
Suministro y montaje de manómetro apto para agua ultrapurificada de diámetro nominal 40 mm (1 ½”), caja acero esmaltada negra, visor vidrio, Conexión rosca 1/8” NPT M posterior bronce, clase 2.5% de precisión., elemento sensible tubo de aleación de Cu. Temperatura de trabajo Ambiente -20 hasta 60°C, Fluido +60°C., rango de Operación, Presión constante 75%FSD, Presión pulsante 60% FSD, escala doble psi/bar, Grado de protección IP54, escala de 0-16bar, modelo MSP 4000230/PSI 0-230/BAR 0-16, de la marca Tempres / Senyter o equivalente técnico.

Anexo 3:

Planos



CUADRO DE SIMBOLOGÍA Y ESPECIFICACIONES	
Tubería de PEX-A de agua remediada	
Tipos de sistema:	
ABL	Agua de bebida
ADES	Agua desmineralizada (Agua remediada)
Valvula de Corte Roto	



DETALLE SECCIÓN DE SALA DE DE DIALISIS - SECCIÓN Y-Y
1:50

Nivel 01 - DETALLE DE SALA DE DIALISIS Y SALA DE
1:75 REUSO

LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:
**INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE**

 **UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:
**PLANO RED DE DISTRIBUCIÓN
EN PLANTA NIVEL 01**

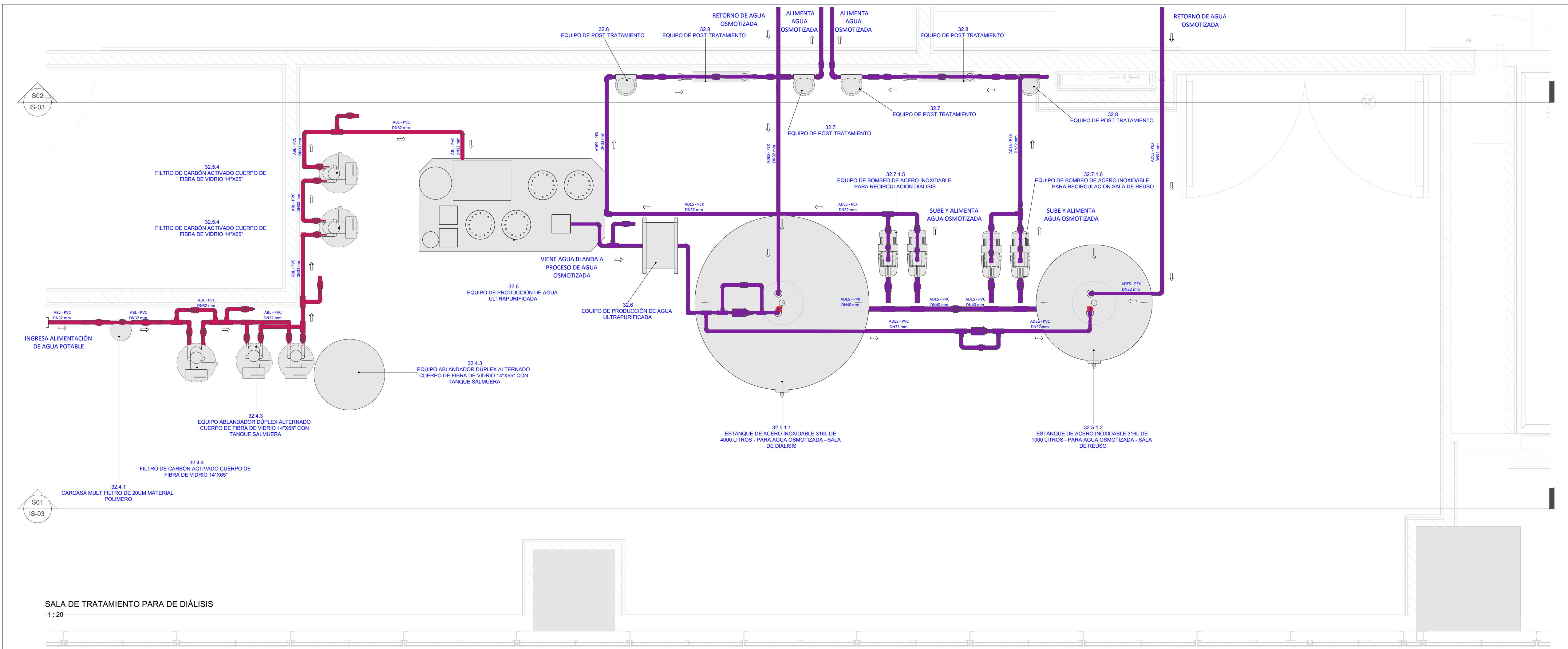
ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA:
1/250

AÑO:
2024

LÁMINA:
IS-01



Nivel 01
1 : 500

LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:

INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE

 **UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:

SALA DE TRATAMIENTO PARA
DIÁLISIS-PLANTA

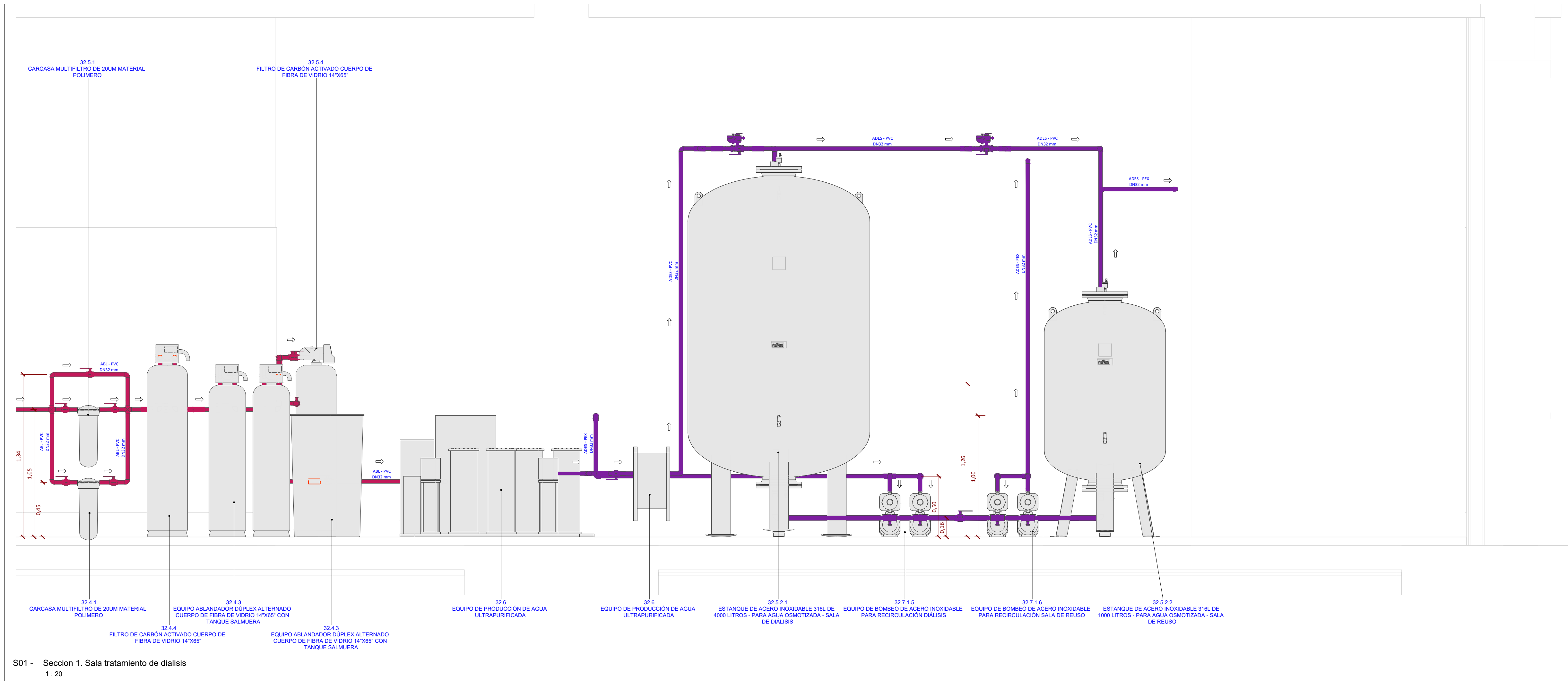
ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

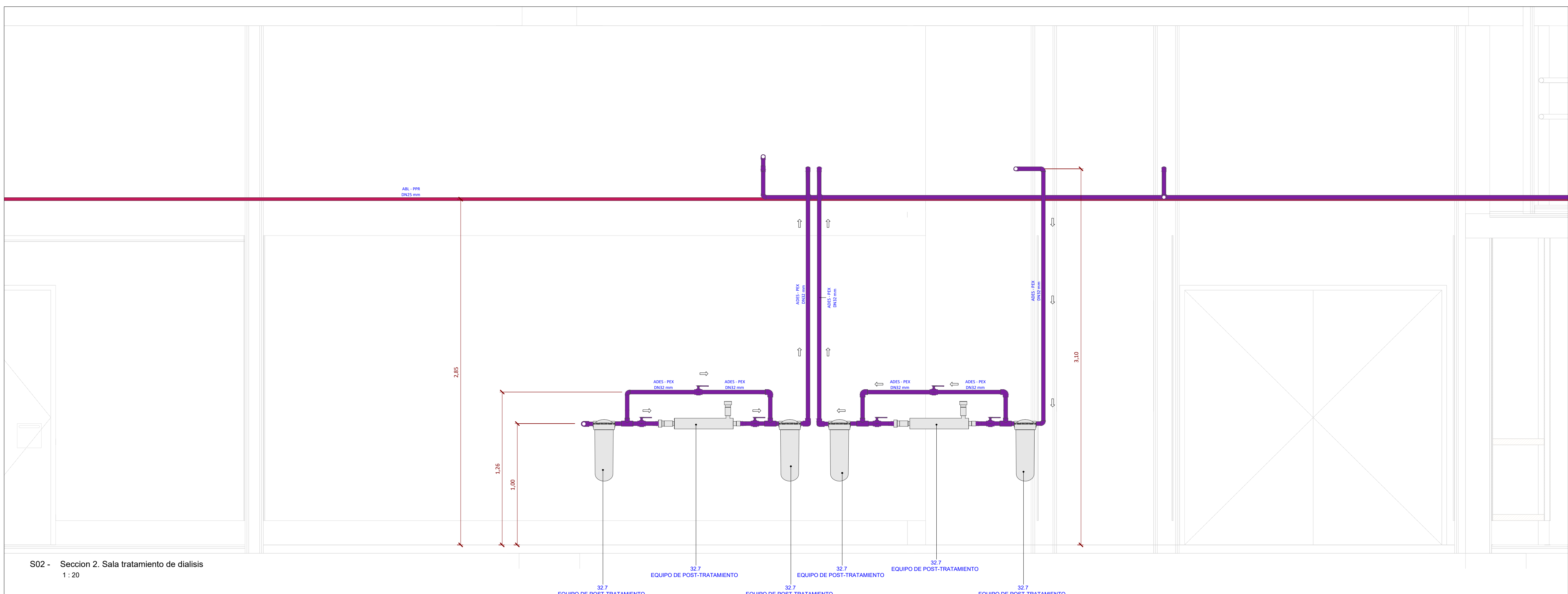
ESCALA:
1/20

AÑO:
2024

LÁMINA:
IS-02



S01 - Sección 1. Sala tratamiento de diálisis
1 : 20



S02 - Sección 2. Sala tratamiento de diálisis
1 : 20

LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:
**INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE**

**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:
**SALA DE TRATAMIENTO PARA
DIÁLISIS-CORTES**

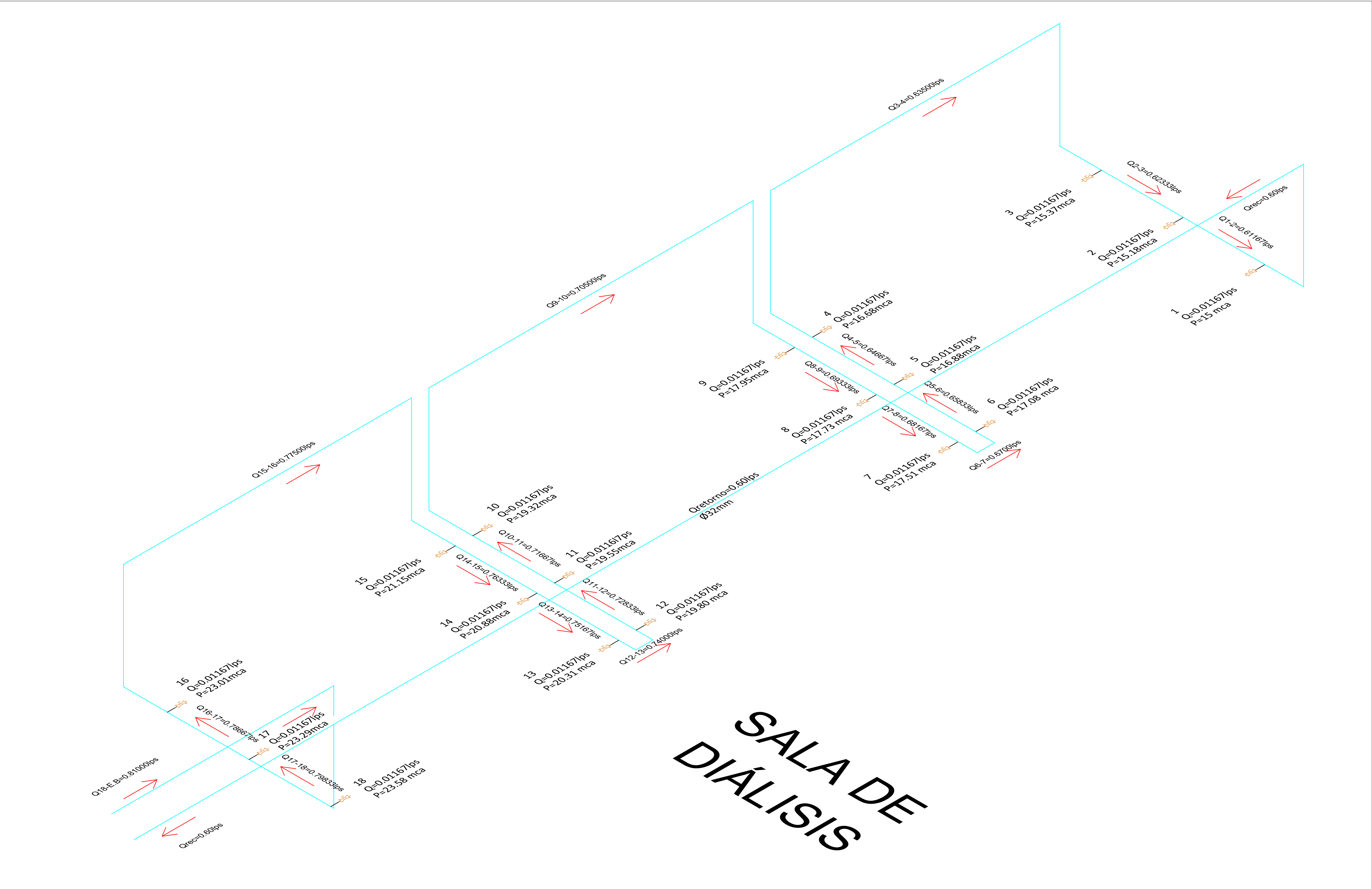
ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA:
1/20

AÑO:
2024

LÁMINA:
IS-03



4) PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (mt)																				
4.1) PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE																				
Tramo	P inicio	Qb	Qa	DN	Dinte	Veloc.	ACCESORIOS								Leq	L tub	L tot	Ks/D	N°	f
	mca	(lt/s)	(lt/s)	(mm)	(mm)	(m/s)	Codo 90°	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula bola	Válv. Check	Codo 45°	(ml)	(ml)	(ml)	Rugosida d relativa	De Reunolds	factor de fricción
01-02	15.00	0.01167	0.61167	32	26.20	1.13	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.61E+04	0.0242
02-03	15.18	0.01167	0.62333	32	26.20	1.16	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.66E+04	0.0241
03-04	15.37	0.01167	0.63500	32	26.20	1.18	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	12.16	20.31	2.7E-04	2.71E+04	0.0240
04-05	16.68	0.01167	0.64667	32	26.20	1.20	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.76E+04	0.0239
05-06	16.88	0.01167	0.65833	32	26.20	1.22	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.81E+04	0.0237
06-07	17.08	0.01167	0.67000	32	26.20	1.24	2	1	0	0	0	0	0	0	4.51	1.50	6.01	2.7E-04	2.86E+04	0.0236
07-08	17.51	0.01167	0.68167	32	26.20	1.26	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.91E+04	0.0236
08-09	17.73	0.01167	0.69333	32	26.20	1.29	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	2.96E+04	0.0235
09-10	17.95	0.01167	0.70500	32	26.20	1.31	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	13.04	21.19	2.7E-04	3.01E+04	0.0234
10-11	19.60	0.01167	0.71667	32	26.20	1.33	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.06E+04	0.0233
11-12	19.84	0.01167	0.72833	32	26.20	1.35	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.11E+04	0.0232
12-13	20.08	0.01167	0.74000	32	26.20	1.37	2	1	0	0	0	0	0	0	4.51	1.50	6.01	2.7E-04	3.15E+04	0.0231
13-14	20.59	0.01167	0.75167	32	26.20	1.39	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.20E+04	0.0230
14-15	20.85	0.01167	0.76333	32	26.20	1.42	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.25E+04	0.0229
15-16	21.11	0.01167	0.77500	32	26.20	1.44	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	12.16	20.31	2.7E-04	3.30E+04	0.0228
16-17	22.98	0.01167	0.78667	32	26.20	1.46	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.35E+04	0.0228
17-18	23.26	0.01167	0.79833	32	26.20	1.48	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	2.10	2.97	2.7E-04	3.40E+04	0.0227
18-E-B	23.55	0.01167	0.81000	32	26.20	1.50	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	10.00	19.96	2.7E-04	3.45E+04	0.0226
															hf total			10.53		

LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:
INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE



PLANO:
ISOMÉTRICO DE CÁLCULO
SALA DE DIÁLISIS

ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA: S/E
AÑO: 2024
LÁMINA: IS-04

SALA DE REUSO



LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:
**INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE**

 **UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:
**ISOMÉTRICO DE CÁLCULO
SALA DE REUSO**

ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA:
S/E

LÁMINA:
IS-05

AÑO:
2024

PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA POR LONGITUD Y ACCESORIOS (m)																							
4.1) PÉRDIDA DE CARGA DESDE SISTEMA DE BOMBEO HASTA EL PUNTO DE SALIDA MÁS DESFAVORABLE																							
Tramo	P inicio	Qb	Qa	Di	Dinte	Veloc.	ACCESORIOS								Leq	L tub	L tot	Ks/D	N°	f	Hfric	Cota inicial	cota final
	mca	(lt/s)	(lt/s)	(pulg)	(mm)	(m/s)	Codo 90°	Tee	Contrac (1/4)	Contrac (1/2)	Contrac (3/4)	Válvula Cpta	Válv. Check	Codo 45°	(ml)	(ml)	(ml)	Rugosida d relativa	De Reynolds	factor de fricción	(m)	(m)	(m)
01-02	15.00	0.00833	0.60833	32	26.20	1.13	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.59E+04	0.0242	0.094	464.000	464.000
02-03	15.09	0.00833	0.61667	32	26.20	1.14	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.63E+04	0.0241	0.097	464.000	464.000
03-04	15.19	0.00833	0.62500	32	26.20	1.16	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.66E+04	0.0240	0.099	464.000	464.000
04-05	15.29	0.00833	0.63333	32	26.20	1.17	4	1	0	0	0	0	0	0	8.15	8.47	16.62	2.7E-04	2.70E+04	0.0240	1.069	464.000	464.000
05-06	16.36	0.01667	0.65000	32	26.20	1.21	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.77E+04	0.0238	0.106	464.000	464.000
06-07	16.47	0.01667	0.66667	32	26.20	1.24	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.84E+04	0.0237	0.111	464.000	464.000
07-08	16.58	0.01667	0.68333	32	26.20	1.27	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.70	1.57	2.7E-04	2.91E+04	0.0235	0.116	464.000	464.000
08-09	16.69	0.01667	0.70000	32	26.20	1.30	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	10.60	20.56	2.7E-04	2.98E+04	0.0234	1.578	464.000	464.000
09-10	18.27	0.00833	0.70833	32	26.20	1.31	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.02E+04	0.0233	0.101	464.000	464.000
10-11	18.37	0.00833	0.71667	32	26.20	1.33	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.06E+04	0.0233	0.103	464.000	464.000
11-12	18.47	0.00833	0.72500	32	26.20	1.34	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.09E+04	0.0232	0.106	464.000	464.000
12-13	18.58	0.00833	0.73333	32	26.20	1.36	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.13E+04	0.0231	0.108	464.000	464.000
13-14	18.69	0.00833	0.74167	32	26.20	1.38	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.16E+04	0.0231	0.110	464.000	464.000
14-15	18.80	0.00833	0.75000	32	26.20	1.39	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.20E+04	0.0230	0.112	464.000	464.000
15-16	18.91	0.00833	0.75833	32	26.20	1.41	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.23E+04	0.0230	0.114	464.000	464.000
16-17	19.02	0.00833	0.76667	32	26.20	1.42	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.27E+04	0.0229	0.116	464.000	464.000
17-18	19.14	0.00833	0.77500	32	26.20	1.44	0	1	0	0	0	0	0	0	0.87	0.42	1.29	2.7E-04	3.30E+04	0.0228	0.119	464.000	464.000
18-E.B	19.26	0.00833	0.76667	32	26.20	1.42	5	1	0	0	0	0	0	0	9.96	35.00	44.96	2.7E-04	3.27E+04	0.0229	4.051	464.000	466.400
															hf total					8.31			

ESQUEMAS DE PRINCIPIO DE SALA DE TRATAMIENTO PARA DE DIÁLISIS

PRESIÓN MÍNIMA REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DIALISIS

Es la presión mínima requerida para pasar por el pre-tratamiento antes de llegar a la osmosis el cual pasa por el filtro multimedia, ablandador y filtros de carbón activado en serie.

Considerando:

a) Caudal de Tratamiento..... 0.52 l/s

A) PERDIDA DE CARGA EN LA LINEA DE IMPULSIÓN:

Fricción en tuberías							
Tramo	Caudal	longitud	C	Diámetro	Diámetro	V	hf
	(l/s)	(l)	HyW	(pulg)	(mm)	(m/s)	(m)
1	0.52	5.00	150	1	23.75	1.2	0.675
Total pérdida de carga por fricción							0.675

Pérdida de carga por accesorios

[illegible]

*Pérdida de carga en la línea de impulsión	4.16	m
--	------	---

hftub= 4.16 valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable

*Pérdida del filtro multimedia:	10.00	m
---------------------------------	-------	---

*Pérdida en los filtros de carbon activado en serie:	20.00	m
--	-------	---

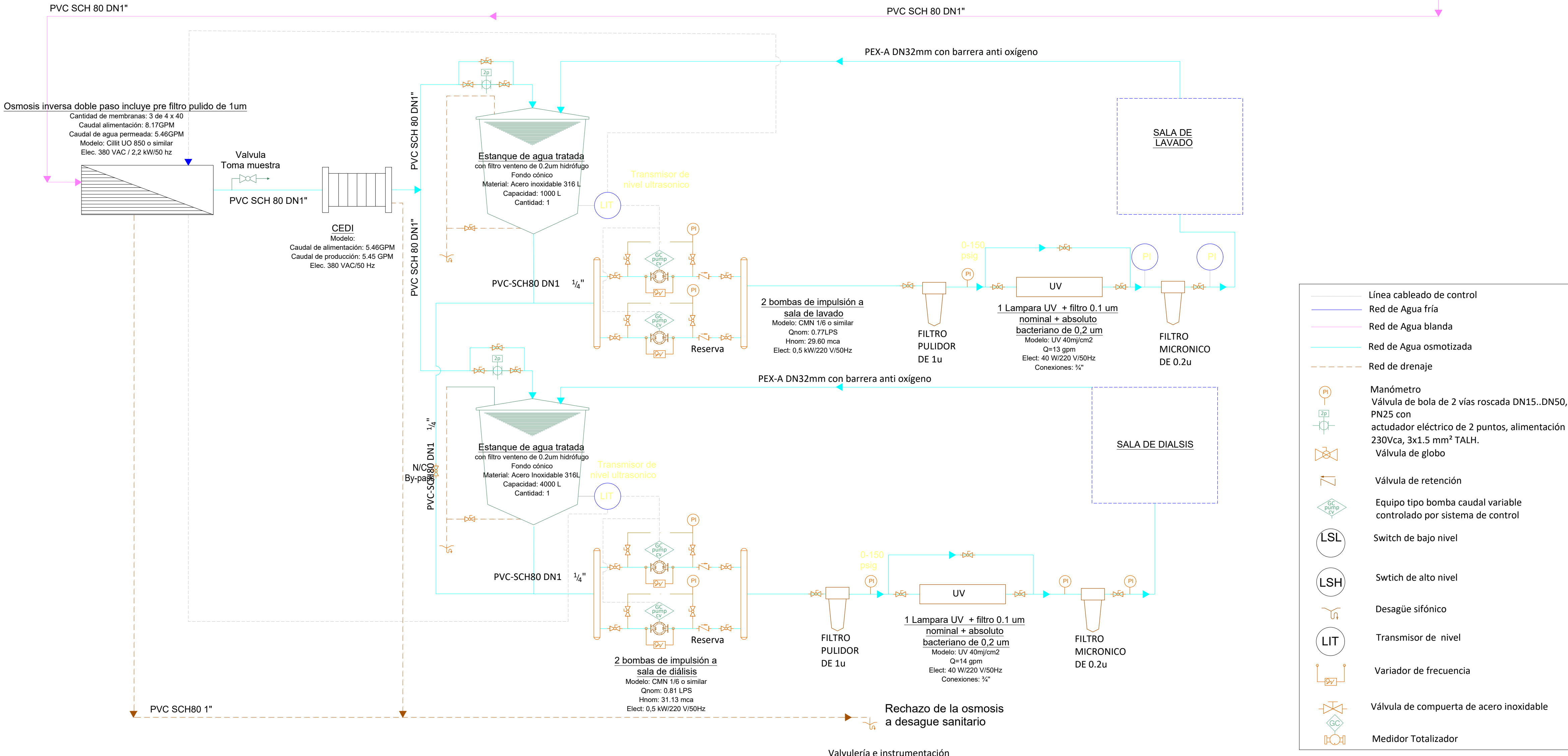
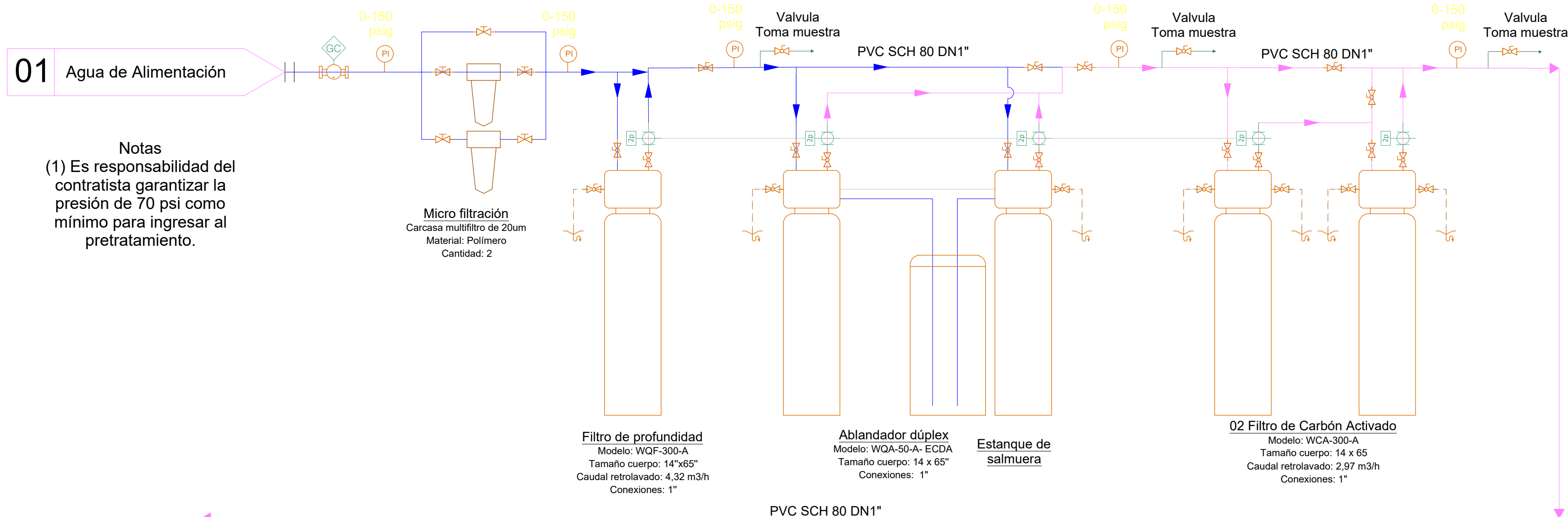
***Pérdida en el ablandador: 10.00**

Ento_{JB} = 4.16 mca (valor calculado desde la EB hasta el punto más desfavorable)

Ps = 5.00 mt (valor equivalente a la presión mínima en la entrada a la planta de osmosis inversa)

Hf fil = 40.00 mca (valor total de pérdida en el pre-tratamiento)

Luego; la Presión de entrada calculada será de..... **HDT = 49.16 mca**



LOCALIZACIÓN:

COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE

ESPECIALIDAD:

INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:

INSTALACIONES ESPECIALES - HEMODIÁLISIS - DEL HOSPITAL DE BUIN PAINE-CHILE



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:

ESQUEMA DE PRINCIPIOS - SALA DE TRATAMIENTO PARA DIÁLISIS

ASESOR:

Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:

Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA:

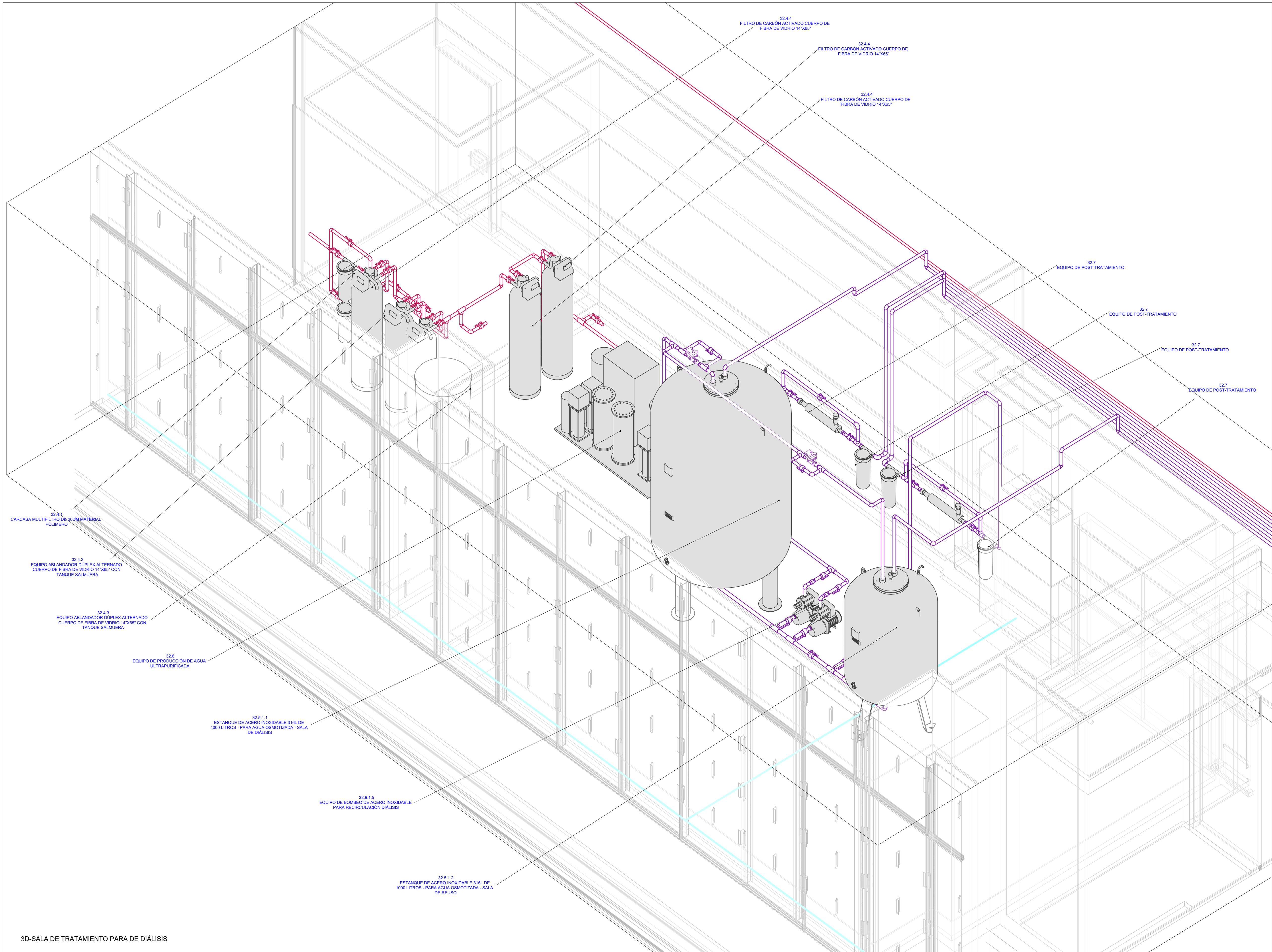
S/E

AÑO:

2024

ÁMINA:

S-06



3D-SALA DE TRATAMIENTO PARA DE DIÁLISIS

LOCALIZACIÓN:
COMUNA DE BUIN-PROVINCIA DE
MAIPO-REGIÓN METROPOLITANA
DE SANTIAGO-CHILE.

ESPECIALIDAD:
INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO:
**INSTALACIONES
ESPECIALES -
HEMODIÁLISIS - DEL
HOSPITAL DE BUIN
PAINE-CHILE**

 **UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERÍA**

PLANO:
**SALA DE TRATAMIENTO PARA
DIÁLISIS-3D**

ASESOR:
Ing. Roger Salazar Gavelan

ELABORADO POR:
Bach. Jhensson R. Cueva Saturio

ESCALA: 1/20
AÑO: 2024
LÁMINA: IS-07

Anexo 4:

Fichas técnicas

23G RO System

Reverse Osmosis System 3,000 to 16,500 GPD

Hemodialysis providers and patients around the world rely on the 23G reverse osmosis machine for push button simplicity and reliability. The 23G RO is registered with the FDA as a Class II Medical Device and is designed and tested to meet or exceed AAMI RD62 for RO product water.

Standard Features

- Quiet TEFC high efficiency pump
- Free standing design makes installation and maintenance easy
- Auto inlet shut-off valve
- Autoflush system
- Unique expandable frame to increase output
- Adjustable Flow Block
- Quality tested spiral wound elements
- Quick-connect permeate manifold service ports
- Centralized, user friendly monitoring panel
- Permeate divert to ensure high quality product
- Chemically compatible with 1% Minncare® Cold Sterilant disinfectant solution

Operating Parameters

- Recovery: 50-75%
- Control Voltage: 115 VAC 60 Hz; 220 VAC 50 Hz Single-Phase
- Motor Voltage: 208, 230, 460 VAC 60 Hz; 220, 380 VAC 50 Hz 3-Phase
- Membrane: HR (PA) Thin Film Composite
- Rejection Ionic: 95-98% (Assumes typical water with mono & polyvalent salt mix)
- Connections: 1-inch (2.5 cm) FNPT
- Materials: All Wetted Materials are Stainless Steel or Inert Plastic

Medical Device



ECM-100 Controller

- System Status Lights: Run, alarm, permeate divert, status lights and auxiliary lights
- Alarm Message Center: Alarm messages, maintenance reminders, interfaces with system operations and displays date and time
- RO operating data
- High-contrast LCD module with LED backlighting
- User-adjustable alarm limits and timers

Available Options

- Remote alarm
- Chemical feed system
- Clean-In-Place (CIP)
- pH monitor
- Expansion kits
- Locking casters
- Single-Phase motor

Technical Data

23G Series RO Specifications										
Standard Model@ 77°F (25°C)										
Capacity - gpd	3,000 ¹	4,500 ¹	6,000	7,500	9,000	10,500	12,000	13,500	15,000	16,500
Capacity - m3/d	11.4	17.1	22.7	28.4	34.1	39.8	45.5	51.2	56.9	62.5
Power - hp	5	5	5	5	5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Power - kw	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
¹ 50% Recovery Available Only										

Feedwater Requirements

Free Chlorine Level	(Min.) 0.0 ppm (mg/L)	(Max.) <0.1 ppm (mg/L)
pH	(Min.) 5.8	(Max.) 10.0
Pressure	(Min.) 20 PSI (1.4 bar)	(Max.) 60 PSI (4.1 bar)
Temperature	(Min.) 35°F (2°C)	(Max.) 85°F (29°C)

- Langelier Saturation Index (LSI) as calculated on concentrate total dissolved solids (TDS) must be negative.
- Permeate flows vary with temperature; all model capacities nominally rated at 77°F (25°C).

FICHA TECNICA

Bombas de impulsión hacia diálisis

CMN -1-6



La bomba de la línea TX es una bomba centrífuga horizontal con cuerpo en AISI 316, succión y descarga roscada, de funcionamiento suave y silencioso. Sus excelentes rendimientos reducen los gastos de operación. El motor es de 2 polos refrigerado por aire, apropiado para servicio continuo, IP 55, aislación Clase F. Los motores monofásicos incluyen condensador de partida y protección térmica. Como la versión en monobloc, sus dimensiones son compactas y reducidas.

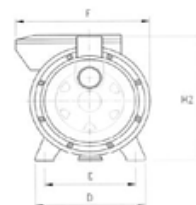
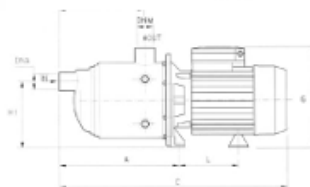
Los principales campos de aplicación son aguas limpias del sector doméstico, agrícola e industrial, sistemas de presión, riego, agua potable o con glicol, tratamiento de agua, industria alimenticia, calefacción y refrigeración y sistemas de lavado.

Características técnicas:

Cuerpo hidráulico	:	Acero inoxidable 316
Impulsor	:	Acero inoxidable 316
Diámetro conexión	:	G 1"
P1, kW	:	0,5
P2, kW	:	0,46
Peso, kg	:	12,4

Principales datos dimensionales		Curva	
		Q m ³ /h	H (m)
C, mm	342	0	45
G, mm	184	0,6	42
		1,2	36
		1,8	27,5
		2,4	17,5

Cantidad bombas : 2



Fotografía referencial

				
	Powered by <i>Sterilight</i>	Powered by <i>Sterilight</i>	Powered by <i>Sterilight</i>	Powered by <i>Sterilight</i>
	• Suitable for applications with water flow rates up to 9 gpm (34 lpm) • High output lamp technology allows for a more compact footprint without compromising performance	• Powerful, compact UV disinfection system designed for the larger home or light commercial application • Recommended for flow rates up to 18 gpm (68 lpm) and available with UV sensor (VH410M - Home Plus section)	• Adds integral 5 micron pre-filtration module to the VH200 UV system • Mounted on a reversible, heavy duty, painted steel bracket for installation flexibility and convenience	• Adds integral 5 micron pre-filtration module to the VH410 UV system • Mounted on a reversible, heavy duty, painted steel bracket for installation flexibility and convenience
	IMPROVED WARRANTY	NEW	IMPROVED WARRANTY	NEW
PART NUMBERS				
N. America (NEMA P-15)	VH200	VH410	VH200-F10	VH410-F20
EU CEE (CEE 7/7)	VH200/2	VH410/2	VH200-F10/2	VH410-F20/2
AUS/NZ (AS 3112)	VH200/2A	VH410/2A	VH200-F10/2A	VH410-F20/2A
UK (BS 1363)	VH200/2B	VH410/2B	VH200-F10/2B	VH410-F20/2B
DISINFECTION FLOW RATES	Flow rates based on 95% UVT water (70% UVT for NSF 55 certified systems)			
16 mJ/cm ²	16 GPM (60 lpm) (3.6 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.8 m ³ /hr)	16 GPM (60 lpm) (3.6 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.8 m ³ /hr)
30 mJ/cm ²	9 GPM (34 lpm) (2.0 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)	9 GPM (34 lpm) (2.0 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)
40 mJ/cm ²	7 GPM (26 lpm) (1.6 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)	7 GPM (26 lpm) (1.6 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)
SPECIFICATIONS				
Dimensions inch (cm)	17 3/4" x 3 1/2" (45 cm x 8.9 cm)	23 1/2" x 3 1/2" (59.6 cm x 8.9 cm)	17" x 10 1/2" x 18" (43 cm x 26 cm x 45 cm)	17" x 10 1/2" x 28" (43 cm x 26 cm x 71 cm)
Shipping Weight lbs (kg)	12 lbs (5.4 kg)	17 lbs (7.7 kg)	26 lbs (11.8 kg)	32 lbs (14.5 kg)
Connection Size	3/4" - 1" MNPT COMBO (1/2B - BSP)	3/4" - 1" MNPT COMBO (1/2B - BSP)	1" MNPT INLET / 1" x 3/4" COMBO OUTLET (1/2B - BSP)	1" MNPT INLET / 1" x 3/4" COMBO OUTLET (1/2B - BSP)
Power Consumption	35W	60W	35W	60W
REPLACEMENT PARTS				
Lamp/Quartz Sleeve Kit	QL-200	QL-410	QL-200	QL-410
UV Lamp Only	S200RL-HO	S410RL-HO	S200RL-HO	S410RL-HO
Quartz Sleeve Only	QS-001	QS-410	QS-001	QS-410
Controller	BA-ICE-CL	BA-ICE-CL	BA-ICE-CL	BA-ICE-CL
Sediment Cartridge	—	—	CMB-510-HF	CMB-520-HF
Carbon Cartridge	—	—	—	—

Filtro De Carbón Activado

Los Filtros de carbón activado son equipos que contienen carbón activado granular, como medio de filtración para remover componentes naturales y/o industriales del agua. Estos equipos están especialmente diseñados para poder remover el cloro y la materia orgánica que es la causante del mal olor, color y sabor en el agua. También remueve orgánicos como fenoles, muchos pesticidas y herbicidas del agua. La activación del carbón produce una excelente superficie de filtración y le permite al carbón activado tener una gran capacidad de absorción de impurezas del agua.

Gracias a esta absorción es que el carbón activado llega a tener una gran capacidad de retención. Aproximadamente un pie³ de carbón activado podría remover cloro libre de un millón de litros de agua que tuviera 1 ppm de cloro (si el diseño es de un flujo de 4 gpm, PH 7 y temperaturas mas altas). Para una buena retención de orgánicos del agua es recomendable que los flujos no excedan a mas de 1 galón por pie³ de carbón activado. La vida útil del carbón dependerá de la calidad del agua a tratar y la frecuencia de los retro lavado del filtro, es por eso que se recomienda que estos filtros se retrolaven correctamente para mantener la cama filtrante limpia y en buen estado, con los granos de carbón sin pulverizarse. Nuestros filtros incluyen una válvula automática Pentair para realizar el proceso de retro lavado y enjuague del filtro.

Aplicaciones o Usos

- Pre tratamiento de equipo osmosis inversa.
- Potabilización de agua.
- Para tratamiento de aguas industriales y residuales.
- Para plantas de llenado de bidón.

Características del filtro:

- Carbón activado de alta remoción.
- Válvula de control automático, para retrolavar por tiempo o volumen.
- Tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio, de gran resistencia a la corrosión.
- Presión de operación 30 PSI.



Datos de Diseño

Velocidad de filtración	5gpm/ft ² sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)
Velocidad de retrolavado	8-10gpm/ft ² sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)

Tabla de especificaciones

	Capacidad (pies ³)	Dimensiones tanque (pies ³)	Válvula	Peso (kg)	Conexión ingreso/salida	Flujo a tratar GPM 5 gpm/ft ²	Flujo de Backwash GPM 8 gpm/ft ²	Flujo de Backwash GPM 10 gpm/ft ²
GAC-0.5	0.5	7" x 35"	Performa logix	14.92	1	1.3	2.1	2.7
GAC-1.0	1	9" x 48"	Performa logix	26.9	1	2.2	3.5	4.4
GAC-1.5	1.5	10" x 54"	Performa logix	35.8	1	2.7	4.4	5.5
GAC-2.0	2.0	12" x 48"	Performa logix	43.3	1	3.9	6.3	7.9
GAC-2.5	2.5	13" x 54"	Performa logix	52.6	1	4.6	7.4	9.2
GAC-3.0	3.0	14" x 65"	Performa logix	63.8	1	5.3	8.6	10.7
GAC-4.0	4.0	16" x 65"	Performa CV	81.6	1	7.0	11.2	14.0
GAC-5.0	5.0	18" x 65"	Performa CV	107.5	1	8.8	14.1	17.7
GAC-6.0	6.0	18" x 65"	Performa CV	121.5	1	8.8	14.1	17.7
GAC-7.0	7.0	21" x 62"	Performa CV	140.5	1	12.0	19.2	24.1
GAC-8.0	8.0	21" x 62"	Magnum IT	154.5	2	12.0	19.2	24.1
GAC-10.0	10.0	24" x 72"	Magnum IT	201.2	2	15.7	25.1	31.4
GAC-12.0	12.0	24" x 72"	Magnum IT	229.3	2	15.7	25.1	31.4
GAC-15.0	15.0	30" x 72"	Magnum IT	306.3	2	24.5	39.3	49.1
GAC-20.0	20.0	36" x 72"	Magnum IT	—	—	35.3	56.5	70.7

Nota :

1. Los flujos de la tabla son los sugeridos para lograr el efecto deseado de acuerdo al tiempo de contacto del agua con el carbón activado, diseñado con un residual de cloro de 0.5 ppm.

Ablandadores

Los Ablandadores de agua por intercambio iónico son el método mas eficiente y económico para eliminar la dureza del agua, causante del sarro, tanto en el hogar como en la industria. Nuestro ablandador por intercambio iónico de resinas reemplaza los iones de calcio y magnesio presentes en el agua dura por iones mucho mas benignos, como el sodio. Este proceso previene la formación y el deposito de sarro en grifería, cañerías, termo tanques, calderas, electrodomésticos y maquinarias que este en contacto con el agua, protegiendolos y prolongando su vida útil. Además evita que se forme el residuo duro y grisáceo típico que se ve cuando el agua dura entra en contacto con el jabón.

En su hogar, notara que su ropa queda mas limpia, suave y brillante después del lavado, necesitara menos jabón para obtener mejores resultados. Por otro lado, su piel y cabello van a adquirir una suavidad y tersura imposible de obtener con agua dura.

Después de haber ablandado varios miles de litros de agua de minerales perjudiciales, la resina comienza a saturarse. En ese momento, el ablandador necesita entrar en un ciclo de regeneración de la resina para seguir funcionando correctamente, nuestros ablandadores inician este proceso automáticamente por tiempo o por la cantidad de agua consumida usando las válvulas automáticas de Pentair.

DATOS DE DISEÑO

Flujo de Servicio :	2-5 gpm/ft3 resina (basado en datos del fabricante de resina)
Flujo de Retrolavado:	5 gpm/ft2 (basado en datos del fabricante de resina)
Consumo de sal por Regeneración:	15 lb/ft3 resina (calculado para nivel Alto de sal)
Temperatura Ambiente 4 – 48.9 °C	
Temperatura de Operación 4 – 38 °C	
Presión de Operación 25-50 psi	

REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN

Conexión de la Válvula:	1.0" MPT (entrada y salida)
Diámetro de Apertura del Tanque:	2.5" FPT
Conexión del Drenaje:	¾" MPT
Conexión de Línea de Salmuera :	3/8 " MPT
Diámetro del Tubo Distribuidor:	1.050" (para embonar)



Ablandador Performa

Especificaciones Técnicas								
Modelo	Codigo	Tipo de Regeneración	Valvula Ge	ft3 Resina	Dimensión Tanque	Flujo (GPM)		
						Servicio MIN	Servicio MAX	BKW
Simplex								
WS- 0.5 pie3 Performa	0111330119	Tiempo	Performa Logix 268/740	0.5	7"x 35"	1.0	2.5	1.1
WS- 1.0 pie3 Performa	0111330101	Tiempo	Performa Logix 268/740	1.0	9"x 48"	2.0	5.0	2.2
	0111330185	Volumen	Performa Logix 268/740	1.0	9"x 48"	2.0	5.0	2.2
WS- 1.5 pie3 Performa	0111330138	Tiempo	Performa Logix 268/740	1.5	10"x 54"	3.0	7.5	2.7
	0111330169	Volumen	Performa Logix 268/760	1.5	10"x 54"	3.0	7.5	2.7
WS- 2.0 pie3 Performa	0111330102	Tiempo	Performa Logix 268/740	2.0	12"x 48"	4.0	10.0	3.9
	0111330120	Volumen	Performa Logix 268/760	2.0	12"x 48"	4.0	10.0	3.9
WS- 2.5 pie3 Performa	0111330153	Tiempo	Performa Logix 268/740	2.5	13"x 54"	5.0	12.5	4.6
	0111330182	Volumen	Performa Logix 268/760	2.5	13"x 54"	5.0	12.5	4.6
WS- 3.0 pie3 Performa	0111330103	Tiempo	Performa Logix 268/740	3.0	14"x 65"	6.0	15.0	5.3
	0111330121	Volumen	Performa Logix 268/760	3.0	14"x 65"	6.0	15.0	5.3

Filtro Turbiclean

Turbiclean es la tercera generación de medio filtrante para remover partículas y sedimentos hasta 3 micras. Es el mejor medio filtrante para la reducción de SDI o turbidez como pre tratamiento de sistemas de osmosis inversa.

Los filtros Turbiclean de Merinsac, tienen válvulas automáticas que se programan para realizar la limpieza del medio por tiempo o por volumen.

Características del filtro:

- Turbiclean
- Válvula de control automático, para retrolavar por tiempo o volumen.
- Tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio, de gran resistencia a la corrosión.
- Presión de operación 30 psi

Cuadro Comparativo

Como medir:

Basado a nuestra experiencia, para el cálculo de las capacidades de los filtros debemos tener en cuenta la Velocidad de Flujo de Servicio y el Flujo de Retro lavado.

En el cuadro se muestra un comparativo de ambos filtros con el mismo flujo de retro lavado y a su menor velocidad de flujo de servicio.

*Para el cuadro comparativo se asume de manera conservadora

PROCESO	TURBICLEAN	COMPETENCIA
A. Esfuerzo Mecánico	✓	✓
B. Sedimentación	✓	✓
C. Floculación	✓	✓
D. Absorción Física	✓	
E. Absorción Electroestática	✓	
F. Intercambio Iónico	✓	
Capacidad de Retención		
	TURBICLEAN	MULTIMEDIA Arena
Filtros Presurizados -	15-20	12-15 8-12
Capacidad de Retención	3-5µ	12-15µ 25-30µ
Factor de Carga de Filtrado	2.8X	1.5X X

* FLOW RATE gpm/ft²

Tabla de especificaciones

MODELO	CAPACIDAD (pie3)	DIMENSIONES (pulg)	VÁLVULA	PESO (Kg)	CONEXIÓN ingreso/Salida (pulg)	FLUJO A TRATAR GPM 12 gpm/ft2	FLUJO A TRATAR GPM 20 gpm/ft2	FLUJO DE BACKWASH GPM 15 gpm/ft2	FLUJO DE BACKWASH GPM 20 gpm/ft2
TBC - 0.5	0.5	7" x 35"	PERFORMA LOGIX	18	1	3.2	5.3	4.0	5.3
TBC - 1.0	1.0	9" x 48"	PERFORMA LOGIX	33	1	5.3	8.8	6.6	8.8
TBC - 1.5	1.5	10" x 54"	PERFORMA LOGIX	48	1	6.5	10.9	8.2	10.9
TBC - 2.0	2.0	12" x 48"	PERFORMA CV	60	1	9.4	15.7	11.8	15.7
TBC - 2.5	2.5	13" x 54"	PERFORMA CV	76	1	11.1	18.4	13.8	18.4
TBC - 3.0	3	14" x 65"	PERFORMA CV	93	1	12.8	21.4	16.0	21.4
TBC - 4.0	4	16" x 65"	PERFORMA CV	122	1	16.8	27.9	20.9	27.9
TBC - 5.0	5	18" x 65"	MAGNUM IT	164	1	21.2	35.3	26.5	35.3
TBC - 6.0	6	18" x 65"	MAGNUM IT	189	1	21.2	35.3	26.5	35.3
TBC - 7.0	7	21" x 62"	MAGNUM IT	218	1	28.9	48.1	36.1	48.1
TBC - 8.0	8	21" x 62"	MAGNUM IT	243	2	28.9	48.1	36.1	48.1
TBC - 10.0	10	24" x 72"	MAGNUM IT	305	2	37.7	62.8	47.1	62.8
TBC - 12.0	12	30" x 72"	MAGNUM IT	375	2	37.7	62.8	47.1	62.8
TBC - 15.0	15	30" x 72"	MAGNUM IT	450	2	58.9	98.2	73.6	98.2

	FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO TUBO BARBI PEX-a con Barrera Antioxígeno (BAO)	Revisión: 1 Fecha: 07/02/2018 Pág. 1 de 3
---	---	---

Descripción del producto

Tubería monocapa de polietileno reticulado por el método del peróxido, con barrera antidifusión de oxígeno, según los requerimientos de la norma europea EN 15875-2.

La barrera EVOH antidifusión de oxígeno es una fina capa del copolímero etil-vinil-alcohol que evita la permeabilidad del tubo a la difusión de oxígeno, eliminando el problema de aporte de oxígeno al caudal de agua y la corrosión en los elementos metálicos de la instalación que ello produciría, alargando la vida útil de toda la instalación.

Propiedades de la tubería BARBI PEX-a BAO

Las tuberías BARBI PEX-a BAO combinan las ventajas de los tubos **PEX-Peróxido** (excelente resistencia a presiones y temperaturas elevadas, gran flexibilidad,...) con las propiedades antidifusión de la barrera BAO.

Por todo ello:

- Los tubos con barrera BAO tienen la **misma resistencia a la temperatura, resistencia a la presión y años de garantía** que los tubos PEX sin barrera.
- Ofrecen una permeabilidad al oxígeno reducida.
- Los tubos BAO precisan de los **mismos accesorios-racores** que los tubos PEX sin barrera.
- La **memoria térmica** en los tubos BAO es igual a la de los tubos PEX.
- Los tubos BAO se pueden utilizar también para **uso sanitario y de calefacción**, al estar certificados según norma UNE-EN ISO 15875, para alcanzar 95°C de temperatura e incluso 110°C durante breves espacios de tiempo.

Las tuberías de polietileno reticulado BARBI se fabrican utilizando la tecnología Monosil, procedente de la fabricación de cables de fibra óptica, que garantiza una resistencia a la presión un 35% superior a la obtenida con otros sistemas de fabricación. Esta mayor resistencia del método MONOSIL respecto a otros sistemas de fabricación se consigue gracias a que las uniones entre cadenas de polietileno son de carácter tridimensional, es decir, son más fuertes que las uniones conseguidas con otros medios de fabricación en las que las uniones son planas.

Características técnicas

Característica	Valor	Unidades
Dilatación lineal	$1,4 \times 10^{-4}$	K ⁻¹
Conductividad térmica	0,38	W/mK
Temperatura máxima de trabajo	95	°C
Temperatura máxima puntual	110	°C
Presión máxima de trabajo a 95°C	6 (para la serie 5) *	bar
	10 (para la serie 3,5) **	bar
	10 (para la serie 3,2) ***	bar
Rugosidad	0,007	mm
Densidad	0,945	g/cm ²

Clack®

WS1CI TWIN ALTERNATING CONTROL VALVE

**WATER
SPECIALIST
CONTROL
VALVE**



Certified to NSF/ANSI/CAN 61, NSF/ANSI 44 and 372.

- Service flow 106 lpm (6.36 m³/h) (28 gpm), backwash flow 57 lpm (3.40 m³/h) (15 gpm) with meter and bypass installed
- Solid state microprocessor with easy access front panel settings
- Four methods to initiate regeneration; meter immediate, meter delayed, time clock delayed or pressure differential
- Program in ppm, French degrees, German degrees, or cubic meters
- Fully programmable regeneration cycle sequence (maximum 9)
- Programmable regeneration cycle times
- Days override feature; 1 – 28 days available
- Backwash and brining ability to 21" diameter tanks
- Downflow/upflow regeneration
- Stores system configuration and operation data in nonvolatile memory
- Coin Cell Lithium battery back-up with a 24 hour carry over
- Level VI 15-volt output DC power supply provides safe and easy installation
- Control valve design provides optimum service and backwash rates
- Soft/treated water regeneration
- Pre or Post soft/treated water regenerant refill
- Low salt alarm
- 24-hour clock
- Reliable and proven DC drive
- One piece expanding seal spacer stack assembly
- Linearly reciprocating piston operation

Water Specialist 1" CI Twin Alternating Specifications

Inlet/Outlet Fittings.....	¾" to 1.5" NPS
Cycles	up to 9
Valve Material	Fiber Reinforced Composite
Regeneration	Downflow/Upflow
FLOW RATES	
Service @ 15 psi/1 bar drop (includes bypass and meter).....	106 lpm (6.36 m³/h) (28 gpm)
Backwash @ 25 psi/1.7 bar drop (includes bypass).....	57 lpm (3.40 m³/h) (15 gpm)
Cv Service	7.28
Cv Backwash	2.96
OPERATING PRESSURES	
Minimum/Maximum	20 - 125 psi (1.4 - 8.6 bar)
OPERATING TEMPERATURES	
Minimum/Maximum	40° - 110° F (4° - 43° C)
METER	
Accuracy	± 5%
Flow Rate Range.....	0.95 - 102 lpm
Volume Range	0.02 - 5,700 m³
Totalizer	1 m³ - 99,999 m³
DIMENSIONS & WEIGHT	
Distributor Pilot.....	1.050" OD Pipe (¾" NPS)
Drain Line	¾" or 1" NPT
Brine Line	¾" or ½" OD Poly Tube Compression
Mounting Base.....	2 ½" - 8 NPSM
Height From Top Of Tank.....	7 ¾" (187 mm)
Weight	16 lbs (7.25 kg)
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	
POWER SUPPLY	
	U.S. International
Supply Voltage	100VAC to 120VAC200VAC to 240VAC
Supply Frequency.....	50/60 Hz.....50/60 Hz
Output Voltage	15VDC.....15VDC
Output Current	500 mA.....500 mA
TANK APPLICATIONS	
Water Softener	6" - 21" Diameter
Water Filter (1)	6" - 21" Diameter
CYCLES OF OPERATION	
Choose up to nine regeneration cycles, in any order, with a wide range of available values:	
Cycle	Range of values
Backwash.....	1 - 120 minutes
Rinse.....	1 - 120 minutes
Pause (service).....	1 - 480 minutes
Brine (co-current).....	1 - 180 minutes
Brine (counter-current).....	1 - 180 minutes
Refill (softener)	0.05 - 90.00 Kg
Refill (filter)	0.2 - 76.00 Liters

Options: Backwash Filter, Bypass, Weather Cover

Compatible with the following typical concentrations of regenerants or chemicals: Sodium chloride, potassium chloride, potassium permanganate, sodium bisulfite, chlorine and chloramines