

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“CONTROL DE LA LINEA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS PARA LA ELABORACIÓN DE
PRODUCTOS DE LIMPIEZA EN LA EMPRESA
INTRADEVCO INDUSTRIAL – LURIN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR

ZUMAETA ZUTA, AYRTON ANDRÉ

Callao, 2022

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional fue expuesto por el Bachiller **ZUMAETA ZUTA AYRTON ANDRE** ante el Jurado de Exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

ING° AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA	Presidente
ING° GUTIERREZ CUBA CÉSAR	Secretario
ING° PANTOJA CADILLO AGERICO	Vocal
ING° DÍAZ GUTIERREZ ALBERTINA	Asesora

Tal como está asentado en el Libro de actas N° 02 Folio N° 39 y Acta N° 233 de fecha VEINTICUATRO de JUNIO del 2022, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU del 30 de octubre de 2018

DEDICATORIA

A mis padres y hermano por enseñarme que el camino puede ser agreste y la meta observarse distante, también mencionar a la Srta. Lively quien fue mi soporte en toda esta travesía; por ello, acercarnos a nuestros objetivos requiere que no dejemos de creer y avanzar

ÍNDICE

I.	ASPECTOS GENERALES	8
1.1.	Objetivos.....	8
1.1.1.	Objetivo General	8
1.1.2.	Objetivos Específicos	8
1.2.	Organización de la empresa Intradevco Industrial Lurín	8
1.2.1.	Política Institucional	8
1.2.1.	Organigrama.....	10
1.3.	Área de desempeño en Intradevco Industrial Lurín	11
II.	FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	13
2.1.	Marco Teórico	13
2.1.1.	Agua.....	13
2.1.2.	Calidad del agua.....	18
2.1.3.	Tratamiento de agua	25
2.1.4.	Tratamiento de agua por Ósmosis Inversa	29
2.1.5.	Planta de Tratamiento de Agua.....	39
2.2.	Descripción de las actividades desarrolladas	42
2.2.1.	Caracterización del agua de pozo.....	42
2.2.2.	Unidad de tratamiento de aguas MEGA 100.....	45
2.2.3.	Unidad de tratamiento de aguas E4H – 43K.....	57
2.2.4.	Descripción de la toma de los parámetros fisicoquímicos	64
III.	APORTES REALIZADOS.....	73
3.1.	Protocolos de las Unidades de Tratamiento de Aguas	73
3.1.1.	Protocolos de la Unidad de Tratamiento de Aguas MEGA 100	73

3.1.2.	Protocolos de la unidad de tratamiento de aguas E4H – 43K	108
3.1.3.	Ocurrencias en la ausencia de los protocolos.....	115
3.2.	Estandarización de rangos de operación.....	116
3.3.	Evaluación y mantenimiento de rangos de operación	118
3.3.1.	Membranas del Housing N°4 y N°5 (MEGA 100).....	118
3.3.2.	Membranas del Housing N°1 y N°3 (MEGA 100)	121
3.3.3.	Limpieza química de membranas (E4H - 43K).....	124
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	127
4.1.	Discusión de Resultados.....	127
4.2.	Conclusiones	130
V.	RECOMENDACIONES	131
VI.	BIBLIOGRAFÍA	132
	ANEXOS	134
A.1.	Ficha Técnica del filtro multimedia	134
A.2.	Ficha Técnica del filtro UV	135
A.3.	Ficha Técnica del equipo de equipo de ósmosis inversa MEGA	137
A.4.	Ficha Técnica del equipo de ósmosis inversa E4H	139
A.5.	Ficha Técnica del potenciómetro	140
A.6.	Ficha Técnica del conductímetro	142
A.7.	Ficha Técnica del medidor de hierro.....	143
A.8.	Red de distribución del agua de la planta de tratamiento de agua.	144
A.9.	Especificaciones técnicas de las membranas semipermeables	149
A.10.	Protocolos citados de otras empresas	152

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Tipos de Agua según su dureza.....	23
TABLA 2 Rangos de Alcalinidad.....	25
TABLA 3 Rangos de pH según coagulante utilizado	27
TABLA 4 Características del agua del pozo subterráneo.....	42
TABLA 5 Metales totales por ICP-MS	43
TABLA 6 Análisis desarrollados en laboratorio.....	44
TABLA 7 Análisis desarrollados en campo.....	45
TABLA 8 Especificaciones técnicas del equipo de ósmosis inversa (<i>MEGA 100</i>)	52
TABLA 9 Especificaciones técnicas del equipo de ósmosis inversa (<i>E4H - 43K</i>)	61
TABLA 10 Requerimientos para el manejo del llenado del tanque subterráneo	75
TABLA 11 Requerimientos del arranque del equipo de ósmosis inversa	78
TABLA 12 Requerimientos de la limpieza del filtro multimedia	82
TABLA 13 Especificaciones del agua ingresante al filtro UV	87
TABLA 14 Requerimientos del funcionamiento del filtro UV	87
TABLA 15 Requerimientos de la dosificación del anti incrustante.....	91
TABLA 16 Requerimientos para el retrolavado de los filtros multimedia.....	94
TABLA 17 Requerimientos de la limpieza química de las membranas	99
TABLA 18 Requerimientos del cambio de las membranas	103
TABLA 19 Requerimientos de la visualización del tiempo trabajado (<i>MEGA 100</i>)	107
TABLA 20 Requerimientos del manejo del panel de control	110
TABLA 21 Requerimientos de la visualización del tiempo trabajado (<i>E4H – 43K</i>)	113
TABLA 22 Especificaciones históricas de la unidad de tratamiento de aguas (<i>MEGA 100</i>).....	116
TABLA 23 Especificaciones históricas de la unidad de tratamiento de aguas (<i>E4K-43K</i>).....	117

TABLA 24 Medición diaria de parámetros de la ósmosis inversa <i>MEGA 100</i> (21/11/2018)	120
TABLA 25 Medición diaria de parámetros de la ósmosis inversa <i>MEGA 100</i> (14/09/2019)	123
TABLA 26 Medición diaria de parámetros de la ósmosis inversa <i>E4H – 43K</i> (06/07/2019)	126

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Logo institucional de Intradevco Industrial S.A.	9
FIGURA 2	Organigrama de Intradevco Industrial-Lurín.....	10
FIGURA 3	Diagrama de flujo del proceso de formulación de aerosoles	11
FIGURA 4	Diagrama de flujo del proceso de control de calidad.....	12
FIGURA 5	Distribución del agua en el Mundo.....	13
FIGURA 6	Ósmosis Directa	29
FIGURA 7	Presión Osmótica	30
FIGURA 8	Ósmosis Inversa.....	30
FIGURA 9	Módulo de ósmosis inversa	31
FIGURA 10	Modulo en Paralelo.....	33
FIGURA 11	Modulo en serie	34
FIGURA 12	Succión del agua subterránea	45
FIGURA 13	Bombas de alimentación de agua cruda.....	46
FIGURA 14	Filtros Multimedia	47
FIGURA 15	Equipo de filtración UV	47
FIGURA 16	Dosificación del anti incrustante	48
FIGURA 17	Pre filtros de 5 y 1 micra	48
FIGURA 18	Bomba RO.....	49
FIGURA 19	Porta membranas de permeado MEGA 100	50
FIGURA 20	Porta membranas de concentrado MEGA 100.....	50
FIGURA 21	Puntos de toma de muestra de agua	51
FIGURA 22	Tanque de almacenamiento de agua osmotizada.....	51
FIGURA 23	Bomba de alimentación	58
FIGURA 24	Equipo de ósmosis inversa E4H-43K.....	58
FIGURA 25	Porta membranas de permeado E4H-43K.....	59
FIGURA 26	Porta membranas de Concentrado E4H-43K.....	59
FIGURA 27	Tanque de almacenamiento de agua desionizada	60
FIGURA 28	Potenciómetro	64
FIGURA 29	Lavado del Electrodo	65
FIGURA 30	Toma de lectura del potenciómetro.....	65
FIGURA 31	Tablero del conductímetro	66

FIGURA 32	Toma de lectura del conductímetro	67
FIGURA 33	Tubos con muestra de agua	67
FIGURA 34	Adición del indicador de hierro a la muestra	68
FIGURA 35	Adición de la muestra patrón al equipo medidor de hierro.....	68
FIGURA 36	Adición de la muestra a medir al equipo medidor de hierro.....	69
FIGURA 37	Tiempo de residencia	69
FIGURA 38	Toma de lectura del equipo medidor de hierro	70
FIGURA 39	Viraje del color de agua	70
FIGURA 40	Componentes del reactivo indicador de dureza	71
FIGURA 41	Reactivo indicador de dureza.....	71
FIGURA 42	Viraje del color de agua al contacto con el reactivo indicador de dureza.....	72
FIGURA 43	Tubería de succión del pozo subterráneo	75
FIGURA 44	Caudalímetro	76
FIGURA 45	Tablero de control de la planta de tratamiento de aguas.....	79
FIGURA 46	Tablero de control del equipo de ósmosis inversa MEGA 100	79
FIGURA 47	Succión de medios filtrantes a cilindros	83
FIGURA 48	Regulación de pH	84
FIGURA 49	Adición del medio filtrante al filtro multimedia.....	84
FIGURA 50	Adición del medio filtrante al filtro multimedia.....	88
FIGURA 51	Balastos del filtro UV	88
FIGURA 52	Dosificador de anti incrustante	91
FIGURA 53	Caudal de adición del anti incrustante	92
FIGURA 54	Toma de muestra de agua de retro lavado	95
FIGURA 55	Panel de control del retro lavado.....	96
FIGURA 56	Equipo de lavado de membranas.....	101
FIGURA 57	Entrada y salida del lavado químico de membranas	101
FIGURA 58	Membranas desechadas para lavar	105
FIGURA 59	Colocación de nuevas membranas	105
FIGURA 60	PLC indicador de tiempo de trabajo de la ósmosis inversa MEGA 100	108
FIGURA 61	Tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa MEGA 100	108

FIGURA 62 Opción “RO Machine”	111
FIGURA 63 Opciones para el funcionamiento del equipo de ósmosis inversa E4H-43K	111
FIGURA 64 Opción “Inputs”	111
FIGURA 65 Parámetros controlados por el equipo de ósmosis inversa E4H-43K	112
FIGURA 66 PLC indicador de tiempo de trabajo de la ósmosis inversa E4H-43K	114
FIGURA 67 Tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa E4H-43K	115
FIGURA 68 Reporte de Mantenimiento (21/11/2018).....	118
FIGURA 69 Toma de parámetros por mercantil Interamericana (21/11/2018)	119
FIGURA 70 Reporte de Mantenimiento (14/09/2019).....	121
FIGURA 71 Toma de parámetros por mercantil Interamericana (14/09/2019)	122
FIGURA 72 Reporte de Mantenimiento (06/07/2019)	124
FIGURA 73 Toma de parámetros por mercantil interamericana (06/07/2019)	125

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos

1.1.1. *Objetivo General*

Demostrar el desempeño profesional del suscrito en dotar de instrumentos de evaluación a los procesos de tratamiento de agua en las unidades MEGA 100 y E4H-43K para la elaboración de productos de limpieza en la empresa Intradevco Industrial – Lurín.

1.1.2. *Objetivos Específicos*

- 1) Elaborar los protocolos para el control de los procesos de tratamiento de aguas en la empresa Intradevco Industrial – Lurín.
- 2) Identificar los riesgos por falta de protocolos de control en los procesos de tratamiento de aguas en la empresa Intradevco Industrial – Lurín.

1.2. Organización de la empresa Intradevco Industrial Lurín

1.2.1. *Política Institucional*

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.C. ha establecido la siguiente política institucional: “Ser una empresa en donde se pueda satisfacer los requisitos del cliente y cumplir con los otros requisitos aplicables, cumplir con los estándares de calidad previamente establecidos, mantener una buena imagen en el mercado y mejorar la eficacia del sistema de gestión de la calidad”.

Adicionalmente, la empresa ha establecido su misión y visión empresarial:

1. Misión

Su misión es la de satisfacer las necesidades de limpieza del hogar, cuidado personal, salud y alimentación mediante la fabricación, mercadeo y

venta de productos de alta calidad, bajos precios y fácil uso, con demanda en todos los estratos socio económicos, con el fin de obtener rendimiento del capital, generar empleo, contribuir al desarrollo social y económico del país, y cuidar el medio ambiente.

2. Visión

Su visión es la de buscar ser una de las principales empresas fabricantes de productos de consumo masivo para el mundo, reconocida por su trabajo de alta calidad, innovación constante, responsabilidad social corporativa y protección del medio ambiente, por su espíritu de equipo, armonía, identidad, desarrollo humano y por los beneficios que ha generado a los trabajadores, la empresa, el país y el mundo.

FIGURA 1

Logo institucional de Intradevco Industrial S.A.



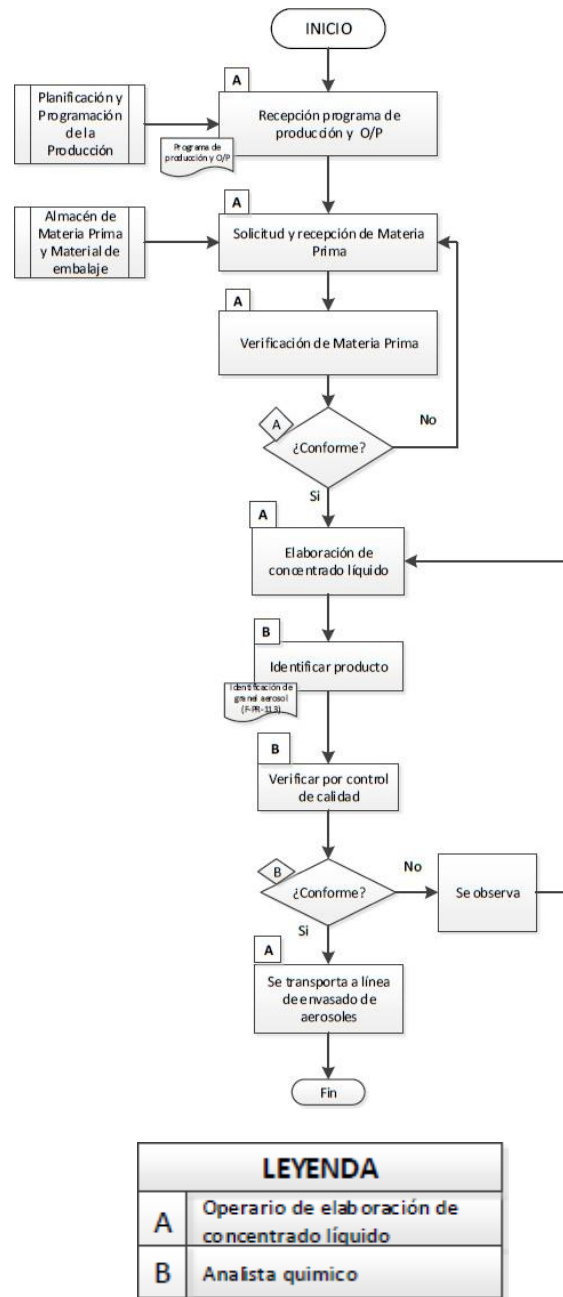
Nota. “Intradevco Industrial es una empresa de Alicorp desde 2019, fortaleciendo y potenciando su crecimiento en América Latina”. Reproducido de “*Alicorp adquiere Intradevco: competirá en nuevas categorías y plataformas*”, por Alicorp, 2019.

(<https://www.alicorp.com.pe/pe/es/noticias/alicorp-adquiere-intradevco/>).

1.3. Área de desempeño en Intradevco Industrial Lurín

FIGURA 3

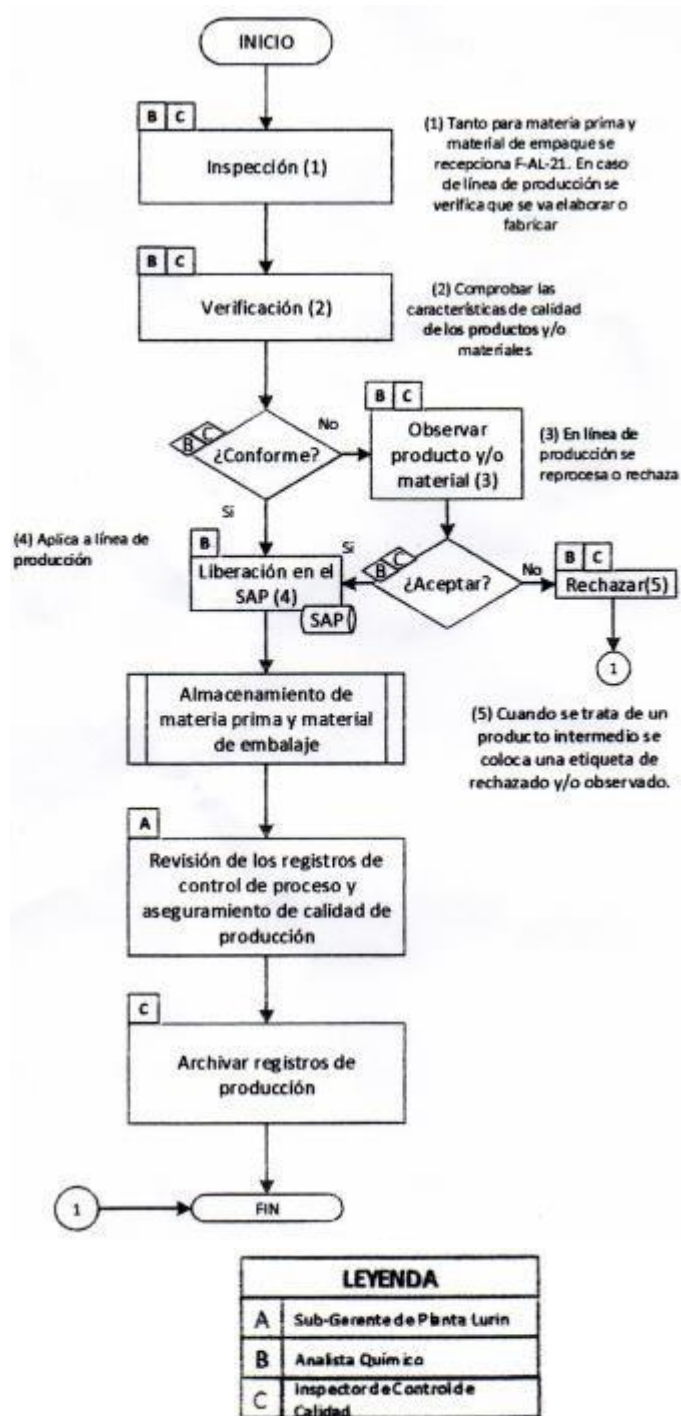
Diagrama de flujo del proceso de formulación de aerosoles



Nota: Documento proporcionado por Intradevco Industrial-Lurín, (Ing. J. Donayre, comunicación personal, 2018)

FIGURA 4

Diagrama de flujo del proceso de control de calidad



Nota: Documento proporcionado por Intradevco Industrial-Lurín, (Ing. J. Donayre, comunicación personal, 2018)

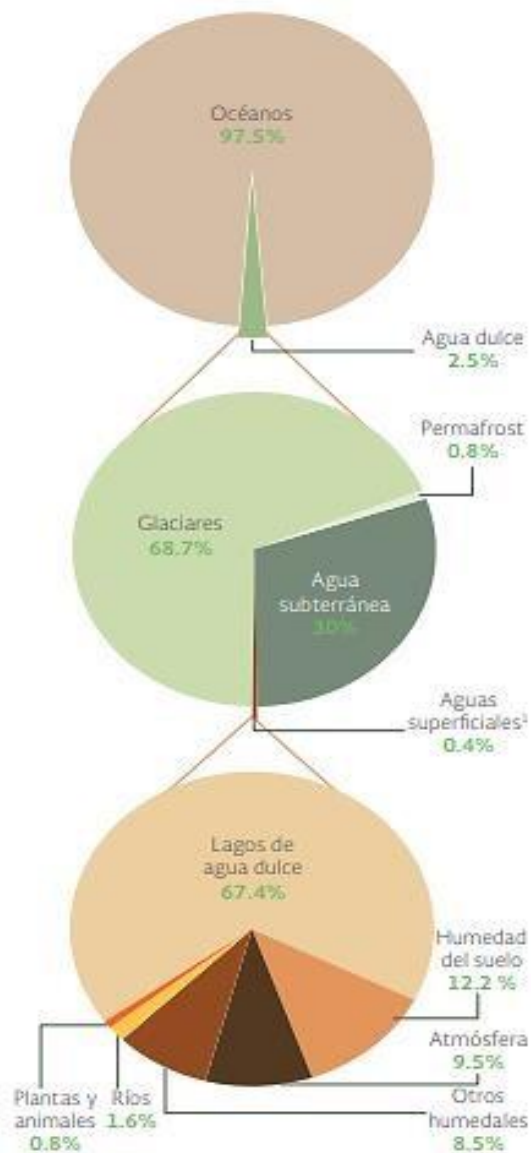
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Agua

FIGURA 5

Distribución del Agua en el Mundo



Nota: Reproducido de “Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde” (p. 364), por Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], (2015).

1. Propiedades del agua

El agua es una sustancia que habita en nuestro medio ambiente y ha estado en la Tierra desde hace más de 3000 millones de años, ocupando el 75% de la superficie del planeta, del cual alrededor del 97,5% del agua corresponde a agua salada que está distribuido en mares y océanos; con respecto al agua dulce, el 69% corresponde a agua retenidas en glaciares y nieves, un 30% está constituido por aguas subterráneas y en un 0,7% se encuentran en las cuencas hidrográficas de ríos y lagos (Rodriguez Vilchez, 2019), entre otras propiedades se conoce el punto de congelación en Celsius (32 °F), el punto de ebullición 100° Celsius (212 °F) y su gravedad específica es de 1,00 g/ml.

2. Tipos de agua

De acuerdo a la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT,2009) existen diferentes tipos de agua en función de sus características químicas, físicas o biológicas, siendo necesario distinguir:

a) *Agua salobre, salada y dulce*

El agua salobre posee sal en una disposición reducida que el agua de mar. La concentración de sales totales disueltas es generalmente entre 1000-10000 mg/l; mientras tanto, el agua salada presenta una alta concentración de sales (más de 10 000 mg/l). El agua dulce posee una baja concentración de sales, considerada conveniente, previo tratamiento, para elaborar agua potable.

b) *Agua Potable*

Puede ser consumida fuera de peligro de adquirir enfermedades.

c) Agua dura y blanda

La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio disponibles; por ende, se encuentra con una gran cifra de iones positivos. El jabón universalmente se disuelve de manera incorrecta en las aguas duras. En el caso de las aguas blandas, posee disueltas cantidades minúsculas de sales (sin dureza relevante), se puede denominar agua destilada, si no se localiza ninguna sal diluida.

d) Agua residual y agua negra

El agua residual, es aquel proveniente del servicio de alcantarillado, el consumo o agua usada por una vivienda, una agrupación, un rancho, o industria que contiene componentes orgánicos disueltos o suspendidos; por otro lado, el agua negra, cuya composición es una mezcla de residuos, líquidos o en suspensión, de naturaleza doméstica, municipal e industrial, en conjunto con las aguas subterráneas, superficiales y pluviales que puedan existir en el medio ambiente.

e) Agua bruta

Agua que no ha recibido ningún tipo de tratamiento, o agua que ingresa en una planta para su posterior tratamiento.

f) Agua subterránea y superficial

El agua subterránea está localizada en el sector saturado del suelo, sector que consiste principalmente en agua, se mueve pausadamente a partir de lugares con elevada altura y presión hacia lugares de baja altura y presión, como ríos y lagos; las aguas superficiales, son todas las aguas naturales de la

atmósfera, correspondientes a ríos, lagos, embalses, arroyos, mares, estuarios y humedales.

3. Usos del agua

Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC,2020), el agua potable contiene una pequeña proporción del consumo de agua y el principal uso de los recursos hídricos es para actividades agrícolas (riego, actividades de alimentación animal, etc.) e industriales (torres de enfriamiento, etc.), por lo que, esta actividad a menudo se conoce como el "otro uso" de los fluidos además del tratamiento médico (hemodiálisis, cuidado dental, etc.)

a) Doméstico

El uso más importante que se le da al agua está localizado en nuestras propias viviendas y esta se encuentra en el uso doméstico, este uso incluye todas las acciones que se realiza uno en su casa, como tomar agua, lavar ropa, cepillarse, regar las plantas, etc. (USGS,2017)

El uso doméstico alcanza cerca del 10% de consumo en las actividades de labor diario de las personas, igualmente como para las plantas y los animales.

b) Industria y Comercio

Los fabricantes y otras industrias utilizan agua durante el proceso de fabricación para elaborar productos o para que estén fríos y materiales que se utilizan para trasladar productos, también se utiliza en fundiciones, refinerías de petróleo e industrias químicas, alimentaria y papelera. Se utilizan mucha agua en la producción de alimentos, papel y productos químicos.

c) Agricultura

El agua de cultivo es el agua que se utiliza para la agricultura fresca y la cría de ganado; el uso de agua de riego nos permite cultivar frutas, verduras y criar ganado, esta es una parte importante de nuestra dieta y proviene del agua recolectada de ríos, arroyos, ríos abiertos y agua de lluvia.

d) Agua Medicinal

El agua tiene un papel importante en la salud, desde la limpieza de instrumentos quirúrgicos y música hasta la creación de un ambiente cómodo para los pacientes y la recepción de agua, el agua es esencial para la influencia de la industria de la salud; sin embargo, las condiciones de humedad y las soluciones acuosas pueden crear condiciones adecuadas para el crecimiento de microorganismos y otros patógenos.

Las enfermedades transmitidas por el agua se pueden propagar de las siguientes formas:

- Contacto directo (por ejemplo, hidroterapia)
- Ingestión de agua (por ejemplo, agua potable)
- Contacto indirecto (por ejemplo, herramienta y equipo médico / dental)
- Inhalación de aerosoles de fuentes de agua
- Aspiración de agua
- Contacto con sangre (por ejemplo, hemodiálisis)

4. Escasez del agua

Según Reynolds (2002, citado en Mejía, 2005), los recursos hídricos se encuentran en riesgo, ante un alto estado de vulnerabilidad, por abandono, falta de conciencia o compromiso ante el desconocimiento de los habitantes; sumado

a ello, el vacío de autoridades o nivel técnico-profesional necesarios para su conservación.

Los desafíos como el cambio climático, el crecimiento de la población, los cambios demográficos y la urbanización enfrentan a los sistemas de abastecimiento de agua (Organización Mundial de la Salud & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2020) estiman que, aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua; por ende, deberá mejorarse la gestión de los recursos hídricos para garantizar el abastecimiento y la calidad. Las fuentes de abastecimiento de agua potable y de riego seguirán evolucionando, con una presencia mayor de las aguas subterráneas y de fuentes alternativas, como las aguas residuales. La reutilización de las aguas residuales para recuperar el agua, nutrientes o energía se está convirtiendo en una estrategia importante.

2.1.2. Calidad del agua

Cava Suárez y Ramos Arévalo (2016) señalan que el término calidad de agua está asociado con aquellas características físicas y químicas, a través de las cuales pueden decidir si el agua es adecuada para su utilización, por considerablemente bajo que sea el grado de claridad o turbiedad, de dureza o suavidad; ningún tipo de agua que haya sido contaminada por aguas residuales o materias fecales podrá valorarse como de buena calidad; aunque, esta investigación no es suficiente para localizar aquellos pequeños grados de contaminación con aguas residuales o aguas negras; empero, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de modo que sean muy sensibles y específicas para dejar ver cualquier tipo de contaminación; por lo que, el agua que se

analizará deberá ser clasificada, si es necesario se somete a un tratamiento especial; de aplicarse antes de que se distribuya, para comprobar según los resultados de las pruebas fisicoquímicas y bacteriológica, si es apta para su aplicación posterior.

1. Análisis físicos

Cava Suárez y Ramos Arévalo (2016) describen que está sujeto con el control e inspección de aquellas propiedades organolépticas que pueden ser observadas por los sentidos; para lo que se hace uso de ciertos parámetros que permiten poseer un criterio adecuado de la calidad del agua, aunque tienen menor trascendencia a partir del punto de vista sanitario:

a) Color

El color auténtico del agua se debe a la disposición de materiales en solución, sin embargo, puede alterarse a un color aparente por la repercusión de partículas que están en suspensión; ante todo, el color se localiza en aguas que está en la superficie o en pozos que se encuentran a grandes profundidades y también en manantiales; las aguas que se encuentran en pozos profundas carecen de color; sin embargo, con las aguas bastante coloreadas que son de mayor utilización a nivel industrial en algunos procesos y de manera frecuente no son competentes para una medida de eficiencia del proceso de la alimentación de la planta o caldera.

b) Temperatura

La temperatura afecta concisamente al consumidor; sin embargo, no es de gran envergadura. La temperatura tiene además efectos secundarios, mediante su preponderancia referente a la solubilidad del aire (oxígeno), que es la

sustancia oxidante que influye frecuentemente en la corrosión en cualquier mecanismo de una unidad industrial, a nivel industrial el índice de corrosión tiende a acrecentar acorde esta se eleva, en misma forma, el pH del agua también se ve afectado cuando esta aumenta, lo que implica una aceleración de la disposición de hidrógenos atómicos sobre las áreas catódicas.

c) Turbidez

Se considera como consecuencia de la manifestación de materia orgánica e inorgánica refinadamente dividida en forma coloidal, generando interferencia en la disipación de los rayos luminosos, que se traduce en la falta de nitidez del agua. La medida de la turbiedad es trascendental, debido a que permite valorar la eficiencia de los procesos de coagulación y filtración que realizan las plantas de tratamiento de agua.

d) Potencial de Hidrogeno (pH)

La mayor parte de las aguas naturales tiene un valor de pH 5,5 – 8,6 grados, en una escala de 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad, para un pH por encima de 7 representa alcalinidad y lo inverso indica acidez. La variación excesiva de los límites puede mostrar contaminación del suministro de agua por algún residuo de tipo industrial, los límites máximos permitidos son 6.5 a 9.2 grados.

e) Conductividad Eléctrica

El agua pura casi no conduce corriente, pero con las sales disueltas la corriente eléctrica es conducida cuya cantidad dependerá del número de iones presentes y del movimiento. Los valores de conductividad eléctrica en su totalidad se refieren a la temperatura de referencia de 25 °C., la temperatura del

agua altera los valores de la conductividad eléctrica de modo que se incrementa de 2 a 3% por cada grado Celsius.

f) Sólidos totales disueltos (STD)

Este es el total de minerales, sales, metales, cationes y aniones disueltos en agua. Esto incluye cualquier elemento que se encuentre en el agua que no sea agua pura y sólidos en suspensión, los componentes químicos más comunes son el calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio y cloruro, que se encuentran en el escurrimiento de nutrientes; por ende, los STD y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas.

La mayoría de sólidos que quedan en el agua después de la filtración con arena son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como Na^+ y Cl^- . El agua de alta pureza, que idealmente contiene H_2O sin sales o minerales, tiene una conductividad eléctrica muy baja.

2. Análisis Químicos

Cava Suárez & Ramos Arévalo (2016) menciona que el análisis químico desde el punto de vista de la potabilidad del agua se hace por dos razones: Determinar si la concentración de los constituyentes químicos está acorde a las normas y para *establecer* la presencia de nitrógeno y relacionarlo con la contaminación de materia orgánica, amoníaco, nitritos (que indican oxidación bacteriana de la materia orgánica) y nitratos que indica que la materia orgánica ha sido mineralizada, las cuales son las siguientes:

a) Cloruro

El cloro se utiliza mayormente en aguas y drenajes, como agente oxidante y como antiséptico. Como agente oxidante se le emplea para el control de sabor olor y para la supresión de color en el tratamiento de aguas municipales (oxidación de compuestos orgánicos); se utiliza para la oxidación de Fe (II) y Mn (II) en los suministros de aguas freáticas; en el tratamiento de aguas industriales se emplea para la oxidación de cianuros en drenajes domésticos, oxidación de sulfuros, eliminación de amoníaco y la de saneamiento. Como antiséptico se emplea para el control de incrustaciones biológicas, en aplicaciones de tratamiento de aguas industriales como son torres de enfriamiento y condensadores. La determinación de este parámetro es trascendente cuando se tiene un conocimiento en el agua de un suministro, de manera que cuando el agua aparece contaminada estos tienden a hallarse en demasía.

b) Cloro residual

Si se añadiera al agua una suma conocida de cualquiera de las formas de cloro y después de un cierto intervalo de tiempo se analizará el agua para determinar el cloro, allí habría menos cloro presente que eso fue agregado, se dice que el agua tiene una demanda de cloro durante un cierto tiempo de contacto. El cloro no es exclusivamente un eficaz antiséptico, sino que además satisface otras obligaciones enriqueciendo las características del agua potabilizada.

c) Sulfatos

Estos se localizan en el agua natural en un vasto rango de concentraciones. Las aguas provenientes de minas o efluentes industriales habitualmente

contienen altas concentraciones de sulfato debido a la oxidación de la piritita y la utilización del ácido sulfúrico. La presencia de exceso de sulfatos en el agua de abastecimiento público funciona como purgante, ósea, tiene efectos laxantes. Se tiene efectos corrosivos en los materiales que ordinariamente se usan en la elaboración de tuberías y piezas de equipo.

d) Dureza

Es una característica química del agua que se establece por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos a veces nitratos de calcio y magnesio; el agua descrita como "dura" tiene una alta concentración de estas sales y el agua "blanda" los contiene en pequeñas cantidades. Un efecto muy visible es su conducta diferente ante la adición del jabón, la presencia de espuma es mucho menor en el caso de "agua dura", ya que el calcio y el magnesio reaccionan con los compuestos que forman el jabón y ya no son efectivos, con la resultante obligación de añadir más cantidad de jabón si nos encontramos en este caso. En la tabla N°1 se muestra el efecto de la alcalinidad en relación al tipo de agua.

TABLA 1

Tipos de Agua según su dureza

Rango	Alcalinidad (mg/L, CaCO₃)
Blandas	0-17
Levemente dura	17-60
Moderadamente dura	60-120
Duras	120-180
Muy duras	Mayor a 180

Nota: Tomado de "El Poder del Metabolismo". Suárez, F. (2012). San José. Masterlitho S.A.

e) Nitratos

Habitualmente es baja su concentración en el agua; no obstante, algunas veces se encuentran en altas concentraciones que son demasiado peligrosos para los niños, que es una norma natural obligatoria de 50 mg/L para los abastecimientos públicos como límite máximo permisible. Este estudio del nitrógeno en las formas de amoniacó, nitritos y nitratos, se ha realizado en aguas potables y polucionadas a partir de que se tiene entendimiento que el agua era un medio de transporte para la transferencia de enfermedades. La determinación del nitrógeno en sus diversas formas sirvió de plataforma para calificar la calidad del agua por considerable tiempo, es fundamental controlar su concentración dentro del agua debido a que cuando está fuera de los límites existe la posibilidad de reducirse a nitrito. (Cava Suárez & Ramos Arévalo, 2016, p. 28)

f) Alcalinidad

Se expresa en ppm o mg / L de carbonato de calcio. La alcalinidad busca estabilizar el agua en los niveles del pH cerca de 7; no obstante, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye y puede causar condiciones dañinas para la vida acuática, es primordial considerarla cuando se relaciona a los procesos de coagulación y corrección del poder de corrosión del agua. En el caso del consumo humano, no tiene una trascendencia sanitaria; sin embargo, con una alta alcalinidad contrae un mal sabor, por lo que son rechazados para su consumo. En la tabla N°2 se muestra los rangos de alcalinidad para cada tipo de agua.

TABLA 2

Rangos de Alcalinidad

Rango	Alcalinidad (mg/L, CaCO₃)
Baja	<75
Media	75-150
Alta	>150

Nota: Tomado de Kevern (1989, citado en Cava Suárez & Ramos Arévalo, 2016)

g) Metales

Los organismos vivos requieren para su apropiado desarrollo elementos como el hierro, cromo, cobre, cobalto, etc. en cantidades diferentes (cantidades micro y macro). Si bien las cantidades micro y macro de metales son primordiales para un ordinario progreso de la vida biológica, estos elementos pueden alcanzar a ser tóxicos cuando se presenta en cantidades elevadas. (Cava Suárez & Ramos Arévalo, 2016)

2.1.3. Tratamiento de agua

1. Métodos de Tratamiento de Agua

Los métodos utilizados para garantizar una buena calidad de agua según la procedencia y finalidad del proceso a utilizar, son los siguientes:

a) Ozonización

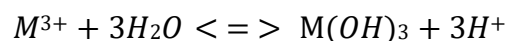
Según la red de Madrid de Tratamientos Avanzados para Aguas Residuales con Contaminantes no Biodegradables (REMTAVARES,2020), la ozonización es considerablemente utilizada en el tratamiento de aguas, tanto potables como residuales, la cual permite que los compuestos orgánicos e inorgánicos sean eliminados, trayendo como resultante una reducción de

algunos compuestos refractarios; es decir, sustancias tóxicas y farmacéuticos, y en mayor consideración el de las propiedades físicas tales como: olor, color, sabor y turbidez, el cual es un poderoso desinfectante debido a su capacidad de reducción y gran reactividad; sin embargo, debe ser “in situ” su formación, la que se da mediante descargas eléctricas silenciosas.

b) Coagulación-Floculación

Según Lenntech BV (2020a), “*Coagulación* se refiere a la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la suma de un reactivo químico llamado coagulante”; en cambio, *Floculación* es la conglomeración de partículas inestables en micro flóculos y luego en los lugares más espaciosos que pueden ser depositados, denominados flóculo; la suma de otro reactivo llamado floculante puede originar la elaboración del flóculo. Las causas, que pueden suscitar la coagulación-floculación, son el gradiente de la velocidad, el tiempo, y el pH; por ello, estos son importantes pues incrementan la posibilidad de que las partículas se junten; por otro lado, el pH es un agente sobresaliente en la abstracción de coloides”.

Lenntech BV (2020b). El coagulante inorgánico, debido a su hidrólisis, cambia las características físico-químicas del agua (pH, conductividad, etc.)



El pH necesario para la coagulación se puede adecuar por la suma de un ácido o de una base. En la tabla N°3 especifica los rangos de pH utilizado por la clase de coagulante.

TABLA 3*Rangos de pH según coagulante utilizado*

Catión	Grado óptimo de pH para la Coagulación-Floculación
Al^{+3}	6.0 – 7.4
Fe^{+3}	> 5

Nota: Recuperado de (Lenntech BV, 2020b)

c) Tratamiento Biológico

(Condorchem Envitech, 2017) señala respecto a los tratamientos biológicos: Es la eliminación de la materia orgánica biodegradable, tal como el nitrógeno y el fósforo, mediante tratamientos biológicos es la manera más económica y fácil de tratar los efluentes, por esta razón, es la que el tratamiento más utilizado no exclusivamente para el tratamiento de las aguas residuales urbanas, sino además para las industriales.

Las limitaciones de esta clase de tratamiento se encuentran coordinadas con la biodegradabilidad de la contaminación y con la existencia en el efluente a tratar de alguna sustancia inhibidora del desarrollo de los microorganismos (biocidas); asimismo, señala que existe una gran variedad de reactores biológico, tales como del tipo aerobio:

Reactor de fangos activos cuyo proceso es en continuo, y con la biomasa en suspensión, pero se debe disponer de espacio para su viabilidad y efectividad.

Reactor biológico secuencial (SBR) a diferencia del anterior, este es un proceso en discontinuo, pero bastante versátil.

Reactor biológico de membranas (MBR) no requiere disponer de gran espacio; en cuanto a su producción de efluente secundario, resulta ser de gran calidad.

Reactor biológico de lecho móvil (MBBR) este proceso es de gran eficiencia y se opera con la biomasa fija.

Para el caso del tipo anaerobio, se puede destacar:

Reactor UASB, cuyo proceso es ideal para efluentes con altas cargas orgánicas, siendo sus costos de explotación muy bajos.

d) Carbón Activado

La adsorción es un proceso en el cual un sólido (carbón activado) se utiliza para retirar una sustancia soluble del agua. El carbón activado se elabora especialmente para obtener una superficie interna muy grande (entre 500 - 1500 m^2/g), con lo cual, el carbón tenga una adsorción ideal.

Los factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el agua: Los compuestos con alto peso molecular y baja solubilidad se absorben de manera más sencilla, cuanto más elevada sea la concentración, más carbón se necesitará, la presencia de compuestos orgánicos que disputaran con otros compuestos por los lugares de adsorción vacantes, los compuestos ácidos se eliminan con más frecuencia a pH bajo, cuanto más baja sea la humedad mayor será la capacidad de adsorción, cuanto mayor sea la presión mayor será la capacidad de adsorción, una sustancia no polar puede ser completamente eliminada por el carbón activado mientras que una polar no o se deba a otros factores de remoción.

e) Ósmosis inversa

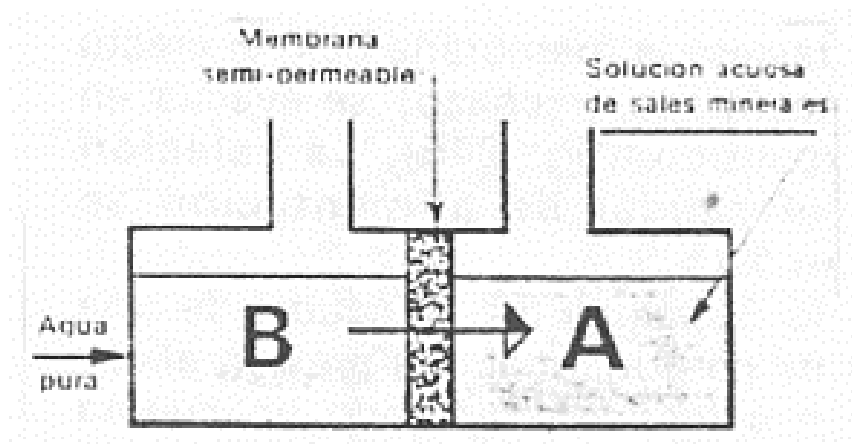
La ósmosis se describe como el paso de agua de baja concentración a una zona concentrada por medio de una membrana semipermeable y con esto lograr el equilibrio iónico en ambas zonas divididas por la membrana semipermeable. La ósmosis inversa es la reversibilidad del proceso de ósmosis, es decir, que una solución concentrada pasa por medio de una membrana semipermeable hacia una solución diluida. (Ramos Gomez,2017)

2.1.4. Tratamiento de agua por Ósmosis Inversa

(Orellana, 2005). La ósmosis inversa tiene su raíz en la verificación de la reversibilidad del fenómeno de ósmosis directa o natural. La figura 6 representa una solución acuosa de sales minerales que están en la sección A y agua pura en la sección B.

FIGURA 6

Ósmosis Directa



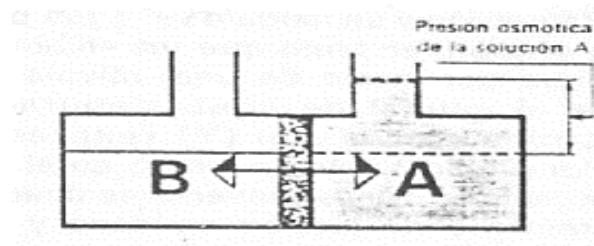
Nota: Tomado de Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas (p.115), por (Orellana, 2005)

La ósmosis natural o directa se interpreta por una transferencia de agua pura de la sección B hacia la sección A, el nivel asciende en la sección A hasta

que la presión generada por la columna líquida anula el flujo de agua pura; se alcanza en aquel momento el equilibrio osmótico y, al valor de esta presión hidrostática se denomina presión osmótica de la solución de la sección A, tal como se observa en la figura 7. (Orellana, 2005)

FIGURA 7

Presión Osmótica

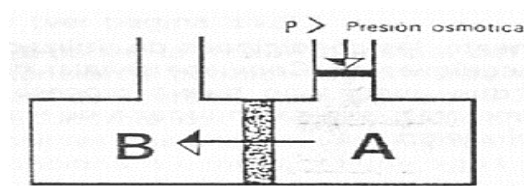


Nota: Adaptado de Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas (p.115), por (Orellana, 2005)

Si se aplica en este momento, por arriba de la solución salina, una presión hidrostática mayor a su presión osmótica según se divide en la figura 8, un flujo de agua pura en sentido opuesto al anterior, quedando de esta manera las sales retenidas por la membrana. Este fenómeno recibe el nombre de ósmosis inversa. (Orellana, 2005)

FIGURA 8

Ósmosis Inversa

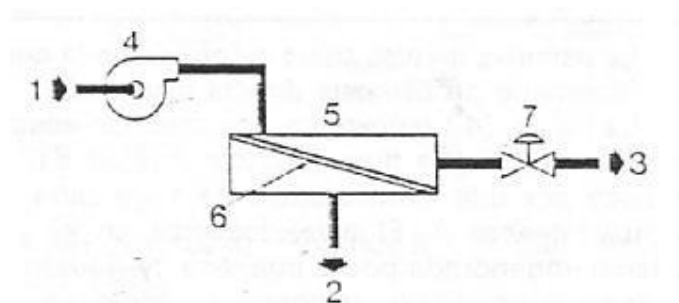


Nota: Adaptado de Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas (p.115), por (Orellana, 2005)

En la ósmosis inversa, se emplea unas membranas llamadas semipermeables, las cuales permiten transitar el agua, mientras que retienen del 90 al 99 % de todos los elementos minerales disueltos, del 95 al 99% de la totalidad de los elementos orgánicos y el 100 % de las materias coloidales más finas, bacterias, virus, sílice coloidal, etc. Además, podemos observar que la eficacia de las membranas frente a las sales varía del 90 al 99 %. Las membranas se reúnen en unos elementos denominados módulos, y la representación de utilización más elemental consta en situar en serie una bomba de alta presión y un módulo; el agua pura atraviesa la membrana bajo el efecto de la presión, mientras que un efluente concentrado (rechazo) se evacua en continuo por intermedio de una válvula de expansión. Se observa un dibujo en la figura 9. La correspondencia entre el caudal de agua depurada y el caudal de alimentación se denomina conversión y se identifica con la letra Y, el cual se expresa en porcentaje. (Orellana, 2005)

FIGURA 9

Módulo de ósmosis inversa



- 1.- Agua cruda
- 2.- Agua depurada
- 3.- Vertido concentrado o rechazo
- 4.- Bomba de alta presión
- 5.- Módulo de ósmosis inversa
- 6.- Membrana semi-permeable
- 7.- Válvula de expansión

Nota: Adaptado de Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas (p.116), por (Orellana, 2005)

Por último, el caudal de una membrana de ósmosis inversa es directamente proporcional a la presión eficaz, por consiguiente, la diferencia entre presión aplicada y presión osmótica; sabiendo que, en el mismo módulo, la concentración a lo extenso de la membrana varía de la concentración de entrada C_e a la concentración máxima C_t que se calcula con la concentración de rechazo y el coeficiente de polarización.(Orellana, 2005)

1. Membranas de ósmosis inversa

(Orellana, 2005) señala, cuando se realizan membranas en laboratorio, frecuentemente de manera plana, se proponen pocas dudas en relación a la selección de los materiales; sin embargo, a escala industrial, la economía del proceso tiene una significación extraordinaria, economía que depende, sobre todo, de la configuración de la membrana y de la estabilidad en el tiempo del material seleccionado. Actualmente, se comercializan dos tipos de membranas:

- Membranas de acetato de celulosa
- Membranas de poliamidas aromáticas

Las membranas de acetato de celulosa se acondicionan a un fuerte caudal por unidad de superficie y se aplican en modo tubular, de manera que la lana arrollada en espiral y últimamente en modo de fibras huecas. Por él, las membranas de poliamidas, tienen menor caudal específico. Estas se fabrican en forma de fibras huecas para conseguir un máximo de superficie por unidad de volumen, alrededor de 15 veces más que las membranas arrolladas en espiral; cabe señalar la extraordinaria resistencia a los agentes químicos y biológicos de las membranas de poliamida, que les otorga una mejor duración que la de acetato, cuya hidrólisis no puede impedirse, no obstante, puede aminorarse al

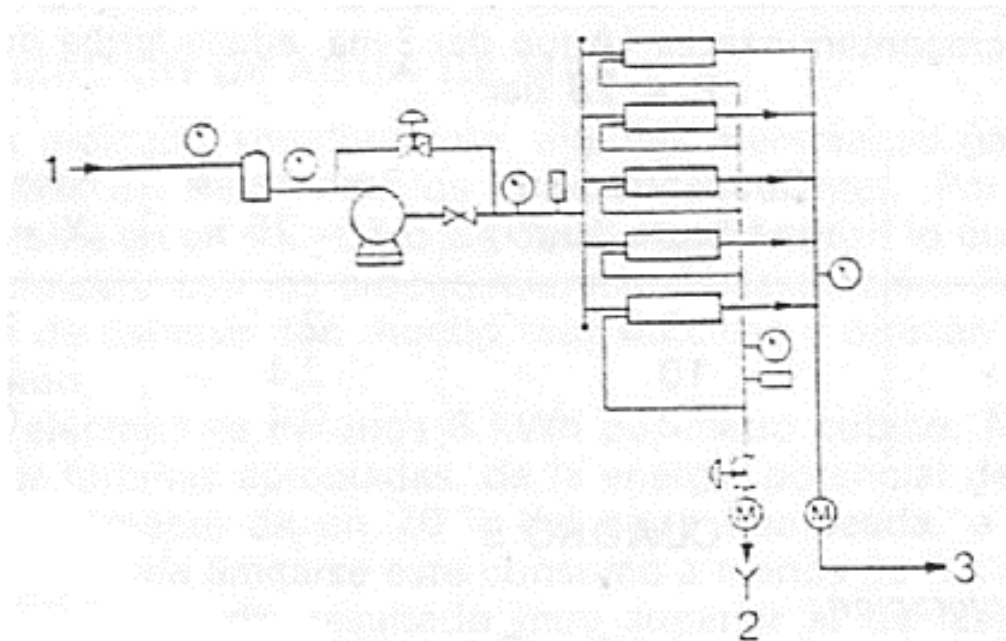
mínimo respetando unas condiciones de explotación muy rigurosas en lo que se refiere al pH y la temperatura. *Tratamiento de las aguas* (p.116)

2. Instalaciones de ósmosis inversa

(Orellana, 2005) explica, cualquiera que sea el entorno de los pretratamientos y post-tratamientos ocasionales, un equipo de ósmosis inversa se basa en la unión de módulos elementales según una disposición determinada, lo cual conduce a una gran viabilidad de extrapolación de las unidades y explica que haya podido trasladarse, en poco tiempo, de instalaciones piloto de algunos metros cúbicos por hora, a instalaciones industriales del orden de 1.000 m³ por hora como las de Riyadh en Arabia Saudita, que tratan cerca de 98.000 m³/día.

FIGURA 10

Modulo en Paralelo

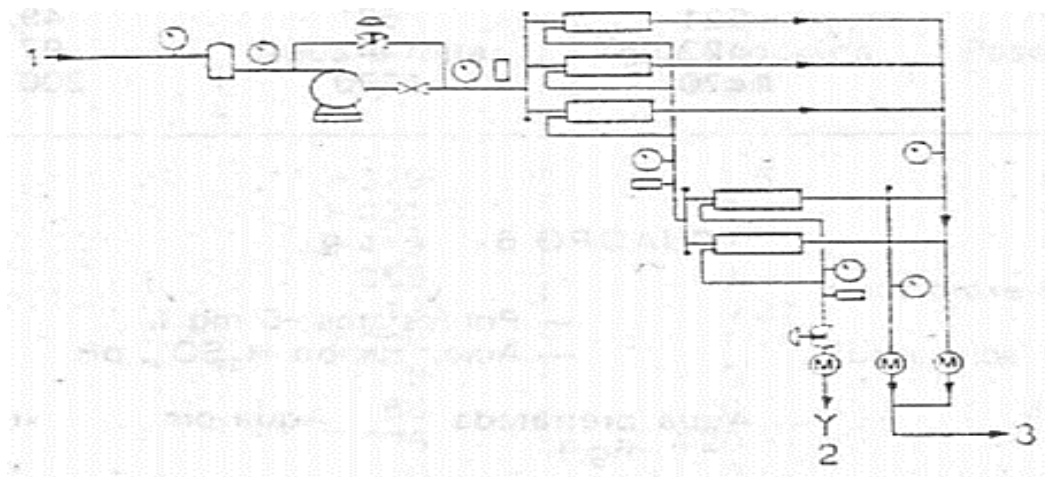


Nota: Adaptado de Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas (p.118), por (Orellana, 2005)

El boceto de montaje más elemental consta de un montaje en paralelo. Todos los módulos trabajan en las mismas condiciones de presión y de conversión, este método que se observa en la figura 10, se utiliza en la mayoría de las unidades de pequeña capacidad. Mediante un filtro de cartuchos, que realiza una doble función, primero protege a la bomba de alta presión y también a las membranas que evita la entrada de materias en suspensión. Dos manómetros, situados en el ingreso y a la salida de los módulos, permiten examinar permanentemente la pérdida de carga en el interior del sistema. Dos caudalímetros, en el agua tratada y en el efluente, indican la conversión, la cual se ajusta a través de dos válvulas de regulación.

FIGURA 11

Modulo en serie



Nota: Adaptado de *Unidad Temática N°6: Tratamiento de las aguas* (p.118), por (Orellana, 2005)

En variados casos se seleccionan otras configuraciones. Por ejemplo, para acrecentar el grado de conversión, se usa una distribución de módulos en serie tal como se divide en la figura 11, el rechazo de la primera etapa abastece

a los módulos de la segunda etapa. No se necesita de una bomba intermedia, debido a que la presión disponible en el rechazo de la primera etapa difiere en mínimas cantidades respecto de la presión de suministro del segundo, hay una disminución de carga de 2 a 3 bar. Un sistema de esta clase, al que habitualmente se le denomina montaje en serie – rechazo, alcanza cómodamente conversiones del 70 al 90 %, sin que incremente el factor de polarización.

Para otras aplicaciones como como la producción de agua de calidad, se puede utilizar un tratamiento de producción en dos fases, serie - producción. La producción de la primera etapa es recolectada por un grupo de bombeo y tratada de nuevo. El rechazo de la segunda etapa, concentrado de baja concentración, se recircula al ingreso de la instalación, con lo que se realiza una ligera dilución del agua de alimentación. *Tratamiento de las aguas (p.118)*

3. Condiciones de funcionamiento de una instalación

Según (Orellana, 2005), la ósmosis inversa es un proceso de concentración. Por lo que, es indispensable cerciorarse de que ninguno de los solutos precipita en el rechazo, debido a que, de pasar esto, hay la posibilidad de que se produzca fenómenos de incrustaciones rápidas del sistema. Aun así, la concentración en el rechazo está directamente asociada a la conversión Y seleccionada. En consecuencia, si se desprecian las sales que pasan a través de la membrana, la concentración en el vertido C_r , viene dada por la expresión:

$$C_r = \frac{100 C_e}{100 - Y}$$

Donde:

- C_r = concentración de rechazo
- C_e = concentración de agua de ingreso
- Y = factor de conversión.
- Por ejemplo, si $Y = 50 \%$, se tiene que

$$C_r = 2 * C_e$$

Si se desea emplear conversiones superiores al 20 o 30 % es importante generalmente, desarrollar un pretratamiento del agua cruda. La conversión óptima solamente puede definirse por medio de un análisis pleno del agua cruda, cuando mayor sea Y , más completo será el pretratamiento, no obstante, se precisará menos energía para producir un metro cúbico de agua tratada. Los pretratamientos constan en eliminar o en secuestrar, sea el anión o el catión del compuesto cuya precipitación se debe evitar. Se emplearán para ello, uno de los siguientes procedimientos:

- Vacunación ácida
- Des carbonatación
- Des endurecimiento a través de resinas
- Eliminación de sílice
- Eliminación del hierro.

Todas las partículas en suspensión desechadas por la membrana de ósmosis inversa pueden acumularse en su superficie, si la conversión da un resultado excesivo. Mediante la prueba para medida del índice de atascamiento puede determinarse la conversión óptima. En ocasión de aguas

considerablemente cargadas en coloides, es fundamental ejecutar tratamientos de clarificación y filtración para impedir un ensuciamiento bastante vertiginoso de la membrana.

De todas maneras, debe prevenirse, del mismo modo, una limpieza periódica de las membranas, con la finalidad de eliminar incluso las últimas trazas de sedimentos sobre las mismas. Por lo tanto, es indiscutible el interés que presenta una membrana químicamente estable, pues este permite el manejo de una amplia serie de soluciones de limpieza adaptadas a las materias aportadas por el agua. *Tratamiento de las aguas (p.119)*.

4. Aplicaciones de ósmosis inversa

(Orellana, 2005). La ósmosis inversa es aplicable a todos los casos en los que se prevé la desmineralización o concentración de iones o moléculas orgánicas. Se tienen las siguientes aplicaciones:

a) Agua Potable o suministro de agua industrial

Específicamente en lugares donde, como activos naturales, solo se dispone de agua salobre. En este caso, la desmineralización es el objetivo primordial.(Orellana, 2005)

b) Producción de agua de elevada calidad

Como las aguas de calderas, aguas muy puras de las industrias electrónica, farmacéutica, nuclear, etc., también como las de laboratorios u hospitales. En este caso, se emplean las propiedades de las membranas para separar no solamente las sales disueltas, sino además las moléculas orgánicas de masa molar superior a 70 g/mol aproximado, y, con mayor importancia, los elementos particulares más finos, como los virus. En situaciones habituales de tratamientos

de aguas de superficie, la ósmosis inversa, retiene de igual forma gran número de contaminantes que escapan a la autodepuración de los ríos. Pueden elaborarse con ella aguas de gran calidad, completando la cadena con un intercambio de iones en lechos mezclados, que elimina las últimas trazas de sales que hayan recorrido la membrana.(Orellana, 2005)

c) Desalinización de agua de mar

Como se ha indicado, algunas membranas garantizan una eliminación de más del 98,5 % de los iones monovalentes. Por lo que, se obtiene agua potable en un solo paso de desalinización, con lo cual la ósmosis inversa puede rivalizar con los métodos de destilación. Adicionalmente, las instalaciones de ósmosis son considerablemente más fáciles y ofrecen mayor viabilidad de explotación. El gasto eléctrico es de unos 8 kWh/m³. Mediante una recuperación, por turbinas apropiadas, de la energía potencial del vertido, podría ajustarse este consumo a menos de 5 kWh/m³ de agua desalinizada, resultado muy superior al de las unidades de destilación más elaboradas.(Orellana, 2005)

d) Tratamientos de recuperación de agua de calidad de sistemas de depuración convencionales

La ósmosis inversa hace viable la eliminación de las últimas trazas de productos orgánicos disueltos y, de sales que permanecen luego de los tratamientos clásicos, físico-químicos, biológico y de adsorción. Puede citarse el caso de una instalación en EEUU, en la que la ósmosis inversa posibilita realimentar capas subálveas cuyas aguas se usan para el consumo humano, de agua fecal sometida a un tratamiento biológico y luego a un tratamiento físico-químico. Los porcentajes de eliminación en una aplicación de este tipo pueden

ser superiores al 2 % de la DQO residual, 95% de los fosfatos y 90% de los nitratos, realizándose, a la misma vez una perfecta desinfección. Es trascendental que el agua se sujete a un pretratamiento físico muy minucioso y eficaz.(Orellana, 2005)

2.1.5. Planta de Tratamiento de Agua

De acuerdo a (Fariñas Iglesias, 1999), se explica y describe los tipos de plantas de tratamiento:

Las plantas de tratamiento de agua y tratamiento de aguas son operaciones y sistemas unitarios de tipo físico, químico o biológico cuyo objetivo es que a través de equipos que elimina o disminuye la contaminación o las características indeseables del agua, ya sea de suministro, de proceso o residual.

El propósito de estos procedimientos es obtener de las aguas las características adecuadas para la práctica que va a ser para que la organización y la naturaleza exacta de los procesos se altera en función de las propiedades de las aguas de partida, así como de su designación final.

A causa de que las mayores demandas en lo referente a la calidad del agua se concentran en su empleo para el consumo humano y animal Estos se componen bastantes veces en tratamientos de depuración y potabilización de las aguas residuales, ambos comparten muchos procedimientos. Existen 3 tipos de plantas de tratamiento, las cuales son:

a) Plantas de Tratamiento Compactas (Industrial)

Estas integran mejoras tecnológicas para todo el sistema de distribución de flujo y para el lavado de filtros el cual es constituido por intermedio de agitación de

aire. Asimismo, presenta un sistema de floculación en medios porosos, mejoras que cambian favorablemente la eficiencia de las plantas y aminoran el consumo de productos químicos.

b) Plantas de Tratamiento Modular (Potabilizadoras)

La planta modular es un sistema integrado de tratamientos en numerosas etapas que incorpora todos los procesos requeridos para conseguir agua potable. Ocupan reducido espacio y se pueden aumentar sencillamente incorporando módulos de clarificación y de filtración.

Apropiadas para: aguas de pozo subterráneo con elevado contenido de color, hierro y manganeso; y considerablemente eficientes con aguas de quebradas de montaña con parámetros que parten de mediano a bajo contenido de sólidos en suspensión y con un color, que muestran picos temporales de alta turbiedad y color en caso de lluvias intensas.

Acorde con las propiedades del agua a tratar, se implementa procesos de pre-aireación y oxidación, arenas especiales para eliminar hierro y manganeso o post-tratamientos con carbón activado cuando hay presencia de elementos orgánicos.

Pueden actuar por gravedad, sin necesidad de poseer energía eléctrica vacante o pueden estar automatizadas para una manipulación virtualmente autónoma.

Las fases del proceso de purificación del agua son:

- Pre tratamiento: Torre de aireación natural o forzada, preoxidación y/o de-alcalinización.
- Coagulación.
- Mezcla rápida.

- Clarificación por adsorción-neutralización ascendente en lechos porosos granulares.
- Filtración descendente en lechos profundos.
- Desinfección con cloro, UV u ozono.

c) Plantas de Tratamiento de Agua Residual

Estas plantas tratan aguas residuales que proceden de fuentes domésticas o industriales. Los tratamientos son físicos, químicos y biológicos y se dividen en 3 etapas:

- **Tratamiento Residual Primario:** Es la separación de sólidos por tamices y sedimentación. Esto puede implicar o no la adición de floculantes y coagulantes.
- **Tratamiento Residual Secundario:** Es el tratamiento biológico de sólidos suspendidos y disueltos, en el que el material biológico se convierte en biomasa sólida, a través de bacterias.
- **Tratamiento Residual Terciario:** Lagunas, micro filtración, filtración, desinfección y ósmosis inversa.

El efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales se reinyecta al subsuelo, en forma de fertilizante, o se elimina. Las autoridades ambientales deben cumplir con los vertidos, de los cuales decretan sus condiciones. Los sólidos biológicos se neutralizan para ser descartados o reutilizados (Fariñas Iglesias, 1999).

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

Las actividades desarrolladas en la planta de tratamiento de aguas de la empresa Intradevco Industrial S.A. consiste en la medición de los parámetros fisicoquímicos de los puntos críticos del proceso de ósmosis inversa, tales como el agua de pozo, agua de entrada a la bomba RO, agua en las portas membranas de permeado y concentrada, agua tratada, etc.

2.2.1. Caracterización del agua de pozo

A continuación, se muestra los resultados de los análisis realizados del agua de pozo de la empresa Intradevco Industrial – Lurín, se efectuará de 2 maneras:

1. Interna

Se refiere a los análisis realizados por el personal operativo de la empresa, se toman muestras diariamente para determinar los parámetros medibles del agua de pozo, los análisis realizados al agua de pozo se observan la tabla N°4:

TABLA 4

Características del agua del pozo subterráneo

Característica	Rango de Operación
Flujo de alimentación ($\frac{m^3}{h}$)	30 - 40
pH	7.03 – 7.75
Temperatura (°C)	27.07 – 28.65
Conductividad Eléctrica (uS)	5190-11490
Dureza (ppm)	1312-1616

Nota: Documento interno proporcionado por Intradevco Industrial SA

2. Externa

Se refiere a los análisis realizados por una empresa externa con sus respectivas certificaciones, dando validez a los análisis resultantes, que se denotan en la tabla N°5,6 y 7:

TABLA 5

Metales Totales por ICP-MS

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados
Metales Totales (ICP-MS)			
Aluminio total	mg/L	0,005	0,015
Antimonio total	mg/L	0,00028	0,01540
Arsénico total	mg/L	0,00021	0,00615
Bario total	mg/L	0,0003	0,0464
Berilio total	mg/L	0,0002	0,0010
Bismuto total	mg/L	0,00019	<0,00019
Boro total	mg/L	0,001	1,501
Cadmio total	mg/L	0,00024	<0,00024
Calcio total	mg/L	0,022	295,3
Cerio total	mg/L	0,00022	<0,00022
Cesio total	mg/L	0,0002	<0,0002
Cobalto total	mg/L	0,00029	0,00240
Cobre total	mg/L	0,00037	0,02280
Cromo total	mg/L	0,00023	0,01570
Estaño total	mg/L	0,00022	0,00870
Estroncio total	mg/L	0,00037	3,824
Fósforo total	mg/L	0,005	0,828
Galio total	mg/L	0,0003	<0,0003
Germanio total	mg/L	0,0003	0,0106
Hafnio total	mg/L	0,0004	0,0005
Lantano total	mg/L	0,0002	<0,0002
Litio total	mg/L	0,0003	0,0203
Lutecio total	mg/L	0,00022	0,01040
Magnesio total	mg/L	0,003	95,31
Manganeso total	mg/L	0,00064	0,00270
Mercurio total	mg/L	0,00008	0,00020
Molibdeno total	mg/L	0,00018	0,41780
Niobio total	mg/L	0,0007	<0,0007
Niquel total	mg/L	0,00034	<0,00034
Plata total	mg/L	0,00021	0,00170
Plomo total	mg/L	0,00026	0,00130

Nota: Tomado de J. Ramón del Perú (2019)

TABLA 6*Análisis desarrollados en laboratorio*

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados
Aceites y Grasas	mg/L	1	<1
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	1	77
Carbonatos	mg/L CaCO ₃	1	<1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2	5
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	5	15
Dureza total	mg/L CaCO ₃	1	999
Hierro total	mg/L	0,0096	1,519
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/100mL	1,8	7,8
Numeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/100mL	1,8	180,0
Silicatos	mg/L	0,05	11,35
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2	4 026
Turbiedad	NTU	0,27	0,42
Aniones (Fluoruros, Cloruros, Nitratos, Nitritos, Fosfatos, Sulfatos)			
Bromuros	mg/L	0,005	<0,005
Cloruros	mg/L	0,015	2 020
Fluoruros	mg/L	0,008	<0,008
Fosfatos	mg PO ₄ -P/L	0,011	<0,011
Nitratos	mg NO ₃ -N/L	0,001	6,980
Nitritos	mg NO ₂ -N/L	0,002	<0,0002
Sulfatos	mg/L	0,015	110,5

Nota: Tomado de J. Ramón del Perú (2019)

TABLA 7

Análisis desarrollados en campo

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados
Desarrollados en campo			
Cloro Residual Total	mg/L	0,1	<0,10
Conductividad	μS/cm	r	8 610
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	6,68
pH	Und. pH	r	6,39
Temperatura	° C	r	26,8

Leyenda: L.D = Límite de detección r = Resolución

Nota: Tomado de J. Ramón del Perú (2019)

2.2.2. Unidad de tratamiento de aguas MEGA 100

1. Descripción del proceso

- a) El agua a tratar es sustraída de un pozo sumergible de 150 m³ por medio de tuberías y una bomba sumergible.

FIGURA 12

Succión del agua subterránea



- b) El agua extraída del pozo sumergible se almacena en una cisterna subterránea, de la cual por medio de dos bombas en paralelo es extraída a un caudal que varía de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ a $40 \text{ m}^3/\text{h}$ a la red de alimentación del equipo de ósmosis inversa MEGA 100.

FIGURA 13

Bombas de alimentación de agua cruda



- c) El agua cruda pasa por tres filtros multimedia, los cuales tiene arena y grava que tiene como finalidad retener gran parte de las impurezas que contiene el agua cruda.

FIGURA 14

Filtros Multimedia



- d) Luego el agua cruda pasa por un sistema de lámparas UV, la cual tiene como finalidad, eliminar los microorganismos dañinos para el ser humano.

FIGURA 15

Equipo de filtración UV



- e) Después se inyecta a la línea por donde pasa el agua cruda, el anti incrustante “Hypersperse MDC714”, lo que se dosifica a línea que es una mezcla del anti incrustante con agua osmotizada al 20% a un caudal de 137

ml/h. Este anti incrustante tiene como función evitar el encalchamiento de las tuberías por dónde va el agua cruda.

FIGURA 16

Dosificación del anti incrustante



Nota: El agua pasa por 2 filtros de sedimentos de 5 micras y 1 micra, cada compartimento está compuesto de 5 filtros de polipropileno de 2.5 x 40" para poder retener gran cantidad de partículas que podrían afectar el funcionamiento del equipo de ósmosis inversa.

FIGURA 17

Pre filtros de 5 y 1 micra



- f) El agua con rango de pH de 7.03 -7.75, con una conductividad entre 5190-11490 uS y una dureza entre 1312 – 1616 ppm ingresa a la bomba RO, la cual le da la velocidad al agua para poder atravesar todas las membranas y llegar a la cisterna de 25000 L para ser almacenada y distribuida.

FIGURA 18

Bomba RO



- g) El equipo de ósmosis inversa MEGA 100 consta de 5 porta membranas, las cuales contienen cada una de ellas, 4 membranas de 8" x 40" en su interior. Se divide en dos bancos de membranas. El primero consta de 3 porta membranas en paralelo que son las de permeado y el segundo consta de 2 porta membranas en paralelo que son las de concentrado.

FIGURA 19

Porta membranas de permeado MEGA 100



FIGURA 20

Porta membranas de concentrado MEGA 100



FIGURA 21

Puntos de toma de muestra de agua



h) Por último, después de pasar por las membranas, el agua osmotizada se almacena en una cisterna de 25000 L.

FIGURA 22

Tanque de almacenamiento de agua osmotizada



2. Especificaciones Técnicas del equipo RO

TABLA 8

Especificaciones técnicas del equipo de ósmosis inversa MEGA 100

Modelo	Capacidad producción (l/h)	Tasa de conversión (%)	Potencia motor (kW)	Dimensiones (mm)			Peso (Kg)
				Largo	Ancho	Alto	
14-3750	3750	75	5,5	4000	900	1860	700
14-5000	5000	75	7,5	3200	900	1860	750
14-7500	7500	75	11,0	4000	900	1860	900
14-10000	10000	75	11,0	5000	900	1860	1100
14-12500	12500	75	15,0	5000	900	1860	1150
14-15000	15000	75	15,0	5000	900	1860	1200

Nota: Tomado de (VEOLIA Water Solutions & Technologies, 2019)

Este equipo de ósmosis inversa tiene las siguientes características:

- a) Filtro de Pretratamiento.
- b) Bomba de alta presión centrífuga vertical fabricada en acero inoxidable.
- c) Cajas de presión (para las membranas de ósmosis inversa) fabricadas en poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- d) Membranas de ósmosis inversa de última generación de 8"
- e) Sistema de barrido de las membranas de ósmosis inversa
- f) Medidores de presión, caudal, temperatura y conductividad
- g) Válvula de regulación de presión de alimentación a membranas, de recirculación y de rechazo.
- h) Automatismo programable con pantalla digital, que controla todos los parámetros de la planta. Incluye un sistema de alertas en caso de cualquier disfunción del equipo.

3. Parámetros evaluados en la calidad del agua

a) Parámetros medidos por el equipo

- **Presión de descarga de la bomba:**

Es la presión ejercida por las bombas de agua cruda para extraer el agua que se encuentra en un pozo hacia la línea de tuberías. Se mide en psi.

- **Presión de ingreso al filtro:**

Es la presión con la que el agua ingresa a los 3 filtros multimedia en serie. Se mide en psi.

- **Presión de salida del filtro:**

Es la presión con la que el agua sale de los 3 filtros multimedia en serie. Se mide en psi.

- **Presión de ingreso al pre filtro:**

Es la presión con la que el agua ingresa al banco de 2 filtros de 5 micra y 2 filtros de 1 micra. Se mide en psi.

- **Presión de salida del pre filtro:**

Es la presión con la que el agua sale del banco de 2 filtros de 5 micra y 2 filtros de 1 micra. Se mide en psi.

- **Temperatura:**

Es el grado o nivel térmico que tiene el agua que pasa por la línea de tuberías. Se mide en grados centígrados (°C).

- **Presión de salida de la bomba RO:**

Es la presión con la que el agua sale de la bomba RO hacia el ingreso de la porta membranas. Se mide en psi.

- **Presión de ingreso a la membrana:**

Es la presión con la cual ingresa a la porta membranas de permeado. Se mide en psi.

- **Presión secundaria de ingreso a la membrana:**

Es la presión en la tubería de interconexión entre el banco de porta membranas de permeado y concentrado. Se mide en psi.

- **Presión de salida de la membrana:**

Es la presión con la cual sale de la porta membranas de concentrado. Se mide en psi.

- **Presión de agua permeada:**

Es la presión ejercida por el agua luego de pasar por los 5 porta membranas. Se mide en psi.

- **Flujo de agua permeada:**

Es la cantidad de agua osmotizada que se abastece al tanque reservorio de 25000 L. Se mide en gpm.

- **Flujo de agua concentrada:**

Es la cantidad de agua de rechazo que se abastece al pozo que va para la planta de detergente. Se mide en gpm.

- **Horas de trabajo al día:**

Es el tiempo trabajado por el equipo de ósmosis inversa en un día. Se mide en horas.

b) Parámetros medidos por el equipo

- **pH del agua de ingreso a la bomba RO:**

Es el coeficiente indicador del grado de acidez o basicidad del agua que ingresa a la bomba RO. Este pH tiene que ser ligeramente básico.

- **pH del agua osmotizada:**

Es el coeficiente indicador del grado de acidez o basicidad del agua que ha pasado por los 5 porta membranas. Este pH tiene que ser ligeramente ácido.

- **Conductividad Housing N°1:**

Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°1 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.

- **Conductividad Housing N°2:**

Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°2 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.

- **Conductividad Housing N°3:**

Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°3 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.

- **Conductividad Housing N°4:**

Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°4 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de concentrado.

- **Conductividad Housing N°5:**

Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°5 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de concentrado.

- **Conductividad del Concentrado RO:**

Es la medida de capacidad del agua de rechazo para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS.

- **Conductividad del agua Osmotizada:**

Es la medida de capacidad del agua permeada para dejar pasar la corriente eléctrica Tiene que ser menor a 300 uS. Se mide en uS.

- **Conductividad del agua de ingreso a la bomba RO:**

Es la medida de capacidad del agua de ingreso a la bomba RO para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS.

- **Conductividad del agua de Pozo:**

Es la medida de capacidad del agua extraída del pozo con agua subterránea para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS.

- **Dureza del Housing N°1:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua que circula por el Housing N°1, en particular de sales de magnesio y calcio.

- **Dureza del Housing N°2:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua que circula por el Housing N°2, en particular de sales de magnesio y calcio.

- **Dureza del Housing N°3:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua que circula por el Housing N°3, en particular de sales de magnesio y calcio.

- **Dureza del Housing N°4:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua que circula por el Housing N°4, en particular de sales de magnesio y calcio.

- **Dureza del Housing N°5:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua que circula por el Housing N°5, en particular de sales de magnesio y calcio.

- **Dureza del agua permeada:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua osmotizada, en particular de sales de magnesio y calcio. Tiene que ser menor a 20 ppm. Se mide en ppm.

- **Dureza del agua de pozo:**

Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua del pozo con agua subterránea, en particular de sales de magnesio y calcio. Se mide en ppm.

- **Concentración de hierro del agua de pozo:**

Es la cantidad de hierro presente en el agua del pozo con agua subterránea, Esta medida tiene que ser inferior a 1 ppm. Se mide en ppm.

2.2.3. Unidad de tratamiento de aguas E4H – 43K

1. Descripción del proceso

- a) Del tanque de 25000 L, por medio de una bomba, se extrae el agua osmotizada por medio de una bomba a un caudal que varía de $8 \text{ m}^3/h$ a $11 \text{ m}^3/h$ con conductividad entre 101.7 y 250 uS, un pH entre 5.45 – 6.67 y una dureza entre 3 y 20 ppm para ser tratada en el equipo de ósmosis inversa R4H-43K.

FIGURA 23

Bomba de alimentación



- b) El equipo de ósmosis inversa E4K-43K consta de 8 porta membranas, las cuales contienen cada una de ellas, 3 membranas de 4"x 40" en su interior. Se divide en dos bancos de membranas. El primero consta de 5 porta membranas en paralelo que son las de permeado y el segundo consta de 3 porta membranas en paralelo que son las de concentrado

FIGURA 24

Equipo de ósmosis inversa E4H-43K



FIGURA 25

Porta membranas de permeado E4H-43K



FIGURA 26

Porta membranas de Concentrado E4H-43K



a) Por último, después de pasar por las membranas, el agua desionizada se almacena en una cisterna de 10000 L.

FIGURA 27

Tanque de almacenamiento de agua desionizada



2. Especificaciones Técnicas del equipo RO

TABLA 9

Especificaciones Técnicas del equipo de Ósmosis Inversa E4H-43K

model	E4H-16K	E4H-21K	E4H-27K	E4H-38K	E4H-43K	
ECN	1163816	1163820	1163824	1163828	1163830	
DLX	1200080	1200084	1200088	1200092	1200094	
flow specifications						
Recovery Range:	66-75%	66-75%	66-75%	66-75%	66-75%	
Permeate Rate: m ³ /h (gpm)	2.56 (11.2)	3.4 (15)	4.3 (18.8)	5.9 (26.2)	6.8 (30)	
Concentrate Rate: m ³ /h (gpm)	0.9 (3.4)	1.1 (5.0)	1.4 (6.3)	2.0 (8.8)	2.3 (10)	
pump and motor						
RO Pump Model	SS2834D	SS2834D	SS5512D	SS5518KB	SS5518KB	
RO Motor: KW (HP)	5.6 (7.5)	5.6 (7.5)	7.4 (10)	11.2 (15)	11.2 (15)	
CIP Pump Model: [DLX only]	SS2808AZ	SS2808AZ	SS5503G	SS5503G	SS5503G	
CIP Motor: KW (HP)	1.5 (2)	1.5 (2)	2.2 (3)	2.2 (3)	2.2 (3)	
Membrane elements and filters						
Membrane Quantity	9	12	15	21	24	
Array	2-1	2-2	3-2	4-3	5-3	
Pre-Filter Quantity	2	2	2	2	2	
connections						
Inlet: cm (inch)	3.8(1.5)	3.8(1.5)	3.8(1.5)	3.8(1.5)	3.8(1.5)	
Permeate: cm (inch)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	
Concentrate: cm (inch)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	2.5(1.0)	
dimensions & weights						
Height: cm (inch)	158 (62)	158 (62)	158 (62)	158 (62)	158 (62)	
Width: cm (inch)	335 (132)	335 (132)	335 (132)	335 (132)	335 (132)	
Depth: cm (inch)	92 (36)	92 (36)	92 (36)	92 (36)	92 (36)	
Shipping Weight Estimate: kg (lb)	ECN	500 (1000)	500 (1050)	700 (1550)	800 (1700)	820 (1800)
Shipping Weight Estimate: kg (lb)	DLX	530 (1150)	570 (1250)	800 (1750)	870 (1900)	910 (2000)

Nota: Reproducido de Water Technologies & Solutions-SUEZ, (2017)

(Water Technologies & Solutions-SUEZ, 2017). Este equipo de ósmosis inversa tiene las siguientes características:

- Pre filtro de 5 micras y carcasa, 20 "(50,80 cm)
- Válvula de cierre de entrada automática.
- Protección térmica del motor.
- Medidor de Pre / post-filtro y presión primaria / presión final
- Rotámetros de flujo de permeado y concentrado

- Medidor de conductividad permeada
- Tarjeta SD para recopilar datos de funcionamiento.
- Sensor de pH de entrada
- Control de nivel de tanque de permeado
- Bomba dosificadora de productos químicos para dosificación antiincrustante o ajuste de pH
- Sistema Clean in Place (CIP), 5 HP (3.7 KW)
- ALARMAS: baja presión de entrada, alto concentrado y presión de permeado, alta temperatura, alta conductividad de permeado, pH alto / bajo, falla del motor, y tiempo de llenado excedido

3. Parámetros evaluados en la calidad del agua

a) Parámetros medidos por el equipo

- **Presión de ingreso al pre filtro:** Es la presión con la que el agua ingresa a los 2 filtros de 5 micras de cartucho en paralelo. Se mide en psi.
- **Presión de salida del pre filtro:** Es la presión con la que el agua sale de los 2 filtros de 5 micras de cartucho en paralelo. Se mide en psi.
- **Presión Primaria:** Es la presión con la cual ingresa a la porta membranas de permeado. Se mide en psi.
- **Presión Final:** Es la presión con la cual sale de la porta membranas. Se mide en psi.
- **Presión de la Bomba:** Es la presión con la que la bomba extrae el agua osmotizada del tanque cisterna de 25000 L. Se mide en psi.
- **Flujo de agua permeada:** Es la cantidad de agua osmotizada que se abastece al tanque reservorio de 10000 L. Se mide en gpm.

- **Flujo de agua concentrada:** Es la cantidad de agua de rechazo que se abastece al pozo que va para el pozo con agua subterránea. Se mide en gpm.
- **Horas de trabajo al día:** Es el tiempo trabajado por el equipo de ósmosis inversa en un día. Se mide en horas.

b) Parámetros tomados por el operador

- **Conductividad Housing N°1:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°1 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.
- **Conductividad Housing N°2:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°2 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.
- **Conductividad Housing N°3:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°3 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.
- **Conductividad Housing N°4:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°4 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.
- **Conductividad Housing N°5:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°5 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de permeado.
- **Conductividad Housing N°6:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°6 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de concentrado.

- **Conductividad Housing N°7:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°7 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de concentrado.
- **Conductividad Housing N°8:** Es la medida de capacidad del agua que pasa por la porta membrana N°8 para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS. Porta membrana de concentrado.
- **Conductividad del agua desionizada:** Es la medida de capacidad del agua permeada para dejar pasar la corriente eléctrica. Se mide en uS.
- **pH del agua desionizada:** Es el coeficiente indicador del grado de acidez o basicidad del agua que ha pasado por los 8 porta membranas. Este pH tiene que ser ligeramente ácido.
- **Dureza del agua permeada:** Es la concentración de compuestos minerales que hay en el agua desionizada, en particular de sales de magnesio y calcio. Tiene que ser igual o menor a 1 ppm. Se mide en ppm.

2.2.4. Descripción de la toma de los parámetros fisicoquímicos

1. Determinación de pH

- a) Encender el potenciómetro, presionando el botón de encendido.

FIGURA 28

Potenciómetro



- b) Ya encendido el equipo, retirar el electrodo de la solución de almacenamiento, lavar la vulva y parte del electrodo con agua desionizada y secarlo con un papel absorbente.

FIGURA 29

Lavado del Electrodo



- c) En un vaso precipitado limpio y seco, transvasar parte de la muestra de agua en análisis, temperar la muestra a 25°C e introducir el electrodo, esperar que se establezca la lectura y registrar el resultado.

FIGURA 30

Toma de lectura del potenciómetro



2. Determinación de conductividad eléctrica

- a) Encender el conductímetro, presionando el botón de encendido

FIGURA 31

Tablero del conductímetro



- b) Una vez encendido, introducir el electrodo hasta que los dos medidores de conductividad estén sumergidos en la muestra de agua. Esperar que establezca la medición y anotar el resultado.

FIGURA 32

Toma de lectura del conductímetro

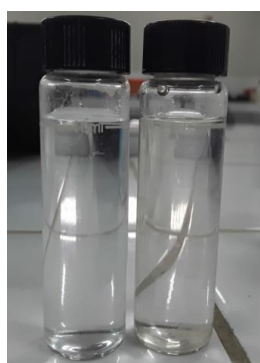


3. Determinación de la concentración de hierro

- a) Separar en dos tubos con rosca que contenga en cada uno, 10 ml de la muestra de agua a analizar.

FIGURA 33

Tubos con muestra de agua



- b) A uno de los tubos, se le agrega el indicador del hierro, se cierra el tubo con la rosca y se agita por un breve tiempo.

FIGURA 34

Adición del indicador de hierro a la muestra



- c) Se enciende el equipo indicador de hierro y se introduce la muestra con agua (blanco) cuando en la pantalla aparezca "Add C.1". Se cierra la tapa del equipo y se presiona el botón.

FIGURA 35

Adición de la muestra patrón al equipo medidor de hierro



- d) Abrir la tapa del equipo cuando aparezca "Add C.2", introducir al equipo la muestra de agua que contiene el indicador de hierro, cerrar la tapa y

mantener el presionado hasta que aparezca un tiempo de 3 minutos (tiempo de residencia).

FIGURA 36

Adición de la muestra a medir al equipo medidor de hierro



FIGURA 37

Tiempo de residencia



e) Esperar que transcurran los 3 minutos y anotar el resultado.

FIGURA 38

Toma de lectura del equipo medidor de hierro



- f) La presencia de hierro se puede observar claramente cuando se agrega el indicador de hierro y vira de incoloro a un color naranja.

FIGURA 39

Viraje del color de agua



4. Determinación de dureza

- a) Se utiliza un reactivo indicador de dureza por goteo que consta de la mezcla de un neutralizante, un indicador y un titulante.

FIGURA 40

Componentes del reactivo indicador de dureza



FIGURA 41

Reactivo indicador de dureza



- b) Abrir el punto de toma de muestra y dejar correr el agua por un tiempo de 30 segundos como mínimo.

- c) Lavar el recipiente de ensayo (matraz de 50 ml) por lo menos 3 veces con el agua que se usa para determinar su dureza.
- d) Añadir en el recipiente de ensayo con la muestra llenada hasta 40 ml, gota a gota la solución indicadora de dureza agitando el recipiente de ensayo en forma circular, hasta que vire de un color rojo a azul

FIGURA 42

Viraje del color de agua al contacto con el reactivo indicador de dureza



III. APORTES REALIZADOS

3.1. Protocolos de las Unidades de Tratamiento de Aguas

3.1.1. Protocolos de la Unidad de Tratamiento de Aguas MEGA 100

1. Protocolo para el manejo del llenado del tanque subterráneo

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el llenado del tanque subterráneo que utiliza el equipo de ósmosis inversa en el tratamiento de agua

b) Alcance

Este protocolo corresponde al llenado del tanque subterráneo de la planta de ósmosis inversa de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Tanque

Contenedor grande destinado a almacenar líquidos o gases.

- Tanque de almacenamiento de agua

Contenedor hecho de material sintético que permite conservar la temperatura del agua, así como proporcionar superficies lisas al interior para evitar formación de hongos o algas.

- Sensor

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- Sensor de Nivel

Dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

- **Panel de Control (PLC)**

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- **Agua**

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- **Agua Subterránea**

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

d) Condiciones Generales del llenado del tanque subterráneo

Para realizar el llenado del tanque subterráneo, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El llenado del tanque se tiene que dar por medio del PLC, no de forma manual.
- Establecer un cronograma de limpieza del sensor de nivel que garantice el llenado del tanque subterráneo.

- Dentro del cronograma de mantenimiento debe figurar la verificación de las condiciones de las bombas succionadoras del agua de pozo.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 10.

TABLA 10

Requerimientos para el manejo del llenado del tanque subterráneo

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PLANTA	AGUA	SENSOR
TANQUE	-	-

f) Descripción del Procedimiento

FIGURA 43

Tubería de succión del pozo subterráneo



FIGURA 44

Caudalímetro



- Abastecimiento de agua subterránea: Por medio de una bomba de 15 HP se extrae el agua subterránea desde el fondo de dicho pozo; a través de un juego de tuberías, se pasa el agua extraída hacia el tanque reservorio.
- Almacenamiento de agua subterránea: La extracción de agua por medio de la bomba deja de funcionar cuando el sensor indica que el tanque se encuentra lleno.

2. Protocolo para el arranque del equipo de ósmosis inversa

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el arranque del equipo de ósmosis inversa MEGA 100.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para el arranque del equipo de ósmosis inversa de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Sensor

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- Sensor de Nivel

Dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Agua Subterránea

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

d) Condiciones Generales para el arranque del equipo de ósmosis inversa

Para realizar el arranque del equipo de ósmosis MEGA 100, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Resetear el PLC que acciona el equipo de ósmosis inversa antes de ponerlo en marcha.
- Establecer un cronograma de limpieza del sensor de nivel que garantice el llenado del tanque subterráneo debido a que, si no se realiza una correcta limpieza, se observará error en la pantalla del panel de control.
- Dentro del cronograma de mantenimiento debe figurar la verificación del sensor de la válvula de alimentación que deja ingresar el agua al equipo de ósmosis inversa debido a que en ciertas ocasiones no se abre al iniciar el equipo y genera errores que se visualizan en la pantalla del panel de control.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 11.

TABLA 11

Requerimientos del arranque del equipo de ósmosis inversa

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PLANTA	AGUA	SENSOR
PLC MEGA 100	-	-

f) Descripción del Procedimiento

- Inicialización del equipo de ósmosis inversa: Se presiona el botón rojo “Reset” en el panel de control, luego el botón azul ↴ , que indica una flecha para abajo, después el botón “1” para elegir la opción “Modo Automático” y por último el botón “enter” para confirmar la opción anterior y poner en marcha el equipo de ósmosis inversa. Todo esto se realiza en el PLC de la planta.

FIGURA 45

Tablero de control de la planta de tratamiento de aguas



FIGURA 46

Tablero de control del equipo de ósmosis inversa MEGA 100



3. Protocolo de limpieza de los filtros multimedia

a) Objetivo

Establecer el protocolo para la limpieza de los filtros multimedia.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para la limpieza de los filtros multimedia de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- PLC

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Filtro Multimedia

Son filtros diseñados para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino.

- Agua Subterránea

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo;

es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Antracita**

Es un carbón mineral más metafórico y que presenta mayor contenido de carbono. Es un excelente medio de filtración para clarificación del agua en uso potable o industrial en combinación con arenas filtrantes Es un excelente medio de filtración debido a que la forma especial de sus granos permite que el material que se encuentra en suspensión sea retenido en la profundidad del lecho filtrante.

- **Arena**

Conjunto de fragmentos de rocas o minerales de tamaño comprendido entre 0.063 y 2 milímetros.

- **Garnet**

Es un grupo de minerales de silicato que han sido utilizado desde la edad de bronce como piedras preciosas y abrasivos.

- **Grava**

Son rocas formadas de fragmentos de tamaño comprendido entre 2 a 64 milímetros.

- **Ácido**

Es cualquier compuesto químico que cuando se disuelve en agua tiene un pH menor a 7.

- **Ácido Fuerte**

Es un ácido que se ioniza por completo en solución acuosa, suele ser corrosivo.

- **Ácido Clorhídrico**

Es la disolución acuosa de gas cloruro de hidrogeno que es muy corrosivo y ácido.

- **Ácido Fosfórico**

Es un compuesto químico ácido que se utiliza como catalizador, ablandador de agua, fertilizantes y detergentes.

- **Ácido Sulfámico**

Es un compuesto químico incoloro soluble en agua. Se considera un producto intermedio entre el ácido sulfúrico y una sulfamida.

d) Condiciones Generales de limpieza de filtros multimedia

Para realizar la limpieza de los filtros multimedia, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer un cronograma de limpieza de los medios filtrantes realizando el retro lavado una vez por semana.
- Utilizar la cantidad de los ácidos anteriormente mencionados de acuerdo al grado de suciedad que se encuentren los medios filtrantes.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 12.

TABLA 12

Requerimientos de la limpieza de los filtros multimedia

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PLANTA	AGUA	HERRAMIENTAS
-	ACIDO CLORHÍDRICO	MANGUERA
-	ACIDO FOSFÓRICO	-
-	ACIDO SULFÁMICO	-

f) Descripción del Procedimiento

- Preparación del sistema: Presionar el botón rojo “Reset” en el PLC del equipo de ósmosis inversa.
- Limpieza de los medios filtrantes: Se succiona los medios filtrantes a cilindros, a los cuales se le adiciona una mezcla de 1 kg de ácido clorhídrico, 0.5 kg de ácido fosfórico y 0.5 kg de ácido Sulfámico por 100 kg de medio filtrante y se deja reposar por un tiempo de 15 minutos, luego se realizan enjuagues con abundante agua hasta regular el pH de la solución a un valor de 6.5 y por último se adiciona la misma mezcla de ácidos al tanque multimedia para su limpieza interior.
- Armado de filtros multimedia: Se procede a agregar los medios filtrantes de regreso al filtro multimedia y armar todo el sistema de tuberías.

FIGURA 47

Succión de medios filtrantes a cilindros



FIGURA 48

Regulación de pH



FIGURA 49

Adición del medio filtrante al filtro multimedia



4. Protocolo de manejo del filtro UV

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el manejo del filtro UV.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para el correcto mantenimiento del filtro UV de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Agua Subterránea

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Desinfección**

Proceso químico que mata o erradica los microorganismos sin discriminación.

- **Desinfección UV**

Se utiliza para el tratamiento de agua, la luz UV es un germicida poderoso que elimina microorganismos del agua sin uso de químicos adicionados.

- **Balastro**

Es un equipo que sirve para mantener estable y limitar la intensidad de la corriente para lámparas, ya sea una lámpara fluorescente o una lámpara de haluro metálico.

d) Condiciones Generales del manejo del filtro UV

Para el manejo del filtro UV, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer el uso de un supresor de tensiones y una conexión a tierra para proteger al controlador (balastro).
- Deben permanecer encendidos los 5 balastos que expresa que están funcionando las 5 lámparas UV en el filtro UV.
- Dentro del cronograma de mantenimiento debe figurar la sustitución de las lámparas UV cada 2 años para que tenga un correcto funcionamiento.
- Establecer un cronograma de limpieza de las vainas tubulares de cuarzo 2 veces al mes.
- Desinfectar químicamente todo el sistema de distribución situado después del filtro UV una vez al año para asegurar que el sistema de tuberías que libre de cualquier contaminante bacteriológico.
- La calidad de agua entrante tiene que presentar las siguientes características:

TABLA 13*Especificaciones del agua ingresante al filtro UV*

Calidad del agua y minerales	Nivel
Hierro	< 0.3 ppm
Dureza	< 120 ppm
Turbiedad	<1 NTU
Manganeso	< 0.05 ppm
Taninos	< 0.1 ppm
Transmisión UV	> 75%

Nota: Adaptado del Manual VIQUA (2019)

- En caso el agua presente una dureza mayor a 120 ppm o alguna otra característica fuera del rango establecido, se debe ablandar con el uso de un tratamiento previo adecuado para tener un correcto funcionamiento del sistema de desinfección UV.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 14.

TABLA 14*Requerimientos del funcionamiento del filtro UV*

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PLANTA	AGUA	LÁMPARA UV
FILTRO UV		CONTROLADOR

f) Descripción del Procedimiento


- Inicialización del equipo de ósmosis inversa: Se presiona el botón rojo “Reset” en el panel de control, luego el botón azul  , que indica una flecha para abajo, después el botón “1” para elegir la opción “Modo Automático” y por último el botón “enter” para confirmar la opción anterior y poner en marcha el equipo de ósmosis inversa.
- Arranque del filtro UV: El filtro UV se enciende automáticamente cuando se da el arranque al equipo de ósmosis inversa.

FIGURA 50

Adición del medio filtrante al filtro multimedia



FIGURA 51

Balastos del filtro UV



5. Protocolo de la dosificación de anti incrustante

a) Objetivo

Establecer el protocolo para la correcta dosificación de anti incrustante.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para la correcta dosificación de anti incrustante al equipo de ósmosis inversa MEGA 100 de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Agua Subterránea

Parte del ciclo hidrológico y es el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Bomba hidráulica**

Es una máquina que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve.

- **Bomba dosificadora**

Es una bomba adecuada en diferentes campos para la dosificación exacta de medios como adhesivos, medicamentos u otro producto.

- **Anti incrustante**

Es un compuesto químico que tiene la propiedad de evitar que las sales del agua se depositen (precipiten) en conducciones, depósitos, o cualquier superficie.

- **Hypersperse MDC714**

Hypersperse MDC714 es altamente efectivo y seguro anti incrustante líquido desarrollado para controlar las incrustaciones de los precipitados y reduce las incrustaciones de partículas dentro de los sistemas de separación de membrana.

d) Condiciones Generales de dosificación del anti incrustante

Para realizar la dosificación del anti incrustante, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer un cronograma de limpieza del sistema de bombeo de anti incrustante.
- Dentro del cronograma de mantenimiento debe figurar la ubicación de la salida de anti incrustante para comprobar que si lo que señala la pantalla es lo que se dosifica al sistema.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) **Requerimientos:** Se muestra en la tabla 15.

TABLA 15

Requerimientos de la dosificación del anti incrustante

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
BOMBA DOSIFICADORA	AGUA	SENSOR
PLC MEGA 100	ANTIINCRUSTANTE	-

f) Descripción del Procedimiento

- Preparación de la solución a inyectar: Adicionar al tanque de donde se dosifica el anti incrustante una solución de 20 % Hypersperse MDC714 y 80 % agua osmotizada.
- Inicialización del equipo de ósmosis inversa: Se presiona el botón rojo “Reset” en el panel de control, luego el botón azul “↓”, que indica una flecha para abajo, después el botón “1” para elegir la opción “Modo Automático” y por último el botón “enter” para confirmar la opción anterior y poner en marcha el equipo de ósmosis inversa.

FIGURA 52

Dosificador de anti incrustante



FIGURA 53

Caudal de adición del anti incrustante



6. Protocolo de retro lavado de los filtros multimedia

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el retro lavado de los filtros multimedia.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para el retro lavado de los filtros multimedia del equipo de ósmosis inversa MEGA100 de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- **Agua**

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- **Agua Subterránea**

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Agua Tratada**

Es el agua que pasa por un tratamiento que luego se usa para un determinado fin.

- **Sensor**

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- **Sensor de posición**

Es el sensor de ángulo de apertura de una válvula.

- **Filtro Multimedia**

Son filtros diseñados para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de más grueso a más fino.

- **Retro lavado**

Es la operación de mantenimiento más importante para el correcto desempeño una cama con un medio granular, que puede ser de carbón activado, arena,

zeolita, resina de intercambio iónico o lechos multimedia. Las razones principales por la que se hace un retro lavado son:

- Eliminar solidos retenidos entre los gránulos del medio
- Eliminar biomasa excesiva
- Eliminar burbujas que se forman debido al cambio de temperatura
- Evitar la cementación o petrificación de la cama

d) Condiciones Generales del retro lavado de las membranas

Para realizar el retro lavado de las membranas, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dentro del programa de inventario, se debe tener las herramientas necesarias para realizar el desmontaje y extracción de las tuberías.
- Dentro del cronograma de mantenimiento debe figurar la verificación de la expansión de la cama dentro del filtro multimedia. La expansión aproximada que se requiere es el 30 a 40% de la inicial.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP´s adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en tabla 16.

TABLA 16

Requerimientos para el retro lavado de los filtros multimedia

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC RETROLAVADO	AGUA	SENSOR
PLC MEGA 100	-	-

f) Descripción del Procedimiento

- Inicialización del equipo de ósmosis inversa: Se presiona el botón rojo “Reset” en el panel de control, luego el botón azul “↩”, que indica una flecha para abajo, después el botón “1” para elegir la opción “Modo Automático” y por último el botón “enter” para confirmar la opción anterior y poner en marcha el equipo de ósmosis inversa.
- Inicialización del sistema de retro lavado: En el panel de control de retro lavado, presionar el botón “regenerar” y se ejecutara automáticamente todo el proceso, que consta en una recirculación contracorriente por cada filtro multimedia.

FIGURA 54

Toma de muestra de agua de retro lavado



FIGURA 55

Panel de control del retro lavado



7. Protocolo de limpieza química de las membranas

a) Objetivo

Establecer el protocolo para la limpieza química de las membranas.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para la limpieza química de las membranas del equipo de ósmosis inversa MEGA100 de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Agua Subterránea

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se filtra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- Agua Tratada

Es el agua que pasa por un tratamiento para luego ser utilizado para determinado fin.

- Agente limpiador

Conjunto de productos químicos utilizados en el proceso de la preparación de superficies cuyo objetivo es eliminar y limpiar los contaminantes que puedan existir en la superficie de un material. Se puede utilizar el HCL , HNO_3 y H_2O_2

d) Condiciones Generales de la limpieza química de membranas

Para realizar la limpieza química de las membranas, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Revisar las recomendaciones del fabricante del limpiador: dosis, pH, temperatura, tiempos de reposo y agitación.
- Ser cuidadoso al preparar la solución con el limpiador para evitar salir del rango de pH recomendado. Un rango de entre 4 y 10 no causa daño alguno a las membranas. Si el grado de ensuciamiento requiere de soluciones más agresivas, recordar que valores de pH de entre 2 y 4, o de entre 10 y 12, pueden causar daños a la membrana si se excede la limpieza de cierto tiempo.
- El tanque debe ser de tamaño adecuado para contener la solución de limpieza. Se debe utilizar un volumen de 5 galones por membrana 8×40"
- La bomba debe ser la adecuada para proporcionar el flujo y presión requeridos. La presión máxima recomendada es de 60 psi. La presión demasiado elevada no permite la salida de sólidos o impurezas que se estén desprendiendo de la superficie de la membrana. El flujo no debe ser mayor a 10 gpm por membrana de 8×40".
- Se debe utilizar un filtro de cartucho de 5 a 10 micras, para retener los sólidos desprendidos en la limpieza. Debe colocarse en la línea de recirculación al tanque. Es importante monitorear la presión diferencial en este punto, y reemplazar el cartucho al alcanzar una presión diferencial de 15 psi.
- Es indispensable contar con puntos de muestreo y manómetros que permitan realizar mediciones de pH y presión a la descarga de la bomba y en la línea

de retorno de recirculación. Es esperable el cambio del pH: significa que los contaminantes están reaccionando con la solución limpiadora. Al detectar un cambio mayor a 5 unidades pH, ajustar al valor del pH inicial de la solución con el químico limpiador.

- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 17.

TABLA 17

Requerimientos de la limpieza química de las membranas

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC MEGA 100	AGUA	SENSOR
BOMBA	AGENTE LIMPIADOR	MANGUERA
FILTRO CARTUCHO	-	TERMOMETRO
TANQUE	-	CALENTADOR
TUBERIAS PVC	-	-
2 MANOMETROS	-	-

f) Descripción del Procedimiento

- Monitoreo de la calidad del agua: Monitorear los parámetros de la calidad del agua del equipo de ósmosis inversa.
- Llenado del tanque: Llenar el tanque con el volumen de agua necesario para el tamaño y número de membranas que se van a limpiar. Utilizar agua permeada.

- Adición del agente limpiador al tanque: Añadir el agente limpiador según las instrucciones del fabricante. Emplear un agitador neumático o recircular en el recipiente o tanque, para así asegurar que la solución sea del todo homogénea. Es importante siempre añadir el agente limpiador al agua y no al revés, para evitar reacciones que pudieran poner en riesgo la seguridad del operador. Si es posible, calentar la solución no más de 40 °C, con el fin de lograr resultados más efectivos.
- Circulación de la solución limpiadora por las membranas: Con la válvula de rechazo completamente abierta, introducir la solución de limpieza. Controlar la velocidad de ingreso (alimentación) con una válvula en la salida de la bomba, con la finalidad de que la velocidad de alimentación de la solución sea progresiva. Recircular durante 30 a 60 minutos. Dar seguimiento al pH y la presión al menos cada 15 minutos, a la entrada y salida de la membrana.
- Enjuague de las membranas: Utilizar agua permeada a baja presión y enviarla al sistema de disposición adecuado. Una manera efectiva para definir en qué instante detener el enjuague, es emplear un medidor de Sólidos Totales Disueltos. La perspectiva para dar por finalizado el enjuague es cuando el valor de Sólidos Totales Disueltos sea igual tanto en la entrada como en la salida.
- Puesta en marcha del equipo de ósmosis inversa: Primero regresar la válvula de rechazo a su posición habitual, poner en servicio y monitorear la calidad del agua. Normalmente demora un corto tiempo en estabilizarse la calidad del agua permeada.

FIGURA 56

Equipo de lavado de membranas



FIGURA 57

Entrada y salida del lavado químico de membranas



8. Protocolo de cambio de membranas

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el cambio de membranas

b) Alcance

Este protocolo se aplica para el cambio de las membranas del equipo de ósmosis inversa MEGA100 de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- PLC

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Agua

Solvente biológico por excelencia, compuesto por igual número de protones y electrones. Contiene 2 elementos. Oxígeno e hidrógeno, compuestos de diferentes electronegatividades y polaridades.

- Agua Subterránea

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97% del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico.

- **Agua Tratada**

Es el agua que pasa por un tratamiento para luego ser utilizado para determinado fin.

- **Membrana semipermeable**

Una membrana semipermeable permite el paso preferencial de ciertas sustancias presentes en una disolución frente a otras. Este hecho las hace importantes tanto en sistemas biológicos vivos como en aplicaciones tecnológicas.

La parte que ha atravesado la membrana se conoce como "permeado" y la que no lo hace es el "rechazo". En consecuencia, se produce una separación diferencial de unas sustancias frente a otras.

d) Condiciones Generales de cambio de membranas

Para realizar el cambio de las membranas, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dentro del programa de inventario, se debe tener las herramientas necesarias para realizar el desmontaje y extracción de las membranas
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 18.

TABLA 18

Requerimientos del cambio de las membranas

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC MEGA 100	AGUA	SENSOR
MEMBRANA	GLICERINA	HERRAMIENTAS

f) Descripción del Procedimiento

- Monitoreo de la calidad del agua: Monitorear los parámetros de calidad del agua del equipo de ósmosis inversa.
- Apagado del equipo de ósmosis inversa: Se presiona el botón “Reset” en el panel del equipo de ósmosis inversa.
- Desmontaje de la porta membranas: Desmontar la porta membranas del equipo de ósmosis inversa, de manera que quede a simple vista las membranas semipermeables. Luego extraer uno a uno las membranas con sus respectivos interconectores.
- Adición de membranas: Introducir en la porta membranas, las membranas nuevas con sus interconectores agregando en el contorno una cantidad de glicerina para que pueda ingresar suavemente al interior de la porta membrana y no dañar la membrana para después proceder a instalar las tapas, tuberías y mangueras tal como se encontraba inicialmente.
- Cebado del sistema de ósmosis inversa: Antes de encender el equipo de ósmosis inversa, se procede a cebar el sistema. Esto consiste en hacer pasar agua por el sistema sin encender el equipo de ósmosis inversa, lo cual se logra abriendo las válvulas de recojo de muestra de las 5 porta membranas, poniendo en modo manual el equipo de ósmosis inversa y seleccionando la opción para que solo funcionen los filtros multimedia en el panel de control de la planta. El proceso de cebado se habrá completado cuando salga agua de las 5 válvulas de recojo de muestra.
- Puesta en marcha del equipo de ósmosis inversa: Resetear el PLC MEGA 100, encender en forma automática el equipo de ósmosis inversa y

monitorear los parámetros de la calidad del agua. Es normal que tarde un poco en estabilizarse la calidad del agua permeada.

FIGURA 58

Membranas desechadas para lavar



FIGURA 59

Colocación de nuevas membranas



9. Protocolo de visualización del tiempo trabajado

a) Objetivo

Establecer el protocolo para la toma del tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa MEGA 100.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para la toma de horas trabajadas del equipo de ósmosis inversa MEGA 100 de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- Sensor

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- Sistema Scada

Concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

d) Condiciones Generales de toma de tiempo trabajado

Para realizar la toma del tiempo trabajado, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dentro del cronograma de mantenimiento, revisar las conexiones eléctricas para evitar fallas eléctricas en el sistema, ya que esto causa un reinicio de las horas controladas en el PLC.
- El indicador de tiempo detiene su conteo de tiempo cuando el equipo de ósmosis se detiene y viceversa.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas E4H-43K debe utilizar los EPP´s adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 19.

TABLA 19

Requerimientos de la visualización del tiempo trabajado (MEGA 100)

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PRINCIPAL	-	SENSOR
PLC TIEMPO	-	-

f) Descripción del Procedimiento

- Recojo de tiempo obtenido: Diariamente a las 8:00 a.m., se visualiza el tiempo trabajado en todo el día anterior (24 horas), se presiona el botón “F1” para poder seleccionar entre el equipo de ósmosis inversa 1 (MEGA 100) y se anota el tiempo respectivo.
- Reseteo del tiempo trabajado: Se presiona por 15 segundos el botón verde “Reset Osmosis 1” para que la cuenta de tiempo del equipo de ósmosis inversa MEGA 100 vuelva a 0.

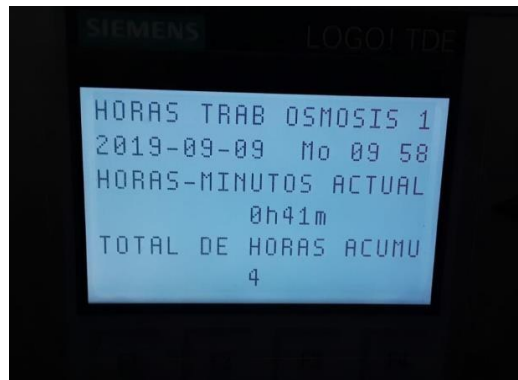
FIGURA 60

PLC indicador de tiempo de trabajo de la ósmosis inversa MEGA 100



FIGURA 61

Tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa MEGA 100



3.1.2. Protocolos de la unidad de tratamiento de aguas E4H – 43K

1. Protocolo de manejo del panel de control

a) Objetivo

Establecer el protocolo para el manejo del panel de control del equipo de ósmosis inversa E4H-43K.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para el manejo del panel de control de ósmosis inversa de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- Sensor

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- Sensor de pH

Es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución.

- Sensor de conductividad eléctrica

Mide la cantidad de corriente eléctrica que un material puede transportar.

- Sensor de flujo

Es un dispositivo que, instalado en línea con una tubería, permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas. Estos son del tipo apagado/encendido; determinan cuándo está o no circulando un fluido, pero no miden el caudal. Para medir el caudal se requiere un caudalímetro.

- Panel de Control (PLC)

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

d) Condiciones Generales para el manejo del panel de control

Para realizar el manejo del panel de control del equipo de ósmosis inversa E4H-43K, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tener conocimiento de los parámetros a controlar en el equipo.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 20.

TABLA 20

Requerimientos del manejo de panel de control

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PLANTA	-	SENSOR
PANEL E4H-43K	-	-

f) Descripción del Procedimiento

- Manejo del panel de control: Se escoge la opción "Process Data". En esta opción, con el primero botón se sale de la opción seleccionada, por medio del segundo y tercer botón se puede bajar y subir en las opciones del panel para seleccionar la indicada, con el cuarto se ingresa a la opción seleccionada.
- Funcionamiento del equipo de ósmosis inversa: Se selecciona la opción "RO Machine".
- Parámetros controlados por el equipo de ósmosis inversa: Se selecciona la opción "Inputs".

FIGURA 62

Opción "RO Machine"



FIGURA 63

Opciones para el funcionamiento del equipo de ósmosis inversa E4H-43K

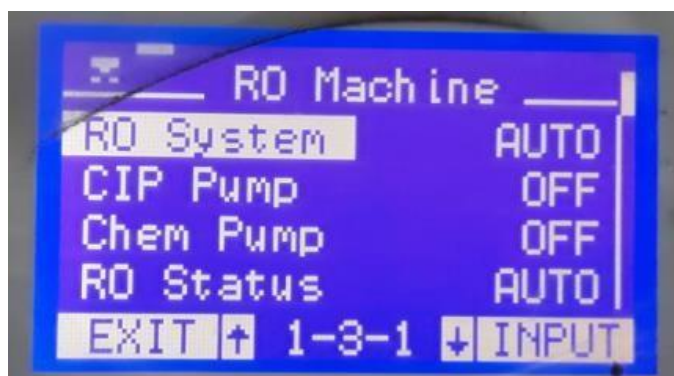


FIGURA 64

Opción "Inputs"

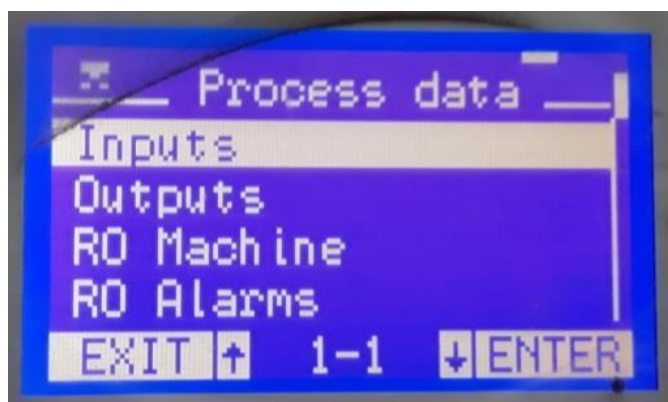


FIGURA 65

Parámetros controlados por el equipo de ósmosis inversa E4H-43K



2. Protocolo de visualización del tiempo trabajado

a) Objetivo

Establecer el protocolo para la toma de tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa E4H-43K.

b) Alcance

Este protocolo se aplica para la toma de horas trabajadas del equipo de ósmosis inversa E4H-43K de la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL LURIN. Debe ser manejado por el personal técnico asignado a dicha área y el personal de supervisión designado por la jefatura de planta y ser de estricto cumplimiento.

c) Definiciones

- PLC

También llamado controlador lógico programable, es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de una maquinaria en la fábrica.

- **Sensor**

Es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

- **Sistema Scada**

Concepto que se emplea para realizar un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

d) Condiciones Generales de toma de tiempo trabajado

Para realizar la toma del tiempo trabajado, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dentro del cronograma de mantenimiento, revisar las conexiones eléctricas para evitar fallas eléctricas en el sistema, ya que esto causa un reinicio de las horas contratadas en el PLC.
- El indicador de tiempo detiene su conteo de tiempo cuando el equipo de ósmosis se detiene y viceversa.
- El personal responsable de la línea de tratamiento de aguas MEGA 100 debe utilizar los EPP's adecuados al realizar dicha tarea (casco, orejeras y lentes).

e) Requerimientos: Se muestra en la tabla 21.

TABLA 21

Requerimientos de la visualización del tiempo trabajado (E4H-43K)

EQUIPOS	REACTIVOS	INSTRUMENTOS
PLC PRINCIPAL	-	SENSOR

f) Descripción del Procedimiento

- Recojo de tiempo trabajado: Diariamente a las 8:00 a.m., se visualiza el tiempo trabajado en todo el día anterior (24 horas), se presiona el botón “F1” para poder seleccionar entre el equipo de ósmosis inversa 2 (E4H-43K) y se anota el tiempo respectivo.
- Reseteo del tiempo trabajado: Se presiona por 15 segundos el botón verde “Reset Osmosis 2” para que la cuenta de tiempo del equipo de ósmosis inversa E4H-43K se vuelva a 0.

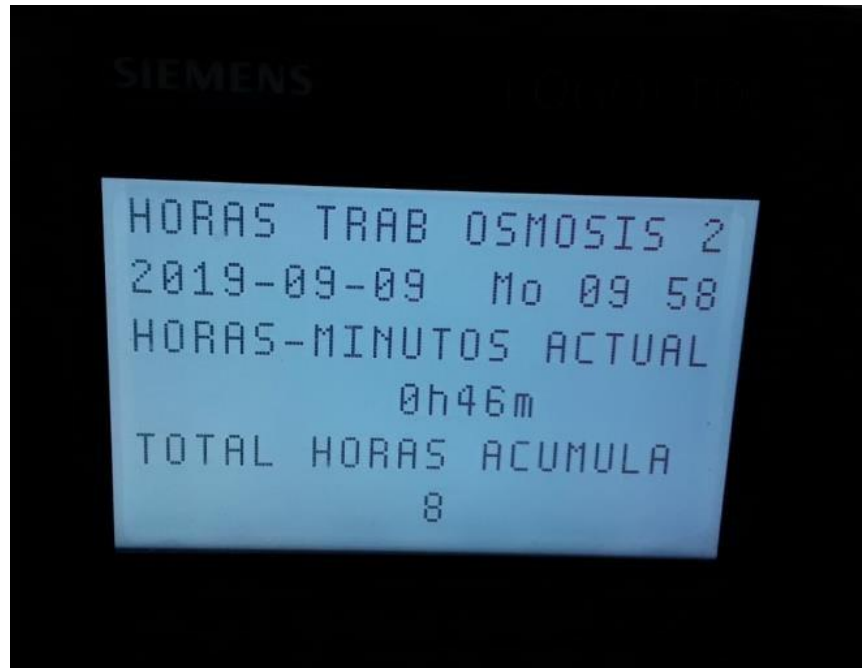
FIGURA 66

PLC indicador de tiempo de trabajo de la ósmosis inversa E4H-43K



FIGURA 67

Tiempo trabajado del equipo de ósmosis inversa E4H-43K



3.1.3. Ocurrencias en la ausencia de los protocolos

Debido a la desinformación del manejo y riesgos de los equipos que intervienen las unidades de tratamiento, se han tenido variedades de problemas, de los cuales, los más recurrentes son:

- a) Falla en el llenado del tanque subterráneo
- b) Rápido deterioro de las membranas
- c) Demora en el arranque de la unidad de tratamiento de aguas
- d) Cavitación de la bomba dosificadora
- e) Desconocimiento del proceso de retro lavado
- f) Corta duración de las lámparas del filtro UV

3.2. Estandarización de rangos de operación

Se realizaron mediciones en base a los parámetros de trabajo de las unidades de tratamiento de aguas por alrededor de 10 meses consecutivos, con lo que se obtuvieron las siguientes especificaciones históricas que sirvieron de base para establecer los rangos (mínimos y máximos) que se muestran en las tablas 22 y 23:

TABLA 22

Especificaciones históricas de la unidad de tratamiento de aguas MEGA 100

EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA MEGA 100	HISTORICO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
ANÁLISIS DE MUESTRA		
FECHA		
BOMBAS DE AGUA CRUDA		
P. Descarga de la bomba N ^o (psi)	46	55
TANQUE MULTIMEDIA		
Presion ingreso Filtro (psi)	40	55
Presion salida Filtro (psi)	42	56
RO		
Presion ingreso del pre filtro (psi)	42	54
Presion salida del pre filtro (psi)	36	43
PH agua de ingreso a bomba RO	7.03	7.75
PH agua osmotizada	5.45	6.67
Temperatura 2c	27.07	28.65
Presion de salida bomba RO (psi)	340	390
Presion de ingreso a la membrana (psi)	220	280
P. Secundaria de ingreso membrana (psi)	230	260
Presion de salida membrana (psi)	210	260
Presion del Agua Permeada (psi)	9	10.5
Flujo de agua permeada (gpm)	100	125
Flujo de agua concentrada (rechazo) (gpm)	38	48
Conductividad housing N 1 (uS)	46.7	467.4
Dureza del housing N 1 (ppm)	1	2
Conductividad housing N 2 (uS)	47.1	196.4
Dureza del housing N 2 (ppm)	2	9
Conductividad housing N 3 (uS)	60.2	301.6
Dureza del housing N 3 (ppm)	2	3
Conductividad housing N 4 (uS)	109	584.6
Dureza del housing N 4 (ppm)	5	12
Conductividad housing N 5(uS)	148	567.2
Dureza del housing N 5 (ppm)	5	13
Conductividad Concentrado RO (rechazo) (us)	8530	28200
Dureza de agua permeada (ppm)	3	20
Conductividad agua osmotizada (uS)	101.7	350
Conductividad de agua de ingreso a bomba RO (uS)	5130	11500
Conductividad agua de pozo (uS)	5190	11490
Dureza del agua de pozo (ppm)	1312	1616

TABLA 23*Especificaciones históricas de la unidad de tratamiento de aguas E4H – 43K*

EQUIPO DE ÓSMOSIS INVERSA E4H-43K	HISTORICO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
ANALISIS DE MUESTRA		
FECHA		
RO		
Presion ingreso del pre filtro (psi)	41	44
Presion salida del pre filtro (psi)	40	43
Presion Primaria (psi)	190	205
Presion Final (psi)	170	180
Presion de la Bomba (psi)	310	330
PH agua desionizada	5.22	6.02
Flujo de agua permeada (gpm)	26.9	32.1
Flujo de agua concentrada (gpm)	11.4	12.3
Dureza de agua permeada (ppm)	1	1
Conductividad Housing N 1 (uS)	3.69	7.05
Conductividad Housing N 2 (uS)	2.97	6.29
Conductividad Housing N 3 (uS)	2.82	5.07
Conductividad Housing N 4 (uS)	2.79	3.99
Conductividad Housing N 5 (uS)	2.53	4.32
Conductividad Housing N 6 (uS)	3.71	5.94
Conductividad Housing N 7 (uS)	3.43	6.02
Conductividad Housing N 8 (uS)	3.31	5.64
Conductividad agua desionizada (uS)	3.37	7.89
Horas de trabajo al dia (Hr) (Aproximado)	2	65

Recomendaciones del proveedor:

Según las especificaciones del proveedor se tienen las siguientes premisas:

- a) La caída de presión tiene que ser menor o igual a 15 psi. El pH del agua que circula por la bomba tiene que estar por encima del valor de pH igual a 7.
- b) El pH del agua osmotizada fluctúa entre los valores de 5.5 y 6.5.
- c) Para asegurar un mayor tiempo del equipo de ósmosis inversa, se recomienda un flujo de permeado no mayor a los 103 gpm.

- d) La relación del flujo de permeado y de alimentación tiene que ser de 2 a 3.

3.3. Evaluación y mantenimiento de rangos de operación

3.3.1. Membranas del Housing N°4 y N°5 (MEGA 100)

Según los análisis realizados diariamente se obtuvo conductividades y durezas altas en el Housing N°4 y N°5, por lo que el día 21/11/2018, la empresa encargada del equipo de ósmosis inversa MEGA 100 de nombre Mercantil Interamericana procedió a realizar el cambio de las 8 membranas (Housing N°4 y N°5). A continuación, se presenta el reporte de mantenimiento y el reporte diario realizado por el personal encargado.

FIGURA 68

Reporte de Mantenimiento (21/11/2018)

mercantil interamericana S.A.C.				REPORTE DE MANTENIMIENTO		N°	
CLIENTE		Módulo - Lurin				FECHA: 21-11-18	
EQUIPO		MEGA-100					
INS. TECNICO		Alberto Pizarro					
SERVICIO		Cambio de Membranas					
Kit de	Medidor	Kit de	Kit de	Medidor de	Kit de		
PH:	de SDI:	Dureza:	Cloro:	Turbidez:	TC:		
		#12512	#1333/F				
DESCRIPCION DEL SERVICIO							
ANTECEDENTES:							
- El cliente solicita cambio de membranas del banco de Housing #4 y #5 del equipo RO- MEGA 100							
ACTIVIDADES:							
1. Se toma parámetros de equipo, presión, flujo y densidad de agua.							
2. Se retira del servicio el equipo y se retiran tapas y separamos de Housing #4 y #5							
3. Se retiran membranas de los housing #4 y #5							
4. Se instala las membranas suministradas por el cliente							
5. Se enciende equipo y se toman parámetros, dureza de agua y presión de equipo							
6. Se ajusta densidad de alimentación de 12ml a 7.5ppm							
7. Se llena membranas de housing #4 y #5 a Mercantil Interamericana							
RECOMENDACIONES:							
1. Tapa de housing #4 se encuentra averiada, fuga de agua.							
2. Válvula de autoflush, se encuentra con cuerpo metálico picado por oxidación y fuga de agua.							
3. El equipo se encuentra en observación y se recomienda tomar parámetros de conductividad cada hora.							
CONCLUSIÓN							
El equipo se deja en observación y se encuentra produciendo agua.							
CONFORMIDAD DEL CLIENTE							
Nombre	ANDRÉS ZUMETA			Firma			
Cargo	INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD			Firma	[Firma]		
Hora de ingreso al Cliente	[Hora]			Hora de Salida del Cliente	[Hora]		

Nota: Mercantil Interamericana S.A.C. (21/11/2018)

FIGURA 69

Toma de parámetros por mercantil Interamericana (21/11/2018)

1	Presión descarga de bomba de alimentación	PSI	50	56
2	Presión ingreso de filtro multimedia	PSI	—	—
3	Presión después de filtro multimedia	PSI	49	50
4	Presión ingreso de filtro carbón activado	PSI	—	—
5	Presión salida de filtro carbón activado	PSI	—	—
6	Presión pre filtro del osmosis	PSI	48	43
7	Presión después de pre filtro del osmosis	PSI	27	36
8	Presión primaria	PSI	240	250
9	Presión de concentrado	PSI	200	210
10	Flujo de permeado	gpm	105	103
11	Flujo de concentrado	gpm	24	54
12	Conductividad del agua de alimentación	µs	8883	8880
13	Conductividad de agua permeada	µs	455	429
14	Conductividad del agua concentrada	µs	—	18420
15	Cloro de agua de ingreso	ppm	0	0
16	Cloro antes de ingreso al osmosis	ppm	0	0
17	pH de agua de ingreso		7.6	7.6
18	pH de agua producto salida de osmosis		7.4	7.4
19	Dureza de ingreso de agua	ppm	1200	1200
20	Dureza de agua producto salida de osmosis	ppm	42	28
21	Regulación de bomba de cloro	%	—	—
22	Regulación de bomba de antincrustante	%	127 ml	137 ml

Fierro Ingreso: 0.11 ml

Conductividad x Housing: Antes

H₁ 294 µs

H₂ 109 µs

H₃ 116 µs

H₄ 734 µs

H₅ 1021 µs

Conduct x Housing Después

H₁ = 347 µs/cm

H₂ = 108 µs/cm

H₃ = 126 µs/cm

H₄ = 727 µs/cm

H₅ = 713 µs/cm

Conduct Total : 395 µs/cm
(Myron)

Nota: Mercantil Interamericana S.A.C. (21/11/2018)

TABLA 24

Medición diaria de parámetros de ósmosis inversa MEGA 100 (21/11/2018)

ANÁLISIS DE MUESTRA	DIA 130	DIA 131	DIA 132	DIA 133	DIA 134	DIA 135	DIA 136	DIA 137	DIA 138	DIA 139	DIA 140	DIA 141	DIA 142	DIA 143	DIA 144	DIA 145	DIA 146
FECHA	15.11.2018	16.11.2018	19.11.2018	20.11.2018	21.11.2018	22.11.2018	23.11.2018	26.11.2018	27.11.2018	28.11.2018	29.11.2018	30.11.2018	03.12.2018	04.12.2018	05.12.2018	06.12.2018	07.12.2018
BOMBAS DE AGUA CRUDA																	
P. Descarga de la bomba N8 (psi)	08:10 a.m.	08:45 a.m.	09:30 a.m.	08:15 a.m.	09:00 a.m.	08:20 a.m.	08:15 a.m.	09:30 a.m.	09:20 a.m.	14:00 p.m.	08:05 a.m.	09:00 a.m.	10:15 a.m.	09:30 a.m.	09:20 a.m.	08:10 a.m.	10:00 a.m.
TANQUE MULTIMEDIA																	
Presión Ingreso Filtro (psi)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Presión salida Filtro (psi)	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
RO																	
Presión Ingreso del pre filtro (psi)	48	48	48	48	48	48	48	48	52	53	53	53	53	53	53	53	53
Presión salida del pre filtro (psi)	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
PH agua de ingreso a bomba RO	7.34	7.3	7.29	7.34	7.37	7.34	7.31	7.39	7.33	7.34	7.33	7.33	7.31	7.33	7.31	7.3	7.34
PH agua osmotizada	5.86	5.97	6.01	5.96	6.2	6.07	6.04	6.04	5.97	5.89	5.9	5.82	5.78	5.84	5.76	5.74	5.74
Temperatura ºC	28.19	28.1	27.98	28.26	28.11	28.08	28.05	28.21	28.19	28.3	28.13	28.12	28.1	28.14	28.17	28.1	28.15
Presión de salida bomba RO (psi)	360	360	360	355	350	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
Presión de ingreso a la membrana (psi)	270	270	270	270	220	260	260	240	250	250	250	250	250	250	245	245	245
P. Secundaria de Ingreso membrana (psi)	240	240	240	240	245	230	230	230	230	240	230	230	230	230	230	230	230
Presión de salida membrana (psi)	235	235	235	230	220	220	220	220	220	220	220	220	220	215	220	220	220
Presión del Agua Permeada (psi)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Flujo de agua permeada (gpm)	112	110	120	118	103	100	110	104	103	101	103	102	100	102	103	105	103
Flujo de agua concentrada (rechazo) (gpm)	72	71	75	70	75	55	60	56	56	58	57	55	54	56	54	52	53
Conductividad housing N 1 (uS)	89.5	90.2	90.7	96.6	360	290.3	300	283.2	206	136	137.7	132.5	136.3	92.4	132.6	113.5	110.2
Conductividad housing N 2 (uS)	65.2	62.1	64.2	70.2	115	94.8	95.3	92.4	78.5	84	78.4	79.2	76.7	76.6	79.3	70.2	70.5
Conductividad housing N 3 (uS)	75.1	79.4	80.2	81.3	130	106.8	107.4	105.3	91.4	97	92.6	91.3	91.4	92.6	92.5	82.3	80.5
Conductividad housing N 4 (uS)	430	420	435	549	830	608	600	382	292	234	241.2	240.5	234.4	239.9	229.7	189.5	190.2
Conductividad housing N 5 (uS)	510	510	540	713	1220	610	580	377	276	233	246.7	245.2	232	239.5	228	194.9	195.7
Conductividad Concentrado RO (rechazo) (us)	19250	19220	19250	19300	19200	19250	19150	19200	19200	19300	19300	19200	19250	19200	19200	19200	19200
Dureza de agua permeada (ppm)	16	18	22	28	60	40	39	27	19	9	12	12	10	10	8	7	4
Conductividad agua osmotizada (uS)	289.7	291.9	322.1	337.6	560.9	360.9	374.9	270	235	136	187	180	169.5	167.6	163.1	148.5	101.7
Conductividad de agua de ingreso a bomba RO (uS)	8240	8120	8100	7540	7580	6950	7590	6950	7310	7040	7130	7300	7180	7210	7430	7360	7280
Conductividad agua de pozo (uS)	8270	8300	8240	7570	7650	6980	7540	6960	7370	7140	7210	7350	7220	7300	7280	7350	7230
Dureza del agua de pozo (ppm)	-	1616	-	1552	-	1632	-	1624	-	1600	-	-	-	-	-	-	-
Concentración de hierro del agua de pozo (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3.2. Membranas del Housing N°1 y N°3 (MEGA 100)

Según los análisis realizados diariamente se obtuvo conductividades y durezas altas en el Housing N°1 y N°3, por lo que el día 14/09/2019, la empresa encargada del equipo de ósmosis inversa MEGA 100 de nombre Mercantil Interamericana procedió a realizar el cambio de las 8 membranas (Housing N°1 y N°3). A continuación, se presenta el reporte de mantenimiento y el reporte diario realizado por el personal encargado

FIGURA 70


Reporte de Mantenimiento (14/09/2019)

mercantil interamericana S.A.C. PROCESAMIENTO DE AGUA POTABLE			REPORTE DE	N°
CLIENTE	INTRADECO LURIN	FECHA:	14-9-19	
EQUIPO	EQUIPO ÓSMOSIS MEGA 100			
ING./TECNICO	PERCY VILCHEZ			
SERVICIO	CAMBIO DE MEMBRANA			
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO				
ANTECEDENTES:				
El cliente solicita el cambio de membrana en los housing 1 y 3 del equipo de osmosis, el cual registra conductividad alta				
ACTIVIDADES:				
- Se realiza la toma de parámetros del equipo de osmosis.				
- Se retira los tops de los housing 1 y 3				
- Se realiza el cambio de membranas housing 1, los números de serie son: 180411810, 180411794, 170710480, 180411798				
- Se realiza el cambio de membranas housing 3, los números de serie son: 170710491, 180411785, 170710485, 180411797, 170710491				
- Se instala los tops de los housing 1 y 3, se conecta la línea de permeado				
- Se enciende el equipo en modo FILL para cubrir la línea				
- Se enciende el equipo de osmosis en modo automático				
- Se toma parámetros de operación				
RECOMENDACIONES				
- Se recomienda cambiar las lamparas pille color verde, válvula de alimentación y bomba de alta presión				
CONCLUSIÓN				
- El equipo que operativo en modo automático con una conductividad en el housing 1 y 3 de 822 y 124 respectivamente.				
CONFORMIDAD DEL CLIENTE				

Nota: Mercantil Interamericana S.A.C. (14/09/2019)

FIGURA 71

Toma de parámetros por mercantil Interamericana (14/09/2019)

		DATOS DE OPERACION		
Ítem	Descripción	unidad	ANTES	DESPUES
AGUA DE ALIMENTACIÓN				
1	presión	PSI		
2	conductividad	uS/cm	8846	8827
3	dureza	ppm	930	930
4	cloro	ppm	0	0
5	ph	ph		
6	TDS	ppm		
7	Fierro			
8	Turbidex	NTU		
FILTRO MULTIMEDIA / GREE SAND				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	cloro salida	ppm		
4	fierro salida			
5	Turbidex salida	NTU		
FILTRO CARBON ACTIVADO				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	cloro salida	ppm		
FILTRO ABLANDADOR				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	dureza salida	ppm		
OSMOSIS INVERSA				
1	presión pre-filtro	PSI	46	49
2	presión post-filtro	PSI	38	40
3	presión primaria	PSI	255	260
4	presión final	PSI	235	240
5	conductividad permeado	uS/cm	331	234
6	conductividad concentrado	uS/cm	25,2	24,4
7	flujo permeado	gpm	109	111
8	flujo concentrado	gpm	42,8	43
9	dureza salida	ppm	18,5	5,7
10	ph salida	ph		
11	fierro salida	PSI		

Nota: Mercantil Interamericana S.A.C. (14/09/2019)

TABLA 25

Medición diaria de parámetros de ósmosis inversa (14/09/2019)

ANÁLISIS DE MUESTRA	DIA 315	DIA 316	DIA 317	DIA 318	DIA 319	DIA 320	DIA 321	DIA 322	DIA 323
FECHA	04.09.2019	05.09.2019	06.09.2019	09.09.2019	10.09.2019	11.09.2019	12.09.2019	13.09.2019	16.09.2019
BOMBAS DE AGUA CRUDA	08:20 a.m.	08:30 a.m.	09:20 a.m.	09:30 a.m.	08:15 a.m.	08:10 a.m.	10:30 a.m.	08:50 a.m.	09:00 a.m.
P. Descarga de la bomba N° (psi)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
TANQUE MULTIMEDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Presión ingreso Filtro (psi)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Presión salida Filtro (psi)	48	48	48	48	48	48	48	48	48
RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Presión ingreso del pre filtro (psi)	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Presión salida del pre filtro (psi)	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PH agua de ingreso a bomba RO	7.46	7.45	7.47	7.54	7.46	7.49	7.52	7.51	7.58
PH agua osmotizada	5.91	5.87	5.9	6.18	6.08	6.16	6.21	6.14	5.92
Temperatura °c	28.12	28.02	28.05	28.11	28.11	28.07	28.1	28.04	28.13
Presión de salida bomba RO (psi)	350	350	350	350	350	350	350	350	360
Presión de ingreso a la membrana (psi)	260	260	260	250	260	260	260	260	260
P. Secundaria de ingreso membrana (psi)	250	250	250	245	250	250	250	250	250
Presión de salida membrana (psi)	240	245	245	240	245	240	240	245	240
Presión del Agua Permeada (psi)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Flujo de agua permeada (gpm)	116	115	116	114	114	116	116	113	114
Flujo de agua concentrada (rechazo) (gpm)	44	44	46	46	43	41	42	41	46
Conductividad housing N 1 (uS)	265.7	289.1	296.2	294.2	294.3	320	358.9	351.8	62.9
Dureza del housing N 1 (ppm)	6	6	6	9	8	10	11	11	1
Conductividad housing N 2 (uS)	114.1	120.2	120.6	113.5	121.5	126	133.6	133.8	111.7
Dureza del housing N 2 (ppm)	2	2	2	3	2	5	5	5	2
Conductividad housing N 3 (uS)	142.5	150.7	152.6	145.9	152.3	163	248.5	244.5	92.4
Dureza del housing N 3 (ppm)	6	6	6	9	8	10	12	13	2
Conductividad housing N 4 (uS)	530.6	556	561.5	512.8	572.5	567.5	584.6	611	459.6
Dureza del housing N 4 (ppm)	7	7	7	7	7	8	8	8	5
Conductividad housing N 5 (uS)	493.7	515.7	522.1	476.7	532.4	528.9	550.2	567.2	429.4
Dureza del housing N 5 (ppm)	8	8	8	8	8	9	9	9	6
Conductividad Concentrado RO (rechazo) (us)	25000	26600	26100	24800	18850	25500	23400	25300	28200
Dureza de agua permeada (ppm)	6	6	6	8	7	10	12	11	3
Conductividad agua osmotizada (uS)	311.2	327.7	321.2	325.1	335.7	346.7	364.7	312.5	175.9
Conductividad de agua de ingreso a bomba RO (uS)	8720	9020	8350	8470	9910	8670	8760	9720	9920
Conductividad agua de pozo (uS)	8740	9150	8490	8490	10050	8830	8590	9650	9970
Dureza del agua de pozo (ppm)	1624	-	1632	-	1608	-	1600	-	1600
Concentración de hierro del agua de pozo (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas de trabajo al día (Hr) (Aproximado)	15	14	15	15	14	15	10.5	13	10

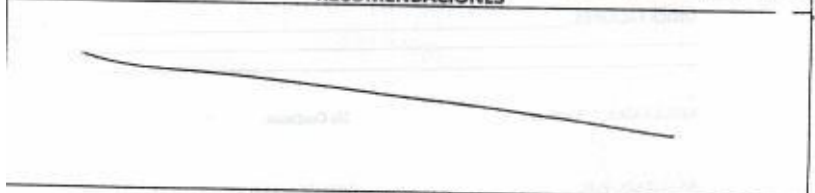
Nota: MEGA 100 (14/09/2019)

3.3.3. Limpieza química de membranas (E4H - 43K)

Según los análisis realizados diariamente se obtuvo conductividades relativamente altas en todos los Housing, por lo que el día 06/07/2019, la empresa encargada del equipo de ósmosis inversa E4H-43K de nombre Mercantil Interamericana procedió a realizar una limpieza química de los Housing y cambio de filtros. A continuación, se presenta el reporte de mantenimiento y el reporte diario realizado por el personal encargado

FIGURA 72

Reporte de Mantenimiento (06/07/2019)

mercantil interamericana S.A.C.		REPORTE DE Mantenimiento		N°
CLIENTE	Introduco - Alicorp.	FECHA:	06/07/19	
EQUIPO	RO-MEDA 100 - E4H			
ING./TECNICO	Alberto Ponzanón			
SERVICIO	Mantenimiento de Equipos RO y Filtros de pretratamiento			
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO				
ANTECEDENTES:				
Se realiza mantenimiento de planta de agua, pendientes				
ACTIVIDADES:				
1. Cambio de tubería superior $\phi 3"$ para fugas de filtros multimedia de $36" \times 48"$ brida de $6"$, se ajustan válvulas de membrana				
2. Armado de equipo CIP de RO Mega 100, pintado y limpieza de estructura				
3. Mantenimiento preventivo de RO-E4H, limpieza de housing, cambio de filtros, revisión de control eléctrico, revisión de bomba de llenado, suma de parámetros				
4. Limpieza y mantenimiento de dispositivos antisuciedad RO-MEGA100.				
5. Cambio de bombas #4 de equipo UV. prueba de funcionamiento de nuevo bulbo.				
6. Cambio de 3 válvulas de $3"$ tipo water - manosa, ajuste de presión.				
E4H Housing #1: 3.1 $\mu S/cm$ #2: 3.2 $\mu S/cm$ #3: 3.3 $\mu S/cm$ #4: 3.4 $\mu S/cm$ #5: 3.2 $\mu S/cm$ #6: 4.2 $\mu S/cm$ #7: 4.3 $\mu S/cm$ #8: 4.0 $\mu S/cm$ Total: 3.6 $\mu S/cm$				
RECOMENDACIONES				
				
CONCLUSIÓN				
Se deja los equipos operativos y funcionando.				
CONFORMIDAD DEL CLIENTE				

Nota: Reporte de Mercantil Interamericana S.A.C. (06/07/2019)

FIGURA 73

Toma de parámetros por mercantil interamericana (06/07/2019)

mercantil interamericana S.A.C. Tecnología de Agua y Energía		DATOS DE OPERACION E4H		
Item	Descripción	unidad	ANTES	DESPUES
AGUA DE ALIMENTACIÓN E4H				
1	presión	PSI	40	
2	conductividad	uS/cm	283	
3	dureza	ppm	30	
4	cloro	ppm	0	
5	ph	ph	5	
6	TDS	ppm	—	
7	Fierro		—	
8	Turbidex	NTU	9.1	
FILTRO MULTIMEDIA / GREE SAND				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	cloro salida	ppm		
4	fierro salida			
5	Turbidex salida	NTU		
FILTRO CARBON ACTIVADO				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	cloro salida	ppm		
FILTRO ABLANDADOR				
1	presión ingreso	PSI		
2	presión salida	PSI		
3	dureza salida	ppm		
OSMOSIS INVERSA E4H				
1	presión pre-filtro	PSI	40	
2	presión post-filtro	PSI	40	
3	presión primaria	PSI	200	
4	presión final	PSI	180	
5	conductividad permeado	uS/cm	4.1	
6	conductividad concentrado	uS/cm	849	
7	flujo permeado	gpm	30	
8	flujo concentrado	gpm	11	
9	dureza salida	ppm	0	
10	ph salida	ph	4.	
11	fierro salida	PSI	—	

Nota: Mercantil Interamericana S.A.C (06/07/2019),

TABLA 26

Medición diaria de parámetros de ósmosis inversa E4H-43K (06/07/2019)

ANÁLISIS DE MUESTRA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13
FECHA	01.07.2019	02.07.2019	03.07.2019	04.07.2019	05.07.2019	08.07.2019	09.07.2019	10.07.2019	11.07.2019	12.07.2019	15.07.2019	16.07.2019	17.07.2019
FC	08:40 a.m.	08:20 a.m.	08:50 a.m.	09:30 a.m.	08:15 a.m.	09:30 a.m.	08:15 a.m.	09:15 a.m.	09:00 a.m.	08:05 a.m.	09:05 a.m.	08:10 a.m.	11:55 a.m.
Presión ingreso del pre filtro (psi)	42	43	41	42	42	42	42	42	43	41	42	42	43
Presión salida del pre filtro (psi)	41	41	40	41	41	41	41	41	41	40	41	41	41
Presión Primaria (psi)	200	200	200	202	200	202	200	200	200	200	202	202	200
Presión Final (psi)	180	180	178	180	180	180	180	180	180	178	180	180	179
Presión de la Bomba (psi)	330	330	328	330	330	330	330	330	330	328	330	330	330
PH agua desionizada	5.31	5.25	5.29	5.34	5.32	5.34	5.32	5.22	5.24	5.60	5.62	5.58	5.68
Flujo de agua permeada (gpm)	30.2	30.2	30.3	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.5	30.6	30.2	30.3	30.3
Flujo de agua concentrada (gpm)	11.7	11.7	11.8	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.8	11.7	11.7	11.7
Dureza de agua permeada (ppm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Conductividad Housing N 1 (uS)	6.01	5.99	5.68	5.77	6.06	3.73	4.03	4.03	4.05	4.31	3.73	4.1	4.45
Conductividad Housing N 2 (uS)	5.69	5.45	5.75	5.68	5.86	3.12	3.04	3.04	3.07	3.12	3.12	3.65	3.7
Conductividad Housing N 3 (uS)	4.57	4.86	4.85	4.95	4.92	3.26	2.82	2.82	2.91	3.13	3.26	3.76	3.73
Conductividad Housing N 4 (uS)	5.98	5.85	5.92	5.86	5.77	3.14	3.13	3.13	3.15	3.06	3.14	3.59	3.52
Conductividad Housing N 5 (uS)	6.21	6.42	6.32	6.21	6.32	3.04	2.76	2.76	2.82	2.72	3.04	3.43	3.58
Conductividad Housing N 6 (uS)	7.21	7.35	7.15	7.25	7.01	4.18	4.11	4.11	4.2	3.93	4.18	5.59	4.77
Conductividad Housing N 7 (uS)	7.32	7.12	7.02	7.12	6.95	4.35	3.87	3.87	3.82	3.93	4.35	4.79	5.16
Conductividad Housing N 8 (uS)	6.95	6.75	6.45	6.51	6.44	3.89	5.36	5.36	5.31	3.81	3.89	4.35	4.32
Conductividad agua desionizada (uS)	6.32	6.42	6.18	6.22	6.24	4.04	4.02	4.25	4.68	4.24	4.04	4.40	4.62
Horas de trabajo al día (Hr) (Aproximado)	21	9	13	26	21	26	21	21	9	13	26	12	14.5

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de Resultados

- 1) En la referencia “Protocolo para manejo, lavado y desinfección del tanque de reserva de agua” se encuentra el protocolo de control de recirculación del tanque, el cual lo ejecuta la persona designada por la gerencia administrativa y mantenimiento, que consta de la apertura de una válvula del tanque pero cumpliendo anteriormente un adecuado lavado y desinfección del tanque, sin embargo en el protocolo diseñado para el manejo de llenado del tanque subterráneo para la planta de ósmosis inversa de la empresa Intradevco Industrial -Lurín, lo ejecuta el personal designado por jefatura de planta, de manera automatizada por medio de un panel de control, una bomba succionadora de 15 HP y un sensor de nivel en el tanque subterráneo para lograr su abastecimiento y almacenamiento del agua.
- 2) En la referencia “Instructivo de instalación, operación y mantenimiento de los equipos de ósmosis inversa tipo industrial ligero” se encuentra el protocolo de arranque inicial y operación del equipo, el cual lo ejecuta la persona designada por la gerencia administrativa y mantenimiento, que consta de especificar distintos puntos para tener un arranque correcto del equipo de ósmosis inversa tales como, que el agua este dentro de los parámetros establecidos por el equipo, que las tuberías no tengan obstrucciones, etc., sin embargo en el protocolo diseñado para el arranque del equipo de ósmosis inversa de la empresa Intradevco Industrial -Lurín, lo ejecuta el personal designado por jefatura de planta, de manera automatizada por medio de un panel de control, estableciendo cronogramas de limpieza del sensor de nivel

y mantenimiento del sensor de la válvula de alimentación, y de esta manera, poner en marcha el equipo de ósmosis inversa.

- 3) No se encontró referencias respecto al protocolo de limpieza de filtros multimedia de manera manual.
- 4) En la referencia “Desinfection by UV radiation – Technical Guidance” se encuentra la sección de “Operation and Maintenance”, la cual lo ejecuta la persona designada por la gerencia administrativa y mantenimiento, que consta de los cuidados que se debe realizar al equipo de filtro uv como limpieza de las lámparas uv, revisión de balastos, reemplazo de lámparas anualmente, etc., sin embargo en el protocolo diseñado para el manejo del filtro uv para la planta de ósmosis inversa de la empresa Intradevco Industrial -Lurín, Lo ejecuta el personal designado por jefatura de planta, de manera automatizada, el cual señala las condiciones fisicoquímicas del agua entrante, así como el mantenimiento y precauciones que se deben tener en cuenta en el equipo, como desinfecciones químicas, limpieza de lámparas uv, pretratamiento, etc.
- 5) En la referencia “Procedimiento de Trabajo - Dosificación Antiincrustante Nalco” se encuentra el protocolo de control de dosificación del antiincrustante, que tiene como fin controlar los riesgos de accidentes a las personas, daños a los equipos, instalaciones, etc. Este procedimiento señala la descripción del proceso, personal involucrado, usos de EPP's, riesgos y medidas de control, sin embargo, en el protocolo diseñado para la dosificación de antiincrustante para la planta de ósmosis inversa de la empresa Intradevco Industrial -Lurín, Lo ejecuta el personal designado por

jefatura de planta, de manera automatizada por medio de un panel de control con una bomba automatizada que tiene 124 ml/h de caudal. Este protocolo indica el cronograma de limpieza que se tiene que realizar al sistema de bombeo, también la cubicación de dosificación de antiincrustante al sistema.

- 6) No se encontró referencias respecto al protocolo de retro lavado de los filtros multimedia.
- 7) En la fuente consultada “Tesis Doctoral – Limpieza de membranas de ultrafiltración aplicadas en la industria alimentaria por medio de técnicas no convencionales y caracterización del ensuciamiento de las membranas” se encuentra la sección de “Técnicas de limpieza de membranas”, el cual describe el procedimiento de lavado químico de membranas así como los factores más influyentes en el proceso de limpieza química, tales como: temperatura, concentración del agente de limpieza, pH, etc., sin embargo en el protocolo diseñado para limpieza química de las membranas para la planta de ósmosis inversa de la empresa Intradevco Industrial -Lurín, Lo ejecuta el personal designado por jefatura de planta, se establece el procedimiento a realizar para el lavado químico, los rangos de pH a utilizar, temperaturas para no dañar las membranas, variación de presiones, el volumen de solución limpiadora a utilizar por cada membrana, etc.
- 8) No se encontró referencias respecto al protocolo de cambio de membranas.
- 9) No se encontró referencias respecto al protocolo de toma de tiempo trabajado.
- 10) No se encontró referencias respecto al protocolo de manejo del panel de control.

4.2. Conclusiones

- 1) Se logra demostrar el desempeño profesional del suscrito por dotar de instrumentos de evaluación para el diseño de protocolos y sus especificaciones que se obtuvieron a partir del registro del funcionamiento de los equipos de tratamiento de aguas MEGA 100 y E4H-43K para proveer de agua tratada a la empresa Intradevco Industrial - Lurín
- 2) La elaboración de 9 protocolos en base al diseño y funcionamiento de la unidad de tratamiento de aguas MEGA 100 y 2 protocolos para la unidad de tratamiento de aguas E4H-43K permite realizar el seguimiento del proceso, con la finalidad de conocer el manejo y los riesgos que se pueden tener en cada punto crítico de la totalidad del proceso.
- 3) Se consigue identificar los riesgos por falta de protocolos de control en los procesos de tratamiento de aguas en la empresa Intradevco Industrial – Lurín por medio de la realización de protocolos en cada punto crítico donde habían riesgos de una posible falla o desperfecto, las fallas que se identificaron son: la falla en el llenado del tanque subterráneo, rápido deterioro de las membranas, demora en el arranque de la unidad de tratamiento de aguas, cavitación de la bomba dosificadora, desconocimiento del proceso de retro lavado y la corta duración de las lámparas del filtro UV.

V. RECOMENDACIONES

- 1) Considerar que la instalación de cada sistema de ósmosis inversa es única, ya que se diseña considerando el agua de alimentación, el uso que va a tener el agua tratada, donde mediante un sistema de pretratamiento se debe prevenir el ensuciamiento de las membranas y un postratamiento para un agua de permeado de calidad.
- 2) El control del agua de proceso es bueno, pero sería mucho mejor si se tendrían los equipos necesarios para tener un control completo del mismo como, por ejemplo, equipo de medición de sólidos totales disueltos (STD).

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alicorp. (2019, January 31). “*Alicorp adquiere Intradevco: Competirá en nuevas categorías y plataformas.*”
<https://www.alicorp.com.pe/pe/es/noticias/alicorp-adquiere-intradevco/>
- BV, L. (2020a). “*Coagulantes y Floculantes.*”
<https://www.lenntech.es/coagulantes-y-floculantes.htm>
- BV, L. (2020b). “*Floculación.*” <https://www.lenntech.es/floculacion.htm>
- Cava Suárez, T. y Ramos Arévalo, F. (2016). “*Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento*”. [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3424/BC-TES-TMP-2247.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT). (2009). “*Cuido el Agua.*” <http://www.cuidoelagua.org/empapate/origendelagua/tiposagua.html>
- Condorchem Envitech. (2017). “*Tratamiento biológico de aguas residuales.*”
CONDORCHEM ENVITECH, S.L. <https://condorchem.com/es/tratamiento-biologico-aguas-residuales/>
- Fariñas Iglesias, M. (1999). “*Osmosis inversa, fundamentos, tecnología y aplicaciones*” (MCGRAW-HILL (ed.); Volumen 18).
- Mejía, M. (2005). “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria , en la microcuenca El Limón , San Jerónimo , Honduras” (tesis posgrado). In *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>
- Orellana, J. A. (2005). *Unidad Temática N°6: “TRATAMIENTO DE LAS AGUAS.”*
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf

- Organización Mundial de la Salud, [OMS], & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, [UNICEF]. (2020, June 14). "Agua." [OMS]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Rodriguez Vilchez, R. (2019). *"Remoción de metales pesados presentes en el drenaje ácido de minería y su impacto ambiental en la comunidad de la cuenca porcón."* Universidad Nacional del Callao.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, [SEMARNAT]. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en Mexico. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde.* https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- Suárez, F. (2012). *"El Poder del Metabolismo."*
- Water Technologies & Solutions-SUEZ. (2017). *"E4H Series 50 Hz."* <http://www.biraden.com.uy/images/pdf/ext-482-v02.pdf>

ANEXOS

A.1. Ficha Técnica del filtro multimedia

Filtro Multimedia

Los Filtros multimedia están diseñados para poder filtrar sólidos suspendidos en el agua por medio de varias capas de medios filtrantes de mas grueso a mas fino. Este diseño hace que las partículas mas grandes queden atrapadas en las capas superiores y las mas pequeñas en las inferiores. Tal diseño maximiza la capacidad de atrapar partículas que pueden ser arena, óxidos, orgánicos y sedimentos en general desde 10-15 micrones a mas.

Los medios filtrantes son seleccionados por densidad y tamaño para que después las partículas acumuladas se puedan retro lavar y auto limpiar de forma automática usando válvulas de ultima generación. En este proceso el flujo del filtro se invierte y el agua sucia se va por el drenaje para posteriormente pasar por un enjuague y quedar listo para el servicio.

Las válvulas Pentair tienen un controlador digital logix que permite programar el inicio del retro lavado y variar los tiempos. Las válvulas tienen la opción de retro lavar por tiempo o por volumen.

Aplicaciones o Usos:

- Pre - tratamiento de equipos osmosis inversa.
- Filtración para la industria en general como agua para calderas y torres de enfriamiento.
- Filtración de agua para la agro industria, lavados.
- Potabilización de agua de pozo, lagunas y ríos.
- Filtración de agua para procesos industriales.
- Filtración para procesos de aguas residuales.
- Filtración para plantas de llenado de bidones.

Características del filtro:

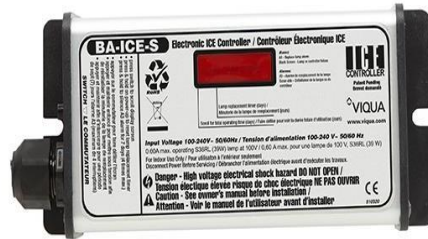
- Medios filtrantes (antracita, garnet, grava y arena).
- Válvula de control automático, para retrolavar por tiempo o volumen.
- Tanque de polietileno reforzado con fibra de vidrio, de gran resistencia a la corrosión.
- Presión de operación 30 psi.

Datos de Diseño

Velocidad de filtración	5 - 17gpm/ft ² sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)
Velocidad de retrolavado	15 - 20gpm/ft ² sección	(Basado en datos del fabricante de medios filtrantes)




A.2. Ficha Técnica del filtro UV



Powered by
Sterilight®

Sección 8 Especificaciones

Parámetros de funcionamiento		PRO24-186/PRO24-100
Presión máxima de funcionamiento		125 PSI (861 kPa)
Presión mínima de funcionamiento		15 PSI (103 kPa)
Temperatura máxima del aire ambiental		104 °F (40 °C)
Temperatura mínima del aire ambiental		32 °F (0 °C)
Humedad máxima		100%
Dureza máxima		120 ppm (7 granos por galón)
Nivel máximo de hierro		0,3 ppm
UVT mínima		75%
Instalación		SOLO vertical
Material de la cámara		316L SST
Ciclo de servicio nominal de la lámpara		hasta 2 años
Caudal para protocolo USEPA UVDGM 2006		
	PRO24-186	PRO24-100
Dosis de caudal nominal de 186 mJ/cm ² al 95% UVT	Dosis de caudal nominal de 100 mJ/cm ² al 95% UVT	24 GPM (91 l/m) (5,5 m ³ /h)
Dosis de caudal nominal de 186 mJ/cm ² al 90% UVT	Dosis de caudal nominal de 100 mJ/cm ² al 90% UVT	21 GPM (79,5 l/m) (4,8 m ³ /h)
Dosis de caudal nominal de 186 mJ/cm ² al 82% UVT	Dosis de caudal nominal de 100 mJ/cm ² al 82% UVT	15 GPM (56,8 l/m) (3,4 m ³ /h)
Dosis de caudal nominal de 186 mJ/cm ² al 75% UVT	Dosis de caudal nominal de 100 mJ/cm ² al 75% UVT	9,8 GPM (37 l/m) (2,2 m ³ /h)
Electricidad		
Voltaje		100-240 V / 50/60 Hz
Corriente máxima		5,0 Amp
Consumo eléctrico máximo		460 vatios (PRO24-186) 230 vatios (PRO24-100)
Consumo eléctrico de la lámpara		400 vatios (PRO24-186) 200 vatios (PRO24-100)
Tamaño del puerto		
Entrada y salida		Combo 1 1/2" NPT, 1" FNPT
Características		
Sensor UV		Si
Ventilador Cool Touch		Si
Boquilla de flujo dinámica		No
Puertos de comunicación (dos, RJ45)		Si
Paquete de control COMMoenter		Si
Válvula solenoide		Opcional
Sensor del caudalímetro		Si
Controles		
Botón de silencio de alarma sonora		Si
Botón de lámpara nueva		Si
Indicador de antigüedad de la lámpara		Si
Indicador de funcionamiento de la lámpara		Si
Indicador de funcionamiento del controlador		Si
Indicador de funcionamiento del solenoide		Si
Indicador de funcionamiento del ventilador		Si
Indicador de lectura de sensor		Si
Certificaciones reguladoras		
USEPA UVDGM 2006		Si
Otras certificaciones		

A.3. Ficha Técnica del equipo de equipo de ósmosis inversa MEGA

Línea MEGA



Descripción

Los sistemas de la línea **MEGA** de ósmosis inversa han sido diseñados para la desalación de agua salobre para su uso en aplicaciones de potabilización, agua de servicio o agua para diversos procesos industriales.

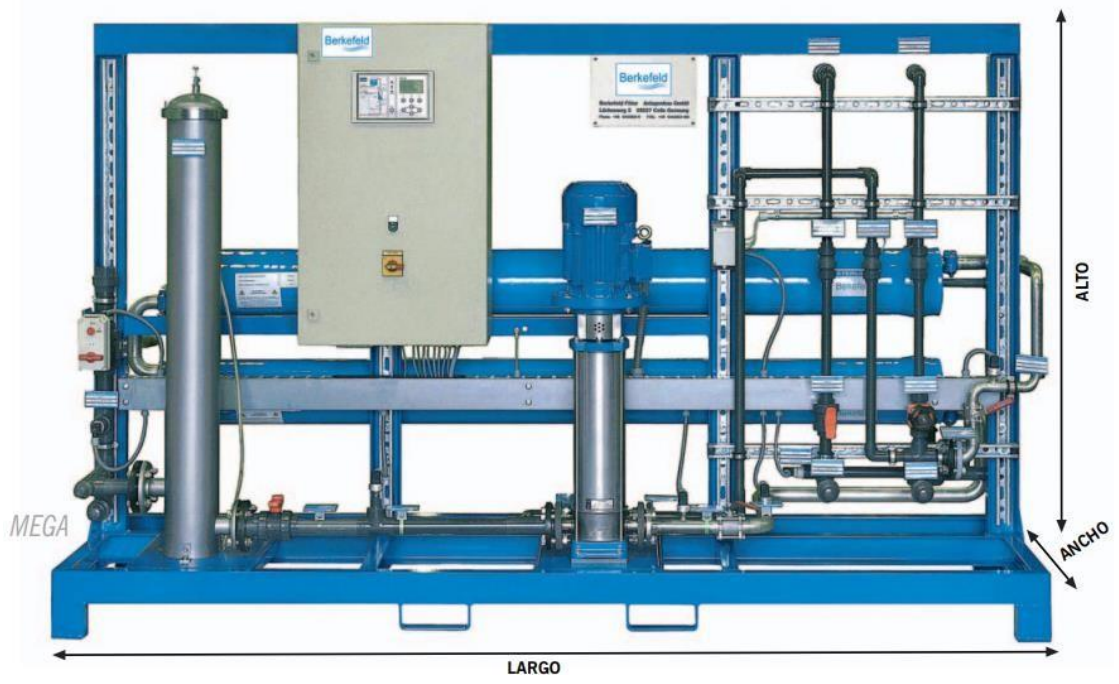
Las capacidades de producción de la línea **MEGA** varían desde 3.750 l/h hasta 15.000 l/h y permiten diferentes tipos de membranas para adaptarse a la calidad de agua a tratar y necesidades del agua osmotizada:

- Membranas de nanofiltración para desalación parcial en aplicaciones de agua potable, con mínimo consumo de energía.
- Membranas de baja presión con bajo consumo energético.
- Membranas de agua salobre con alta tasa de rechazo de sales.

Control eléctrico

Las plantas son monitorizadas 100% automáticamente, de tal forma que hace casi innecesario el mantenimiento y se asegura un funcionamiento continuo. El control eléctrico de los sistemas **MEGA** incluye:

- Medidores de caudal para la producción y el rechazo.
- Transductores de presión diferencial en la entrada y salida de los filtros de cartucho y de las membranas.
- Sensor para medir la conductividad y la temperatura del agua. El sistema permite instalar un segundo sensor para la lectura de la conductividad del agua de entrada o del agua de mezcla.
- Entrada auxiliar de pH para controlar la dosificación de ácido o álcali.



A.4. Ficha Técnica del equipo de ósmosis inversa E4H

E4H Series 50 Hz

reverse osmosis machine 2.6-6.8 cubic meters per hour



figure 1: E4H series

general properties

typical applications

- Process ingredient water
- Safe drinking water
- Boiler feed water
- Ion exchange pre-treatment

standard economy features

- 5-micron pre-filter and housing, 20-inch (50.80 cm)
- Automatic inlet shutoff valve
- Motor thermal protection
- Pre/Post-filter and primary/final pressure gauges
- Permeate and concentrate flow rotameters
- Permeate conductivity meter
- ALARMS: Low inlet pressure, high amp draw
- Feed water flush on shut down

deluxe (DLX) features - in addition to ECN features

- Accutrak RO microprocessor controller
- SD card for collection of operating data
- Permeate and concentrate paddlewheel flow sensors
- Inlet pH sensor
- Permeate tank level monitoring
- Chemical dosing pump for antiscalant dosing or pH adjustment
- Clean in Place (CIP) system, 5 HP (3.7 KW)
- ALARMS: Low inlet pressure, high concentrate and permeate pressure, high temperature, high permeate conductivity, high/low pH, motor fault, and fill-time exceeded

table 1: operating parameters

Operating Pressure	14-15 bar
Maximum Recovery	75%
Nominal Rejection	95-98%
Operating Temperature	13-30 °C (55-85 °F)
Minimum Inlet Pressure	2 bar (30 psig)
Design Temperature	25 °C (77 °F)

table 2: materials of construction

Frame	Painted Carbon Steel
Membrane Elements	AK4040TM
Membrane Housing	FRP
Low Pressure Pipe	Schedule 80 PVC
High Pressure Pipe	Stainless Steel
Motor Starters	NEMA 4

table 3: pump and motor

Pump Manufacturer	Tonkaflo
Pump Type	Multi-stage, centrifugal
Materials	SS shell/housing, Noryl* internals
Castings	SS inlet/discharge
Motor	3-phase, TEFC, 380 VAC

A.5. Ficha Técnica del potenciómetro

INTRADEVCO
 Dpto. De Seguridad Industrial y Medio Ambiente
 Planta Lurín

Portable Meters At-a-Glance Selection Guide

Take your measurements into the great outdoors.
 Our Thermo Scientific Orion Star A series portable meters are built rugged and waterproof for dependable performance. Take advantage of one-hand operation and easy portability for any remote application without sacrificing the accuracy and reliability of your measurements. Identify the best match based on your required features, performance specifications and budget.

	Orion Star A320 SERIES	Orion Star A220 SERIES	Orion Star A120 SERIES
	Premium Portable Meters	Advanced Portable Meters	Basic Portable Meters
FEATURES			
Display Type	Graphic LCD with backlight	Graphic LCD with backlight	Fixed segment LCD
Onscreen Text Prompts	Step-by-step calibration and guided setup instructions	Step-by-step calibration and guided setup instructions	Basic calibration and setup prompts
Keypad	Comprehensive with menu-specific function keys	Comprehensive with menu-specific function keys	Simple with highlighted measure key
Number of Channels	1 to 8	1	1
Measurement Read Modes	Auto-Read, Timed, Continuous	Auto-Read, Continuous	Auto-Read, Continuous
Methods	10 per channel	—	—
Data Log	5000 with date/time	1000 with date/time	50
Calibration Loops	10 per channel	10	1

IDEAL FOR APPLICATIONS IN:
 chemical
 environmental
 water
 wastewater

**Thermo Scientific Orion Star A220 Series
 Advanced Portable Meters**

Easy to Use, Dependable Field Meters

Don't leave your measurements to chance when analyzing samples outside the lab. Our Orion Star A220 series portable meters offer the reliability you need in a user-friendly package for your dedicated pH, conductivity or dissolved oxygen testing needs. All critical data is shown with your measurement including temperature, date and time, read type, measurement stability, active calibration info, and power source status.

Electrodos de pH

Electrodos de pH Premium Thermo Scientific Orion ROSS Ultra®
Estabilidad superior, rapidez de medición, exactitud y reproductibilidad bajo variaciones de temperatura

¡Lo mejor de lo mejor!

Los beneficios de la línea ROSS Ultra no se pueden encontrar en ninguna otra línea de electrodos de pH. Considere las ventajas antes de comprar su siguiente electrodo de pH.

La tecnología de electrodo ROSS Ultra ofrece gran estabilidad y mejoras por lo que su periodo de garantía es el doble que otros electrodos. Los electrodos rellenables tienen dos años de garantía de reemplazo. Los electrodos llenos de gel ROSS Ultra Triode tienen 18 meses de garantía.

Las muestras complejas, como medios biológicos, alimenticios y farmacéuticos, se pueden medir fácilmente. La tecnología ROSS se puede usar en donde los electrodos de referencia metálica contaminan la muestra. Todos los electrodos ROSS Ultra pueden usarse en muestras que contengan TRIS, sulfuros y proteínas.

Los electrodos ROSS Ultra ofrecen mejor



EL MEJOR

LIBRE DE MERCURIO

COMPATIBLE CON TRIS

CONTROL DE TEMPERATURA SUPERIOR

Exactitud, resultados exactos en un diseño de media celda



ROSS Ultra® con Referencia de media celda con cuerpo de vidrio

- Use con 8101BNWP ó 8101SC media celda de pH ROSS ó 8411BN electrodos de

Conveniencia con ATC integrado



ROSS Ultra® Triode de pH/ATC con cuerpo epoxico

- ATC integrada de respuesta rápida
- Uso general, alto desempeño

Bajo mantenimiento con ATC integrado



ROSS Ultra® Triode de pH/ATC con cuerpo epoxico, gel de bajo mantenimiento

- Gel de bajo mantenimiento con ATC integrado
- Cuerpo epoxico

A.6. Ficha Técnica del conductímetro

150 & 450 Series Medidor de mano resistente al agua

Conductividad/TDS/Salinidad Instrucciones de funcionamiento



Modelos:



Primeros pasos/Conexiones

Luego de insertar (2) baterías AA y/o conectar el suministro de energía opcional de 10/230 VAC conéctele los sensores deseados a los puertos correspondientes.



Sondas de 12 mm y 16 mm pueden utilizar **Grip-Cip™** para sujetar uno o más sensores a un vaso y si es necesario el instrumento. El pie puede ser extendido como se muestra arriba o puede ser montado a la pared.

Funciones del teclado

	Presione una vez, para encender en el modo usado previamente. Presione otra vez, para encender la vibración por un minuto o apagar (sólo serie 450). Mantenga apretado por 3 segundos.
	Alfome entre los modos medición y calibración. En el modo CONFIGURACIÓN la tecla VOU/ER sirve para volver a la opción previa del menú o ajuste.
	Confirmar los valores de calibración en el modo CAL. Confirmar selecciones en el modo CONFIGURACIÓN. Computar o liberar el valor medido.
	Personalizar los ajustes del instrumento y las preferencias (Vea también los programas de configuración).
	Alfome entre los tipos de medición disponibles.
	Guardar la medición en la memoria. Aumentar el valor a display hacia arriba en CONFIGURACIÓN o calibración manual.
	Volver a mostrar valores guardados en la memoria. Reducir el valor a display hacia abajo en CONFIGURACIÓN o calibración manual.
	Envíe los datos de salida a una impresora o computadora. (Sólo serie 450).

Programas de configuración

Para acceder a los ajustes abajo presione **CONFIGURACIÓN**. Las flechas arriba/abajo van a hacer aparecer las opciones disponibles. Presione **ENTER** para aceptar el ajuste deseado o **BACK** (Volver) para volver a la opción anterior y/o salir.

Opciones de Configuración

- Indicador: **ON** / **OFF** / **HOLD** (Mantenimiento) automático estable
- Elija **Cal** o **Est** en **Est**

Opciones de Célula de Conductividad

- Constante de Célula. Elija (0.10 / 1.00 / 10.0)
- Coeficiente de Temperatura. Ajuste entre 0.00 - 10.0 %/°C

- Factor total de celdas deseadas. Ajuste entre 0.00 - 1.00
- Temperatura de normalización. Seleccione (15.0 / 20.0 / 25.0 / 30.0 °C)
- Selección Calibración de un punto **SPC** para aplicar un solo valor de calibración a todos los rangos o Calibración de varios puntos **MPC** para calibrar rangos individuales.
- Selección Estándares de Calibración Automáticos o Ajuste Manual
- Selección Notificación de Calibración Pendiente**
- Fije la cantidad de días entre 0 y 90 para el parámetro deseado.
- Ver Datos de Calibración** para el parámetro que se está midiendo.
- Presione **ENTER** para ver cada punto que va a ser calibrado con el rango de calibración asociado.
- Presione **ENTER** para ver la eficiencia del electrodo de cada punto que se está calibrando con su rango de calibración asociado.

Ajustes del Sistema

- Registro de datos:**
- MANUAL** al apretar un botón sólo intervale **TIMED** Cronométrado. Elija **SEG / MIN / HORA** o **Intervalo**
- Apagado automático después de 10 minutos. Elija **ON** o **OFF**.
- Ajuste del relé:**
- Fuente: Elija **USA** (MM.DD.AAAA) o **Euro** (DD.MM.AAAA)
- Tempo: Elija **24HR** / **12HR**; Si 12HR elija **AM** o **PM**
- Ajuste tipo de impresión:**
- CSV** (Ver en Separador por Coma) - mejor formato para la computadora
- Impresora** (sólo) - mejor formato para impresora.
- Elija Manual **MAN** al apretar un botón o intervale **TIMED** (Cronométrado). Si cronométrado, elija **SEG / MIN / HORA**.

Resetear

- NO RESETEAR** de salidas de las opciones del menú de menú de menú de menú.
- FACTORY RESET** (RESETEO DE FÁBRICA). Retorne todos los ajustes y valores de fecha/tempo y calibración de ATC a los valores estándares de fábrica luego de oprimir **ENTER** el medidor es reseteado.
- DATA RESET** (RESETEO DE DATOS). Elimina datos guardados en la memoria mientras otros ajustes se conservan luego de oprimir **ENTER**.
- CALIBRATION RESET** (RESETEO DE CALIBRACIÓN). Elimina datos no pertenecientes a la calibración ATC mientras otros ajustes se conservan luego de oprimir **ENTER**.

Conductividad/TDS/Salinidad Calibración

Para mejores resultados se recomienda una calibración periódica con estándares conocidos y precisos. Calibre con estándares cercanos a su rango de medición deseado. Revuelva para los mejores resultados. Luego de la calibración ve a ser visible en la visualización inferior la eficiencia del electrodo que corresponde a la medición activa. * - * va a aparecer si no se lleva a cabo ninguna calibración. Presione **MEAS** para regresar el modo de medición.

Rango #	Rango de Conductividad	Valores de Calibración Automáticos	
		Temperatura de Normalización 25 °C	20 °C
r 1	0.00 - 19.99 µS	Ninguno	Ninguno
r 2	20.0 - 199.9 µS	84 µS	78 µS
r 3	200.0 - 1999 µS	1413 µS	1278 µS
r 4	2.00 - 19.99 mS	12.88 mS	11.67 mS
r 5	20.0 - 200.0 mS	111.8 mS	102.1 mS

Utilizando Reconocimiento Automático de Conductividad

- Desde el modo de medición de conductividad sumerja el sensor en su estándar - 84 µS, 141.3 µS, 12.88 mS, o 111.8 mS, luego presione **CAL**. La visualización primaria va a buscar el estándar más cercano. La visualización secundaria va a mostrar el valor no ajustado y la visualización inferior va a mostrar la temperatura. Se permite un valor de calibración en cada rango.
- Cuando aparece el indicador **LISTO** presione **ENTER** para aceptar. En la medición presione va a abrirse **LISTO**.
- Para calibrar otro estándar lave sus electrodos y luego sumérjelos en su próximo estándar o presione **MEAS** para regresar al modo de medición. La pantalla primaria va a buscar al valor estándar más cercano, que no ha sido calibrado aún, mientras que la pantalla secundaria va a mostrar el valor no ajustado. Cuando aparece el indicador **LISTO** presione **ENTER** para aceptar.
- Luego de que se haya calibrado la cantidad deseada de estándares, la visualización inferior va a indicar la eficiencia en el modo de medición.

Utilizando Ajuste Manual

- Desde el modo de medición Conductividad/TDS/SALINIDAD sumerja el sensor en su estándar y luego presione **CAL**.
- Cuando aparece el indicador **LISTO** use las flechas arriba/abajo para ajustar la medición primaria para que sea igual que el valor estándar a la temperatura medida, luego presione **ENTER**.
- Lave sus electrodos y sumerja el sensor en su próximo estándar o presione **MEAS** para regresar al modo de medición. Resta si es necesario. Luego de que se haya calibrado la cantidad deseada de estándares, la visualización inferior va a indicar la eficiencia en el modo de medición.

Calibración de temperatura/ATC Manual

La calibración de la temperatura se recomienda antes del primer uso, luego del reemplazo del sensor ATC y periódicamente según sea necesario.

- Oprima **CAL** de cualquier medición, luego oprima **MODE** (Modo).
- Siga con el paso 3 por una ATC manual de otra manera sumerja el sensor de temperatura en una solución con una temperatura determinada conocida. La pantalla superior muestra la temperatura activa mientras que la pantalla inferior muestra la temperatura estándar de fábrica sin ajuste.
- Use las flechas arriba/abajo para ajustar el monitor superior. Oprima **ENTER** para aceptar la temperatura de calibración. El valor ajustable máximo es +10 °C o +18 °F desde el valor de fábrica.

Mensajes de error

- ERR** - Error va a aparecer si existe una condición de error o si es reconocido la falta de batería. Ejemplos comunes son entre otros:
 - Apretar **ENTER** durante la calibración antes de que aparece la indicación **READY** (Listo). Espere a que aparezca la indicación **READY** (Listo) antes de apretar **ENTER**.
 - RL** (Rango inferior) - **RS** (Rango superior)

Uso intencionado, mantenimiento y precauciones

- Estos medidores portátiles utilizan sensores para detectar varios parámetros para mediciones basadas en agua. Para el mantenimiento de rutina desconecte el cable de alimentación o la batería y luego pase un trapo húmedo por la pantalla. Si es necesario puede utilizar el agua fría o un detergente suave basado en agua. Remueva inmediatamente cualquier sustancia de mancha sobre el medidor con el procedimiento de limpieza correcto para el tipo de sustancia de mancha.
- Manejar este equipo en ambientes predominantemente peligrosos.
- Ver las instrucciones del electrodo para su uso, almacenamiento y limpieza.
- Asegúrese de que ningún líquido ingrese al instrumento.
- No use químicos de limpieza agresivos (por solventes o sustancias similares).
- No hay partes en el interior que pueden ser mantenidas por el usuario. El intento de mantener partes internas puede anular la garantía.
- No está diseñado para aplicaciones médicas o uso en pacientes.
- ADVERTENCIA:** No está permitido ninguna modificación de este equipo.

Condiciones de funcionamiento del instrumento

Condición de funcionamiento	Temperatura de ambiente de funcionamiento
Humedad relativa de funcionamiento	5 a 45 °C
Humedad relativa de almacenamiento	5 a 85 % no condensada
Temperatura de almacenamiento	-20 a +60 °C
Humedad relativa de almacenamiento	5 a 85 % no condensada
Confirmación	Oración de 2
Soporte	Catigra de 1
Peso	900g
Tamaño (L x A x P)	21.35 x 9.87 x 5.86 cm
Orientación y Seguridad	CE, ULV 3-T, FCC Clase A
Potencia Nominal	Entorno de CC 9 VDC 1 A
Requerimientos de batería	2 x AA (R6) 1.5 V baterías (reemplazar baterías cuando parpadee el cable de la batería)
Vibración	Envío: Almacenamiento: conforme a EIA 384-A
Shock	1 m/s de caída en envase conforme a EIA 384-A
Características de cumplimiento	IP67 utilizando cubierta de guard
Transformador universal	Condiciones de funcionamiento
Temperatura de Ambiente de funcionamiento	5 a 50 °C
Humedad relativa de funcionamiento	0 a 90 % no condensada
Temperatura de almacenamiento	-20 a +75 °C
Humedad relativa de almacenamiento	0 a 90 % no condensada
Confirmación	Oración de 2
Soporte	Catigra de 1
Potencia Nominal	VP: 100 - 240 V, 50/60 Hz, 0.3A V.P. 9 MDC 1 A

Oakton Instruments
625 East Burkert Court, Vernon Hills, IL 60061, USA
Tel: 1-888-462-5806 • Fax: 1-847-247-2964
info@oakton.com • www.oakton.com

60X651WZ 09/15 Rev I

A.7. Ficha Técnica del medidor de hierro

HI 721 Hierro Rango Alto



HANNA
instruments
www.hanna.es

Estimado cliente,
Gracias por elegir un producto Hanna.
Si desea leer este manual detenidamente antes de usar el instrumento. Si necesita más información técnica, no dude en contactar con nosotros en la dirección sat@hanna.es

Inspección preliminar:

Examine minuciosamente este producto. Asegurese de que el equipo no ha sido dañado. Si ha sufrido algún desperfecto durante el transporte, notifíquelo a su distribuidor.

El medidor HI 721 se suministra completo con:

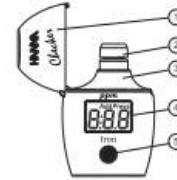
- 2 cubetas de medición con tapas
- 6 reactivos para la medida de Hierro Rango alto
- 1 pila de 1.5V AAA
- Manual de instrucciones

GARANTÍA: El periodo de garantía de este equipo es de 3 meses, la garantía solo cubre defectos de fabricación del mismo, no cubre daños en el equipo por golpes, caídas al agua o mala manipulación del mismo.

Especificaciones técnicas:

Rango	0.00 a 5.00 ppm
Resolución	0.01 ppm
Precisión	±0.04 ppm ± 2% de la lectura @ 25°C
Desv. típico EMC.	±0.01 ppm
Fuente de Luz	Diodo emisor de luz @ 525 nm
Detector de Luz	Fotocélula de Silicio
Método	Adaptación del método fantralina 3158 recomendado por EPA para aguas naturales y tratadas. La reacción entre el hierro y los reactivos origina un tinte naranja en la muestra.
Entorno	0 a 50°C (32 a 122°F), max 95% RH sin condensación
Pilas	1 x 1.5V AAA
Auto-Desconexión	Tres 3 minutos de inactividad y 2 minutos después de la lectura.
Dimensiones	81.5 x 61 x 37.5 mm (3.2 x 2.4 x 1.5")
Peso	64 g (2.25 oz.)

Descripción funcional:



1. Tapa de Cubeta.
2. Cubeta con tapa.
3. Parte Cubeta.
4. Pantalla de cristal líquido.
5. Batería.

Códigos de Error y Advertencias:

L.H.I.

Luz por encima de rango: Hay demasiado luz para realizar una medida. Compruebe la correcta inserción de la cubeta zero.

L.L.O.

Luz por debajo de rango: No hay suficiente luz para realizar la medida. Compruebe que la muestra de la cubeta zero no sea demasiado oscura.

Inu

Cubetas Invertidas: Las cubetas de muestra y zero están invertidas.

0.00

Por debajo de rango: "0.00" parpadeante indica que la muestra absorbe menos luz que el zero. Compruebe el procedimiento y asegurese de que usa la misma cubeta para el zero de referencia y la medida.

5.00

Por encima de rango: El valor máximo de concentración parpadeante indica que nos encontramos por encima de rango. La concentración de la muestra está fuera del rango programado: diluya la muestra y reinicie la medida.

bAt

Batería baja: La pila debe ser sustituida.

bAd

Batería agotada: Indica que la pila está agotada y debe ser sustituida. Tras aparecer esta indicación, el medidor se desconecta. Cambie la pila para conectarlo de nuevo.

bAt

Procedimiento de medición:

- Conecte el medidor pulsando el botón. Después de mostrar todos los segmentos, "C.I.", "Add" aparece "Press" parpadeante, lo que indica que el equipo está listo. 
- Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin trazar y coloque la tapa. Introduzca la cubeta en el porta-cubeta y cierre la tapa del medidor. 
- Pulse el botón. Cuando la pantalla muestre "Add", "C.I." con "Press" parpadeante el medidor está a cero. 
- Saque la cubeta, abra y añada el contenido de un paquete de reactivo HI93721-0 o HI721-25. Coloque la tapa y agítelo suavemente durante 2 minutos hasta que el reactivo este totalmente disuelto. Introduzca la cubeta en el medidor. 
- Pulse el botón y mantenga presionado hasta que se muestre un temporizador en la pantalla. 
- El medidor muestra directamente la concentración de Hierro en ppm. El medidor se auto-desconecta después de 2 minutos. 

Consejos para unas medidas más precisas:

- Es importante que los muestras no contengan detritus.
- Siempre que se coloque la cubeta en la celda de medida, deberá estar seca y totalmente limpia de huellas dactilares, aceite a sociedad. Limpíela minuciosamente con HI 731318 o un paño sin pelusa antes de insertarla.
- Si agita la cubeta puede generar burbujas en la muestra, causando lecturas más altas. Para obtener mediciones precisas, elimine tales burbujas haciendo girar el vial a tocándolo suavemente.
- No permita que la muestra permanezca demasiado tiempo tras serle otorgado el reactivo o perderá precisión.
- Es importante desahcar la muestra inmediatamente después de la lectura porque el vidrio podría marcharse permanentemente.

Sustitución de la pila:

Para ahorrar pila, el instrumento se auto-desconecta tras 3 minutos de inactividad y 2 minutos de la lectura.

Una batería nueva sirve para al menos 5000 mediciones, dependiendo del nivel de luz. Cuando la capacidad de la pila está por debajo del 10 %, se muestra la señal "bAt". Si la pila está agotada y la precisión de las medidas puede verse afectada, el instrumento muestra los códigos "bAd" seguido de "bAt" cada uno durante 1 segundo y se apaga. Para volver a conectar el instrumento, la pila debe ser sustituida por una nueva.

- Para sustituir la pila del instrumento, siga los siguientes pasos:
- Apague el instrumento manteniendo pulsado el botón hasta que el medidor se desconecte.
 - Dale la vuelta al instrumento y saque la tapa de la pila con un destornillador.



- Saque la pila de su compartimento y sustitúyala por una nueva.
- Inserte la tapa de la pila y ate el tornillo con un destornillador.

Accesorios:

SET DE REACTIVOS	
HI93721-01	Reactivo para 100 test de Hierro
HI93721-03	Reactivo para 300 test de Hierro
HI 721-25	Reactivo para 25 test de Hierro
OTROS ACCESORIOS	
HI 740028	Pila de 1.5V AAA (4 unidades)
HI 731318	Palo para limpiar cubetas (4 unidades)
HI 731321	Cubetas de cristal (4 unidades)
HI 731225	Tapas de cubetas (4 unidades)
HI 93705-50	Solución de limpieza de cubetas (230 ml)

Recomendaciones a los usuarios:

Antes de utilizar estos productos, verifique de que son totalmente apropiados para la aplicación y el entorno en el que van a ser utilizados.

El funcionamiento de estos instrumentos puede causar interferencias a otros equipos electrónicos, por lo que el operador deberá tomar las medidas oportunas para eliminar tales interferencias.

Toda modificación realizada en el equipo por el usuario puede degradar las características de EMC del mismo.

Para evitar daños o quemaduras, nunca efectúe mediciones en zonas húmedas. Para su seguridad y la del instrumento nunca lo use o almacene en ambientes peligrosos.

Hanna Instruments se reserva el derecho de modificar el diseño, construcción y aspecto de sus productos sin previo aviso.

Para más información contacte con su distribuidor o el centro de atención al cliente de Hanna más cercano.

www.hanna.es

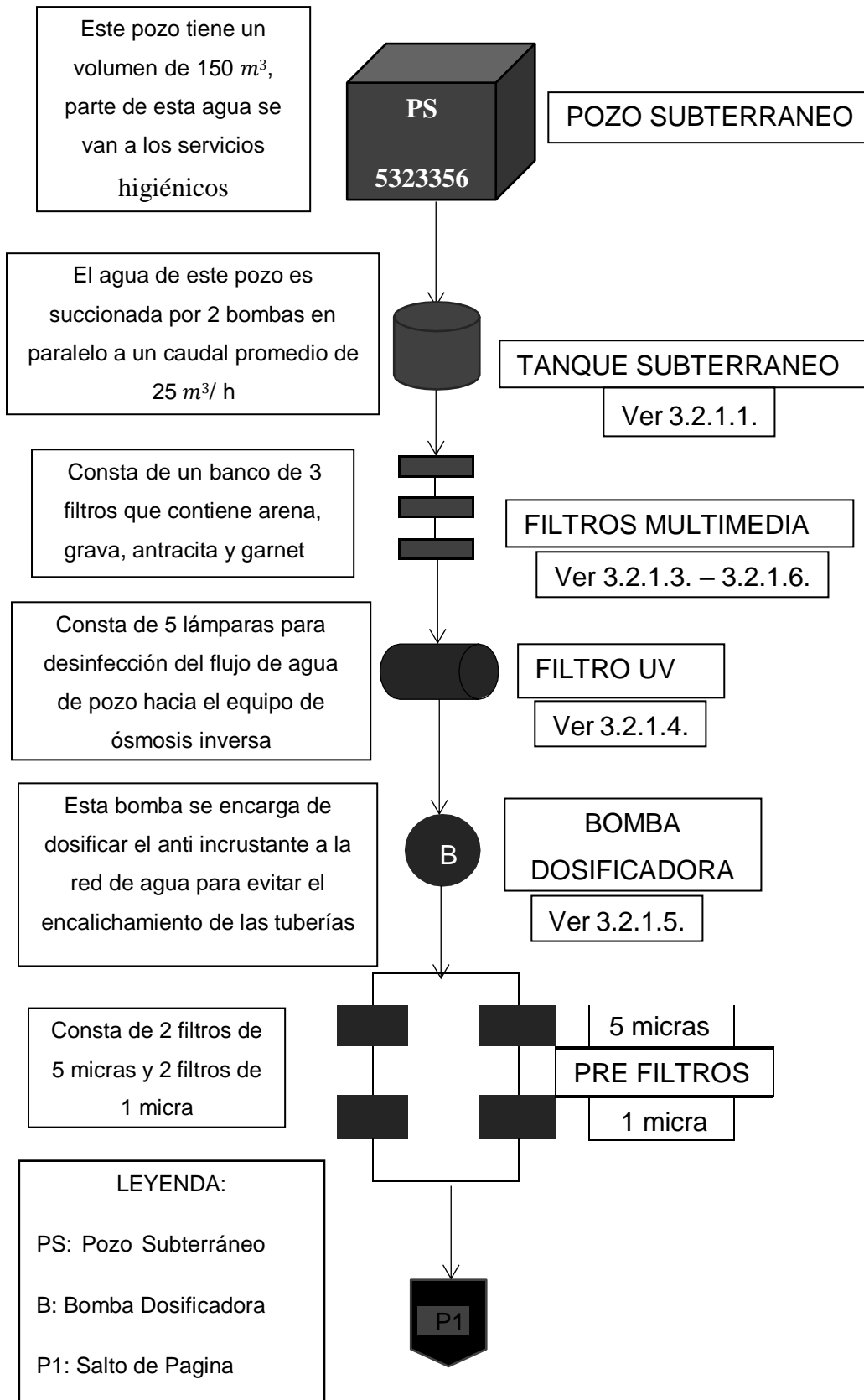
HANNA
instruments

0.06 (1.00)

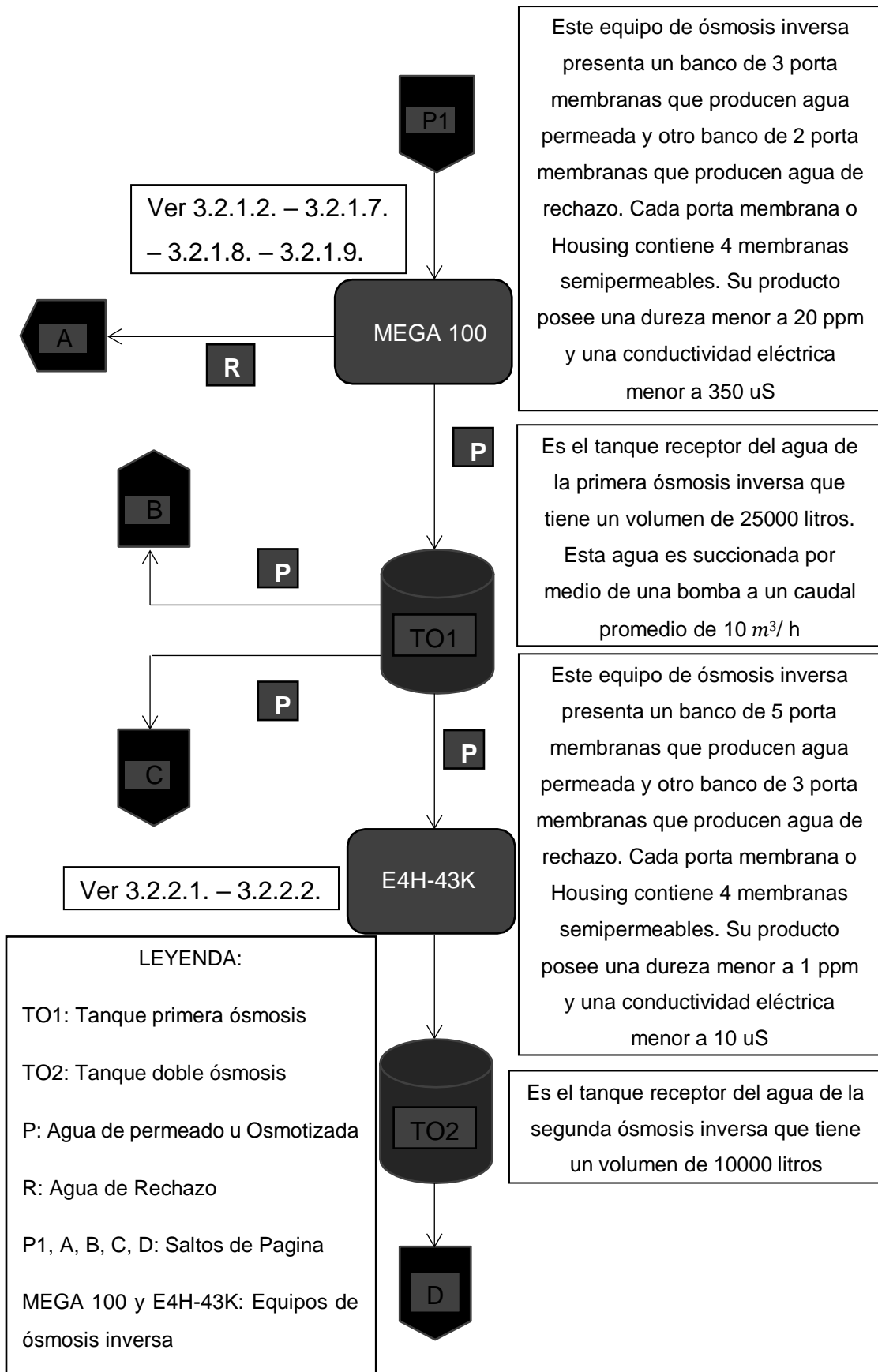
A.8. Red de distribución del agua de la planta de tratamiento de agua

A continuación, se dará a conocer como esta constituido la red de agua proveniente inicialmente del agua del pozo subterráneo, pasando por pre tratamientos, ingresando a equipos de ósmosis inversa y finalmente distribuyendose por toda la planta para su posterior uso en cada proceso.

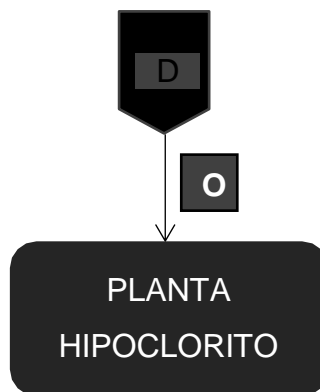
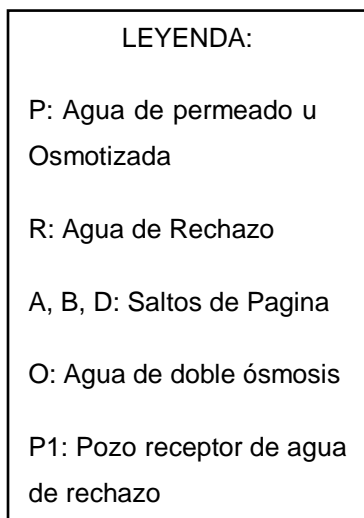
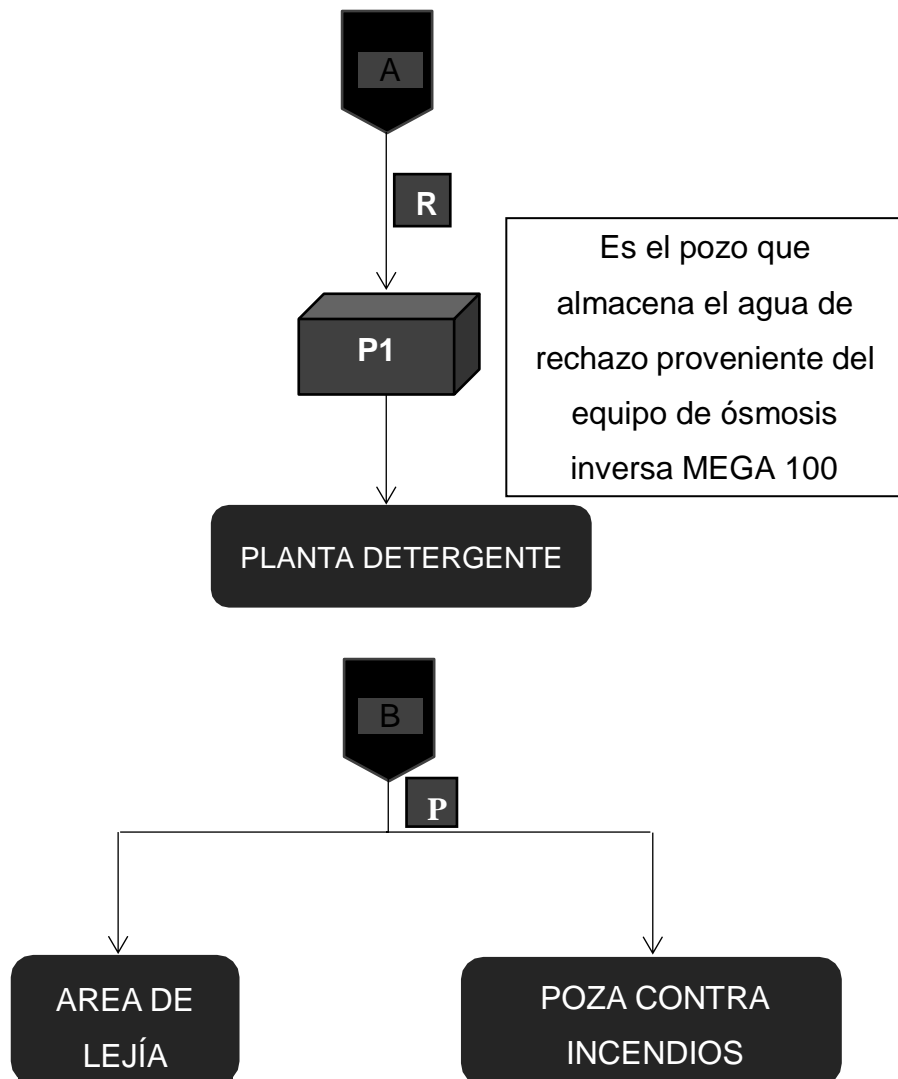
1) Pretratamiento del agua subterránea

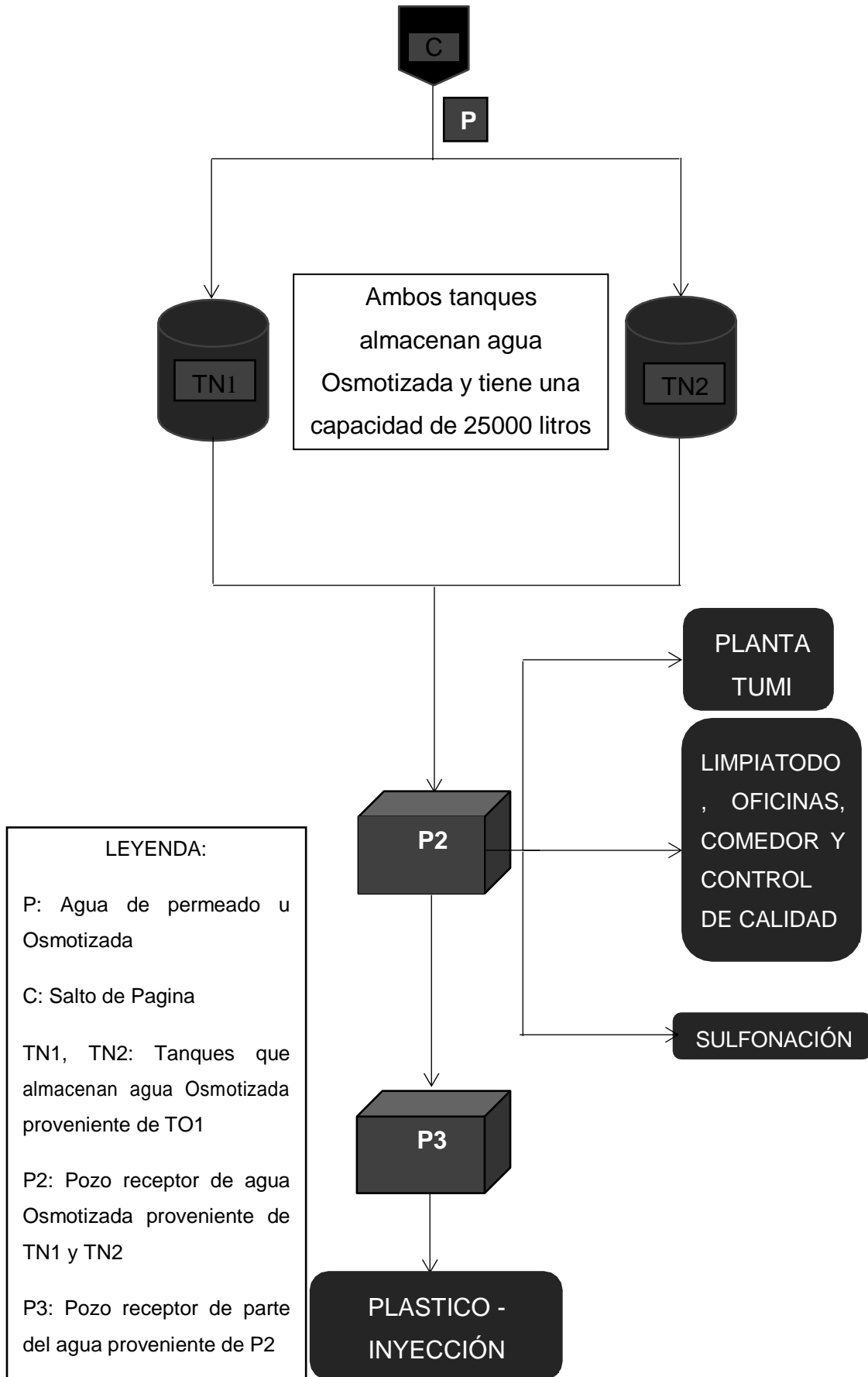


2) Tratamiento del agua mediante ósmosis inversa



3) Distribución del agua proveniente de ósmosis inversa





A.9. Especificaciones técnicas de las membranas semipermeables



Serie AG HR LF

membranas para agua salobre con alto rechazo de sales y resistencia al ensuciamiento

La familia de membranas patentadas de la serie A, de película fina, para ósmosis inversa se caracteriza por un alto flujo y un alto rechazo del cloruro de sodio. Las membranas para agua salobre de la serie AG HR LF se seleccionan cuando se desea lograr un alto rechazo y presiones de operación mínimas de hasta 200 psi (1,379 kPa). Estos elementos se recomiendan para agua salobre con niveles de concentración de sales (TDS) de entre 1000 y 10000 mg/l o cuando se requiere un alto rechazo de iones monovalentes.

Los elementos AG HR LF para agua salobre con alto rechazo se caracterizan por su revestimiento exterior de fibra de vidrio y por sus conexiones de extremo hembra.

tabla 1: especificaciones

Membrana	Membrana de película fina (TFM*)
----------	----------------------------------

modelo	flujo de permeado promedio gpd (m ³ /día) ^{1,2}	rechazo de NaCl promedio ^{1,2}	rechazo de NaCl mínimo ^{1,2}
AG-90 LF	2200 [8.3]	99.8%	99.3%
AG-400 LF, 34	10 500 [39.7]	99.8%	99.3%

¹ rechazo de sal promedio después de 24 horas de operación. El caudal individual puede variar entre +25%/-20%.

² condiciones de ensayo: solución de NaCl de 2,000 ppm a 225 psi (1,550 kPa) de presión de operación, 25°C, pH 7 y 15% de recuperación.

tabla 2: dimensiones y peso.

modelo	type	dimensiones, pulgadas (cm)			embalado en caja peso lbs (kg)
		A	B	C	
AG-90 LF	Macho	40.0 (101.6)	0.75 (1.90)	3.9 (9.9)	9 (4)
AG-400 LF, 34	Hembra	40.0 (101.6)	1.125 (2.86)	7.9 (20.1)	35 (16)

modelo	superficie activa ft ² (m ²)	envoltura exterior	número de parte
AG-90 LF	90 [8.4]	Fibra de vidrio	3056674
AG-400 LF, 34	400 [37.2]	Fibra de vidrio	3056675

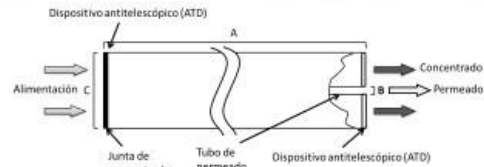


figura 1a: diagrama de dimensiones de las membranas - Hembra

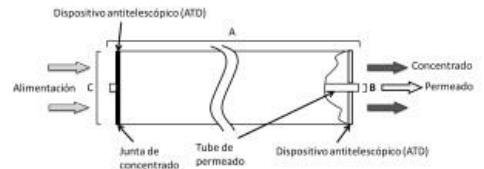


figura 1b: diagrama de dimensiones de las membranas - Macho

tabla 3: parámetros operativos y de limpieza in situ (CIP)

Presión de operación típica	200 psi (1,380 kPa)
Flujo de operación típico	10-20 gfd (15-35 l/mh)
Máxima presión de operación	600 psi (4,137 kPa)
Temperatura máxima	Operación continua: 122°F (50°C) Limpieza In-Situ (CIP): 122°F (50°C)
Rango del pH	Rechazo óptimo: 7,0-7,5, Operación continua 4,0-11,0, Limpieza in situ (CIP): 1,0-13,0
Máxima caída de presión	Sobre una membrana: 12 psi (83 kPa) Por tubo de presión: 50 psi (345 kPa)
Tolerancia al Cloro	1,000+ ppm-horas, se recomienda dechloración completa
Agua de alimentación [†]	NTU < 1 SDI < 5



NITTO DENKO



Membrane Element

CPA3

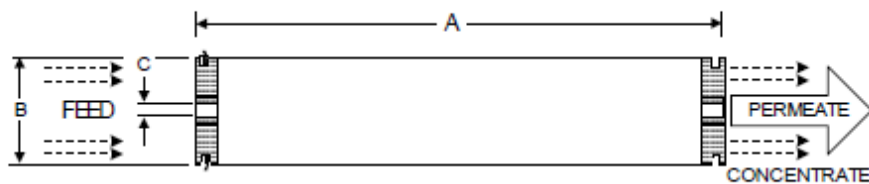
Performance:	Permeate Flow:	11,000 gpd (41.6 m ³ /d)
	Salt Rejection:	99.7% (99.6% minimum)
Type	Configuration:	Spiral Wound
	Membrane Polymer:	Composite Polyamide
	Membrane Active Area:	400 ft ² (37.1 m ²)
	Feed Spacer:	31 mil (0.787mm)
Application Data*	Maximum Applied Pressure:	600 psig (4.16 MPa)
	Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM
	Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)
	pH Range, Continuous (Cleaning):	2-10.8 (1-12.5)*
	Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU
	Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0
	Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m ³ /h)
	Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element:	5:1
Maximum Pressure Drop for Each Element:	10 psi	

* The limitations shown here are for general use. For specific projects, operating at more conservative values may ensure the best performance and longest life of the membrane. See Hydranautics Technical Bulletins for more detail on operation limits, cleaning pH, and cleaning temperatures.

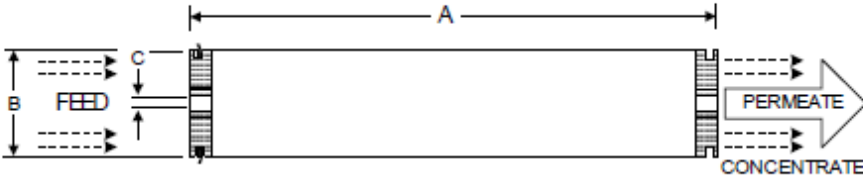
Test Conditions

The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:

- 1500 PPM NaCl solution
- 225 psi (1.55 MPa) Applied Pressure
- 77 °F (25 °C) Operating Temperature
- 15% Permeate Recovery
- 6.5 - 7.0 pH Range



A, inches (mm)	B, inches (mm)	C, inches (mm)	Weight, lbs. (kg)
40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)

Membrane Element		CPA5 MAX								
Performance:	Permeate Flow:	12,000 gpd (45.5 m ³ /d)								
	Salt Rejection:	99.7 % (99.6% minimum)								
Type	Configuration:	Spiral Wound								
	Membrane Polymer:	Composite Polyamide								
	Nominal Membrane Area:	440 ft ² (40.9 m ²)								
Application Data*	Maximum Applied Pressure:	600 psig (4.14 MPa)								
	Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM								
	Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)								
	pH Range, Continuous (Cleaning):	2-11 (1-13)*								
	Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU								
	Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0								
	Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m ³ /h)								
	Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element:	5:1								
Maximum Pressure Drop for Each Element:	10 psi									
* The limitations shown here are for general use. For specific projects, operating at more conservative values may ensure the best performance and longest life of the membrane. See Hydranautics Technical Bulletins for more detail on operation limits, cleaning pH, and cleaning temperatures.										
Test Conditions										
The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:										
1,500 ppm NaCl										
225 psi (1.55 MPa) Applied Pressure										
77 °F (25 °C) Operating Temperature										
15% Permeate Recovery										
6.5 - 7.0 pH Range										
										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>A, Inches (mm)</th> <th>B, Inches (mm)</th> <th>C, Inches (mm)</th> <th>Weight, lbs. (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40.0 (1016)</td> <td>7.89 (200)</td> <td>1.125 (28.6)</td> <td>36 (16.4)</td> </tr> </tbody> </table>			A, Inches (mm)	B, Inches (mm)	C, Inches (mm)	Weight, lbs. (kg)	40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)
A, Inches (mm)	B, Inches (mm)	C, Inches (mm)	Weight, lbs. (kg)							
40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)							

A.10. Protocolos citados de otras empresas

Protocolo de arranque del equipo de ósmosis inversa




IMPORTANTE: Se recomienda seguir las indicaciones contenidas en este instructivo antes de iniciar la operación del equipo.



1 |

Protocolo de dosificación del anti incrustante

		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
Dosificación Anti Incrustante Nalco		Código: 99-PT-OP-03	
		Rev: 01	Fecha: 11/04/16
		Página 1 de 23	

ÍNDICE

0. HOJA DE CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO.....2
1. OBJETIVO.....3
2. ALCANCE.....3
3. DOCUMENTOS APLICABLES.....3
4. RESPONSABILIDADES.....4
5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....8
6. PERSONAL INVOLUCRADO.....9
7. REPUESTOS, HERRAMIENTAS EQUIPOS DE APOYO E INSUMOS.....9
8. ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL.....9
9. RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL.....11
10. FORMATOS DE REGISTRO.....17
11. ANEXOS.....17

	Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre	Wilson González V.	Alicia Manquehual Ramírez	Paulo Espinoza Aravena
Firma			
Cargo	Supervisor Steel Ferrovial Servicios	ACRO Steel Ferrovial Servicios	Administrador Contrato Steel Ferrovial
Fecha	Abril 2016	Abril 2016	Abril 2016

	Revisado por:	Toma Conocimiento	Toma Conocimiento
Nombre	Rolf Aeschlimann Lara	Paulina Hinojosa Sandoval	Wladimir Jacobs Collao
Firma			
Cargo	Jefe General de Operaciones	Representante Empresa CPHS	Representante Trabajadores CPHS
Fecha	Abril 2016	Abril 2016	Abril 2016

Protocolo de limpieza de membranas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



isiry

Instituto de Seguridad Industrial,
Radiolística y Medioambiental

Programa de Doctorado en Ingeniería y Producción
Industrial

*Limpieza de membranas de
ultrafiltración aplicadas en la
industria alimentaria por medio
de técnicas no convencionales y
caracterización del ensuciamiento
de las membranas*

TESIS DOCTORAL

Autora: María José Corbatón Báguena

Directoras: Dra. Silvia Álvarez Blanco

Dra. María Cinta Vincent Vela

Valencia, Septiembre de 2015

Protocolo de llenado de tanque



PROTOCOLO PARA MANEJO, LAVADO Y DESINFECCION DEL TANQUE DE RESERVA DE AGUA

I. INTRODUCCION

La limpieza y desinfección de los tanques de agua constituye un eslabón fundamental en la cadena de la seguridad sanitaria. Es prioritaria, además, a la hora de garantizar un adecuado Control Ambiental, por tanto se debe establecer la obligatoriedad de realizar trabajos de limpieza y desinfección en forma periódica.

En todas las edificaciones, los tanques que almacenan el agua potable sufren la inevitable acumulación de impurezas, suciedad, partículas en suspensión y muchos otros elementos. La mayor parte de ellos quedan sedimentados en la superficie de los tanques y se transforman, con el transcurso del tiempo, en gruesas capas barrosas que normalmente provocando la contaminación del agua a niveles no potables o tóxicos.

Las actividades de limpieza, desinfección e inspección sanitaria de los diversos tanques de almacenamiento de agua garantizan, almacenar el líquido en buenas condiciones, siempre y cuando se realicen estas actividades periódicamente mediante la utilización de las soluciones en las proporciones y procesos indicados.

II. INSTRUCCIONES PARA EL LAVADO Y DESINFECCIÓN DEL TANQUE

1. El personal encargado del lavado y desinfección, debe usar botas, guantes y todos los demás elementos de protección personal necesarios para la limpieza y desinfección; debe igualmente alistar cepillos, escobas, baldes, rodillos, bombas aspersoras o cualquier otro elemento que necesite.

Protocolo de manejo del filtro UV



Disinfection by UV Radiation

Technical Guidance

This is designed to be a short guide to Ultraviolet Irradiation (UV) used in the treatment of drinking water for those responsible for monitoring private water supplies and the owners and users of such supplies. The main text is aimed primarily at technical practitioners involved in the management and regulation of water supplies and covers basic principles, design, operation and maintenance. It also includes a checklist for maintenance and a Frequently Asked Questions section, which can stand alone and may be more appropriate for the non-technical user.

Introduction

Ultraviolet irradiation (UV) uses ultraviolet light in order to deactivate a wide range of pathogens found in drinking water supplies. Unlike chlorine, UV can also have the advantage of being effective against protozoa, including *Cryptosporidium*. The process relies on UV light being able to pass through the whole column of water requiring treatment with sufficient energy to inactivate the pathogens. Effectiveness is significantly impaired if water is coloured or contains particulate material. It is often the disinfectant treatment of choice for private water supplies, especially small ones. UV treatment can be located centrally at the source of the supply or at individual properties immediately before the water is consumed, or both. Unlike chlorine, UV does not have any residual disinfectant effect in the water.

UV light will also photo-oxidise some organic compounds, breaking them down into smaller molecules. This has some application in the treatment of compounds causing tastes and odours, pesticides and algal toxins. The shorter wavelengths of UV, around 185 nm, tend to be more effective in this application.

Strengths of UV

- Cheap and effective disinfection
- Chemical free
- Relatively simple to install, operate and maintain
- Inactivates *Cryptosporidium*
- Compact footprint
- Minimal concerns over by-products

Weaknesses of UV

- No lasting disinfectant residual
- Cannot operate without power
- Requires water to have low levels of colour and turbidity
- Is ineffective if the dose and contact time are not correct
- Hard to verify water has been adequately disinfected

Principles of UV Disinfection