

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN PROCESO PRODUCTIVO EN
PLANTA PURIFICADORA DE AGUA CONSCIENTE CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de INGENIERO DE EJECUCIÓN EN
MECÁNICA DE PROCESOS Y
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Fabián Esteban González Cancino

Profesor Guía:

Ing. Alejandro Elías Badilla Bello

DEDICATORIAS

Este Trabajo de Título está dedicado a:

Mi madre Edith, quién con su amor y trabajo me ha permitido la conquista de un sueño más, por su ejemplo de esfuerzo y el respeto por los distintos caminos que he querido recorrer, le estaré eternamente agradecido.

A mis hermanos Ariel, Franco y Elián, por su absoluta creencia en mí, por sus muestras de afecto y confianza en cada momento compartido.

También quisiera agradecer a mis amigos, a aquellos que llevan conmigo durante años y quienes no tanto, pero que sin dudar han dejado huellas en mi trayectoria, en momentos buenos y malos, brindando su compañía y permitiéndome ser parte de sus vidas.

Finalmente a Bárbara, Enrique, Ignacio, Javiera y Luis, amigos y compañeros de largos días de estudio, diversión, almuerzos y bailes durante la época universitaria, recuerdos de mar, cerro y bosque siempre vienen acompañado con sus risas y energía, muchas gracias por ello, deseo que tengan vidas plenas y felices.

RESUMEN

Keywords: PLANTA PURIFICADORA DE AGUA - MEJORA DE PROCESOS - GEMBA KAIZEN - LEAN MANUFACTURING

Este trabajo de título se desarrolla en la Planta purificadora de Agua Consciente Chile, en la comuna de Renca, Ciudad de Santiago de Chile, planta perteneciente a la empresa Megacontrol Construcción y Electricidad Limitada. Cuyo principal objetivo es realizar mejoras dentro del proceso productivo, para lo cual se utilizó la herramienta de mejora Gemba Kaizen, comprendida dentro de las diversas técnicas que agrupa la metodología del Lean Manufacturing.

La implementación de Gemba Kaizen busca conseguir la mejora de un indicador en un margen entre 15 % y 30 % (o mayores), en una semana de trabajo. Para ello se hace partícipe a todos los trabajadores involucrados en la purificación y venta de agua, explicando las bases del método y la programación de actividades.

Con la conformación de dos equipos de trabajo se da paso a la inspección de procesos y equipos en búsqueda activa de fallas u oportunidades de mejoras, que con la técnica de Brainstorm se proponen soluciones, seleccionando aquellas que dan solución efectiva a los problemas identificados definiéndolas como: soluciones a corto, mediano y largo plazo. Aquellas a corto plazo son implementadas en línea y se comprueba la efectividad de estas. En cambio las propuestas a mediano y largo plazo están sujetas al resultado obtenido en indicadores financieros post evaluación económica.

La implementación de Gemba Kaizen en la planta purificadora, ha aportado en la disminución de costos variables en la producción de agua purificada, optimizando el consumo de agua potable en un 65 %, aumentada la percepción de higiene y seguridad, además de reducir el desperdicio de bidones.

ÍNDICE	
	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO	
1. ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO	5
1.1. AGUA CONSCIENTE CHILE	5
1.2. LEAN MANUFACTURING	18
1.3. GEMBA KAIZEN	22
1.4. PROBLEMÁTICA	23
CAPÍTULO 2: INSPECCIÓN DE PROCESOS	
2. INSPECCIÓN DE PROCESOS	27
2.1. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	27
2.2. DESCRIPCIÓN DEL GEMBA	29
2.3. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN	30
2.4. IDEAR SOLUCIONES	36
CAPÍTULO 3: FASE DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	
3. FASES DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	41
3.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	41
3.2. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	41
3.3. COMPROBACIÓN DE RESULTADOS	46
3.4. PROPUESTA DE MEJORA A MEDIANO PLAZO	52
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PROPUESTA DE INVERSIÓN	
4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PROPUESTA DE INVERSIÓN.	61
4.1. PROPUESTA DE INVERSIÓN	61
4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXO A: RESOLUCIÓN SANITARIA	79
ANEXO B: ESPECIFICACIONES CAUDALÍMETRO FL 6000A	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-1. Logo Agua Consciente Chile	5
Figura 1-2. Ubicación de Planta Purificadora	6
Figura 1-3. Comunas con despacho	6
Figura 1-4. Bidones de agua de 20 litros	8
Figura 1-5. Dispensadores de agua	8
Figura 1-6. Diagrama de flujo del proceso de productivo	9
Figura 1-7. Diagrama de flujo de lavado	10
Figura 1-8. Diagrama de flujo de filtrado	11
Figura 1-9. Filtro de lecho profundo	13
Figura 1-10. Tanque de presión	13
Figura 1-11. Válvula análoga	13
Figura 1-12. Válvula digital	14
Figura 1-13. Material filtrante	14
Figura 1-14. Filtro de partículas	15
Figura 1-15. Filtro UV	16
Figura 1-16. Vista exterior de membrana de osmosis inversa	16
Figura 1-17. Membrana de osmosis inversa	17
Figura 1-18. Instrumentos de medición	17
Figura 1-19. Casa Toyota	19
Figura 2-1. Lavado de bidones	29
Figura 2-2. Sector de filtrado	30
Figura 2-3. Filtraciones	31
Figura 2-4. Condición del piso durante el llenado	31
Figura 2-5. Lavado de membranas	32
Figura 2-6. Filtros y estanques sin medidores	34
Figura 2-7. Clasificación de bidones	35
Figura 3-1. Lavado con arena	42
Figura 3-2. Instalación piso tipo rejilla	43
Figura 3-3. Entrada de osmosis	44
Figura 3-4. Cambio de válvulas	45
Figura 3-5. Diseño hidráulico	54
Figura 3-6. Propuesta de rediseño	55
Figura 3-7. Simbología de diagramas hidráulicos	56
Figura 3-8. Caudalímetro de área variable o Rotámetro	57
Figura 3-9. Caudalímetro de turbina	57
Figura 4-1. Máquina lavadora de bidones	62
Figura 5-1. Especificaciones de caudalímetro serie FL6000A	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1. Calendario de actividades	27
Tabla 2-2. Tabla resumen inspección de higiene y seguridad	32
Tabla 2-3. Tabla resumen inspección de piping	33
Tabla 2-4. Tabla resumen inspección de lavado	35
Tabla 2-5 Tabla de decisión	37
Tabla 2-6. Tabla visual de colores	37
Tabla 3-1. Operación con una membrana de osmosis	44
Tabla 3-2. Comparativa de reciclado de bidones	46
Tabla 3-3. Comparativa económica de reciclado de bidones	47
Tabla 3-4. Comparativa de detenciones por condición subestándar	49
Tabla 3-5. Comparativa operación de osmosis inversa	49
Tabla 3-6. Comparativa económica en operación de osmosis inversa	50
Tabla 3-7. Costo operacional del proceso de osmosis inversa	51
Tabla 4-1. Gastos de semana Gemba Kaizen	63
Tabla 4-2. Costo de rediseño	64
Tabla 4-3. Flujo de caja Semestre I – 2021	65
Tabla 4-4. Costos variables Semestre I – 2021	66
Tabla 4-5. Flujo de caja proyectado al año 2022	69
Tabla 4-6. Índices financieros	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3-1.Comparativa de reciclado	47
Gráfico 3-2. Percepción de condición en sector de llenado	48
Gráfico 3-3. Comparativa de operación de osmosis inversa	50
Gráfico 3-4. Pérdidas por rechazo	51
Gráfico 3-5. Comparativa de costo en operación de osmosis inversa	52

SIGLAS Y SÍMBOLOGÍAS

SIGLAS

\$	:	Peso chileno
N°	:	Número
CAMP	:	Modelo de Valorización de Activo Financiero
DTO	:	Decreto
EEUU	:	Estados unidos
HE	:	Hilo externo
HI	:	Hilo interior
Inc	:	Incorporated (Sociedad anónima)
IVAN	:	Índice del Valor Actual Neto
IPSA	:	Índice de precio selectivo de acciones
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
JIT	:	Justo a tiempo
JWO	:	Sistema de organización del trabajo japonés
KPI	:	Indicadores claves de desempeño
Ltda	:	Limitada
Nch	:	Norma chilena
OEE	:	Efectividad total de los equipos
PET	:	Polietileno Tereftalato
PLC	:	Control lógico controlable
ppm	:	Partes por millón
PPR	:	Polipropileno Random
PRI	:	Periodo de Retorno de la Inversión
PVC	:	Policloruro de Vinilo
RUT	:	Rol Único Tributario
Seremi	:	Secretaría Regional Ministerial
SMED	:	Tiempo de cambio en menos de 20 minutos
Spa	:	Sociedad por acciones
TDS	:	Total de Sólidos Disueltos
Tag	:	Transpondedor
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
TPM	:	Mantenimiento productivo total
TPS	:	Sistema de producción de Toyota
UF	:	Unidad de Fomento
USD \$	:	Dólar Nórteamericano

USM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
Uv	:	Ultravioleta
VAN	:	Valor Actual Neto.

SÍMBOLOGÍAS

°C	:	Grados Celsius
<	:	Menor que
>	:	Mayor que
Ø	:	Diámetro
µm	:	Micrómetro
bar	:	Unidad de presión
cm	:	Centímetro
hr	:	Hora
kg/cm²:	:	Kilogramo por centímetro cuadrado
l	:	Litro
l/min	:	Litros por minuto
m	:	Metro
m²	:	Metro cuadrado
m³	:	Metro cúbico
min	:	Minuto
mm	:	Milímetro
m³/día	:	Metro cúbico por día
m³/hr	:	Metro cúbico por hora
pulg	:	Pulgada
s	:	Segundo

INTRODUCCIÓN

El agua, es un elemento fundamental para la vida terrestre, por ello su consumo diario es una de las necesidades básicas de todo ser viviente, la cual es provista a través de alimentos con alto contenido de esta, como frutas y vegetales, ingiriendo infusiones, jugos o directamente tomando agua en sus diversas presentaciones: potable, mineral, saborizada, purificada, etc.

Por su parte, el agua purificada tiene su origen en el agua potable y consiste en filtrar el agua común, para eliminar bacterias, químicos, minerales y en general cualquier contaminante que pueda traer el agua de la red sanitaria, logrando un producto de mejor sabor, olor y calidad.

Una publicación ¹ del diario La Tercera, indica que el interés de los chilenos por mantener una vida más saludable, ha llevado al aumento en el consumo de agua, duplicándose su ingesta entre los años 2008 - 2018 y con ello la variedad de productos que se encuentra en el mercado, encontrando en un almacén de barrio aguas minerales con o sin gas, energizantes, saborizadas y purificadas, por consiguiente, un aumento en la producción, marcas y empresas del rubro.

Este estudio busca realizar cambios en una planta purificadora de agua, para mejorar su producción, ya sea en términos económicos, calidad o ambiente laboral, para lo cual se utilizarán herramientas de Lean Manufacturing, específicamente la herramienta de mejora denominada Gemba Kaizen.

La implementación de Gemba Kaizen se realizará en la planta purificadora de Agua Consciente Chile, cuyas instalaciones se encuentran operativas desde el año 2019 en la comuna de Renca, ciudad de Santiago de Chile. Al ser una planta relativamente nueva, al igual que los equipos utilizados en el proceso de purificación, no cuenta con indicadores de gestión que permitan realizar una comparativa previa a la intervención, por lo tanto, además de conseguir mejoras a corto plazo, también se espera sentar las bases para que la empresa cree un registro de mantenciones y uso de materias primas, que permita promover la mejora continua en sus operaciones.

¹ ¿Chilenos quieren "verse y sentirse bien"? <https://www.latercera.com/la-tercera-pm/noticia/chilenos-quieren-verse-y-sentirse-bien-consumo-de-agua-embotellada-aumenta-111-en-ultima-decada-y-bebidas-gaseosas-caen/695556/>

OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Proponer mejoras en proceso productivo en planta purificadora de agua, utilizando metodología Gemba Kaizen para minimizar pérdidas y un aumento en la calidad del producto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Describir antecedentes generales y proceso productivo de la compañía, realizando levantamiento de información de equipos y definiendo bases teóricas para la aplicación de Gemba Kaizen en la empresa.
- ✓ Realizar inspección de procesos, definiendo equipos de trabajo para la identificación de anomalías que puedan ser estudiadas y corregidas a corto plazo.
- ✓ Implementar mediadas asociadas al análisis realizado, siguiendo planificación propuesta para la consecución de mejoras en el proceso de purificar agua.
- ✓ Realizar propuesta de inversión utilizando indicadores que proporcionen una viabilidad económica para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentarán todos los antecedentes de la empresa, en la cual se implementarán los cambios, así como la metodología y la herramienta de mejora a utilizar, indicando los objetivos de esta y los resultados esperados con su ejecución.

1.1. AGUA CONSCIENTE CHILE

Agua Consciente Chile, es una es una planta purificadora de agua que inicia sus operaciones en noviembre del año 2019, luego de la extensión de giro de Megacontrol Ltda.

Megacontrol Ltda. fue fundada el año 2014 y hasta el año 2019 enfocaba sus recursos en proyectos eléctricos, domóticos y obras civiles de manera exclusiva para la cadena de Hoteles Panamericana, presentes en Arica, Antofagasta, Quintero, Viña del Mar, Santiago y Ancud, sin embargo el año 2019 decide ampliar su giro y es así como se da origen a Agua Consciente Chile, nombre de fantasía otorgado a su planta purificadora de agua y al producto resultante.

Dicho lo anterior, es necesario establecer que el presente trabajo, se centra totalmente en las operaciones de la planta purificadora de agua.



Fuente: <https://www.aguaconscientechile.cl>

Figura 1-1. Logo de Agua Consciente Chile

- Razón social: Megacontrol Electricidad y Construcción Limitada
- Nombre de fantasía: Agua Consciente Chile.
- Giro: Electricidad, Construcción y Tratamiento de aguas
- Rut: 76.383.119 -1
- Resolución sanitaria: 1913458165 – 2019 (ver Anexo A)
- Dirección: Carrascal 6254 845, Quinta Normal, Región Metropolitana

1.1.2 Visión, Misión y Valores

Antes de la realización de este estudio, la empresa no contaba con estas declaraciones, por lo cual se han desarrollado con recomendaciones y posterior aprobación de la administración.

1.1.1.1. Visión

Ser reconocidos como proveedores de agua purificada de calidad mantenida en el tiempo, agradable al paladar y excelencia en su elaboración.

1.1.1.2. Misión

Somos una empresa de servicios dedicada a producir y distribuir agua purificada de calidad certificada, basada en la creencia de que el Agua es el Alma del planeta. Agregamos a nuestro proceso vibraciones, palabras de buenas intenciones para obtener como resultado un agua que vaya más allá de las expectativas de nuestros clientes, que nos destaque por la preocupación, servicio entregado y que los ayude a mantener un consumo de agua saludable y con absoluta confianza.

1.1.1.3. Valores

Embellecer y mejorar nuestro entorno y ser aporte para la comunidad donde estamos insertos.

Cuidado de las personas y medioambiente preocupándonos de nuestros residuos y asegurándonos del reciclaje de plásticos

Consideramos que todos tenemos algo valioso que ofrecer y siendo un grupo muy diverso de trabajadores, nos esforzamos por mantener la unidad y horizontalidad alejada de la rigidez y burocracia, preocupados de valorar y enaltecer a las personas.

1.1.3 Producto y servicio

El producto resultante de su proceso productivo, es agua de alta pureza, envasada en bidones de 20 litros, los cuales son distribuidos principalmente en domicilios particulares, realizando despachos de lunes a sábado sin costo adicional a la compra del bidón o recarga de este.

Además, cuenta con dispensadores de agua en distintos formatos: Bomba Usb, dispensador de sobremesa básico, dispensadores eléctricos de sobremesa y pedestal con sistema de enfriamiento de ventilador o compresor.



Fuente: fotografía personal de bidones con agua.

Figura 1-4. Bidones de agua 20 litros



Fuente: www.importadoradali.cl

Figura 1-5 Dispensadores de agua

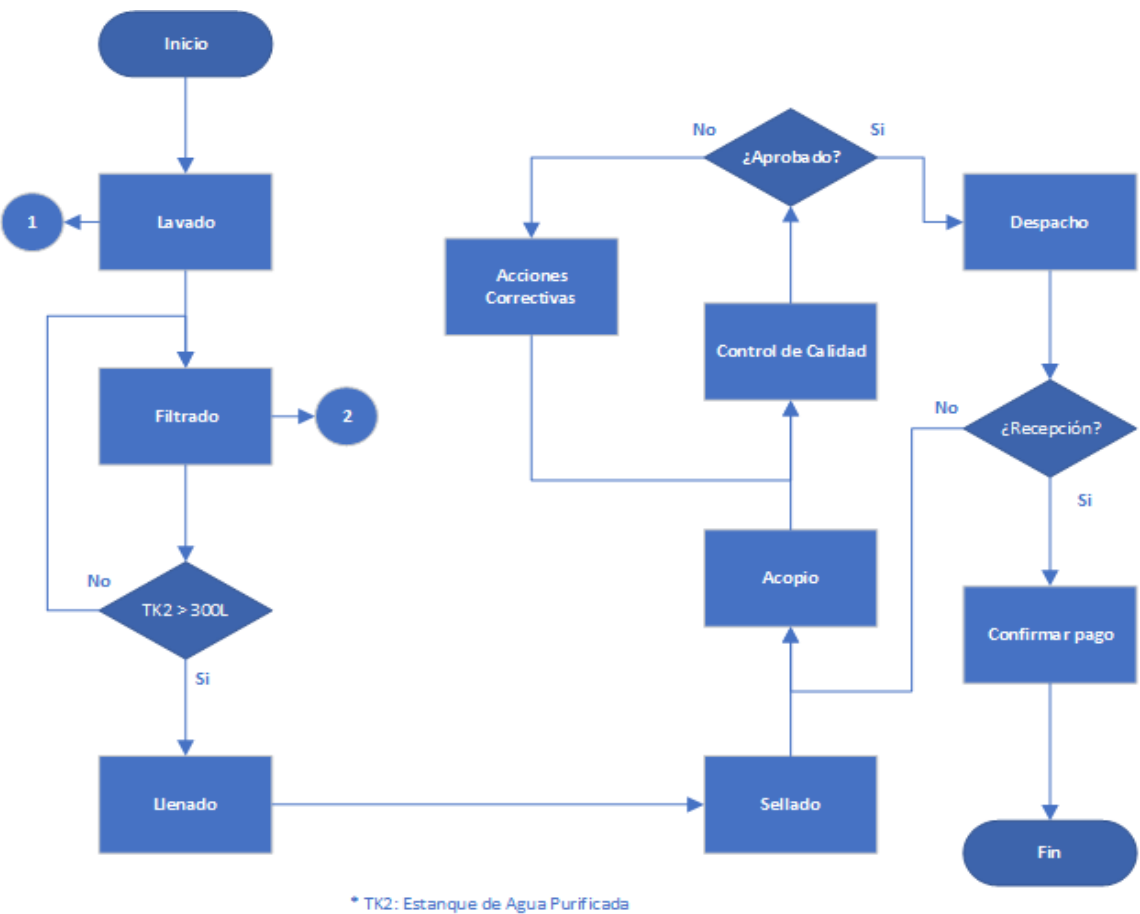
1.1.4 Normas asociadas

Como toda empresa dedicada a la producción de un bien de consumo humano, además de contar con la resolución sanitaria, está sujeta al cumplimiento de normas que aseguren que el producto es apto para el consumo, estas normas corresponden:

- Norma Chilena NCh 409/1
- Decreto Sanitario DTO. N° 977/96

1.1.5 Proceso productivo

A continuación, se describe el proceso a través de tres diagramas de flujo, el primero corresponde al proceso productivo completo y los dos siguientes hacen referencia a subprocesos claves durante la producción.



Fuente: elaborado con datos de la empresa.

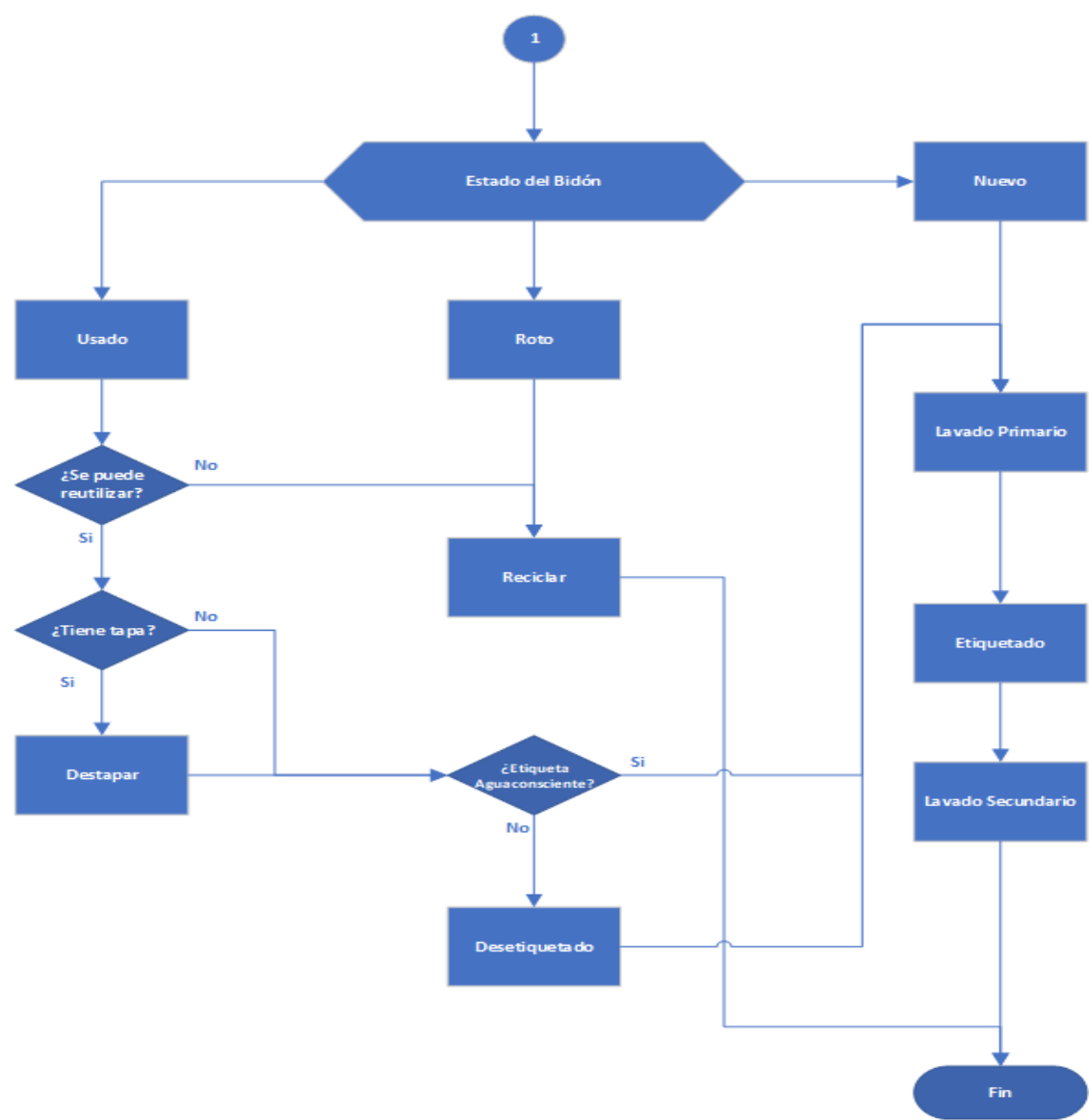
Figura 1-6. Diagrama de flujo del proceso productivo

La Figura 1-6, representa el proceso productivo completo, comenzando por el lavado de bidones y finalizado con la venta del producto. En el diagrama se puede apreciar la existencia de un control de calidad, el que consiste en verificar el estado del bidón una vez sellado, inspección que tiene como objeto, verificar que visualmente el bidón esté en óptimas condiciones, que cuente con etiquetado y sin pérdidas de agua, ya sea desde la tapa o alguna grieta no detectada con anterioridad. También es preciso mencionar que, el proceso de venta de agua se realiza en dos modalidades: por pedido agendado y venta por altoparlante.

Los pedidos agendados corresponden a despachos realizados a clientes que hayan solicitado compra de agua vía WhatsApp, Instagram o llamado telefónico y cuenta con un plazo de entrega de 24 horas, siendo un promedio del 63 % de ventas, por consiguiente el 37 % restante, corresponde a ventas por altoparlante realizadas en villas, poblaciones y condominios, lo que resulta en una venta instantánea.

1.1.5.1. Lavado

La siguiente figura representa el proceso de lavado de bidones, subproceso inicial dentro de la planta purificadora.

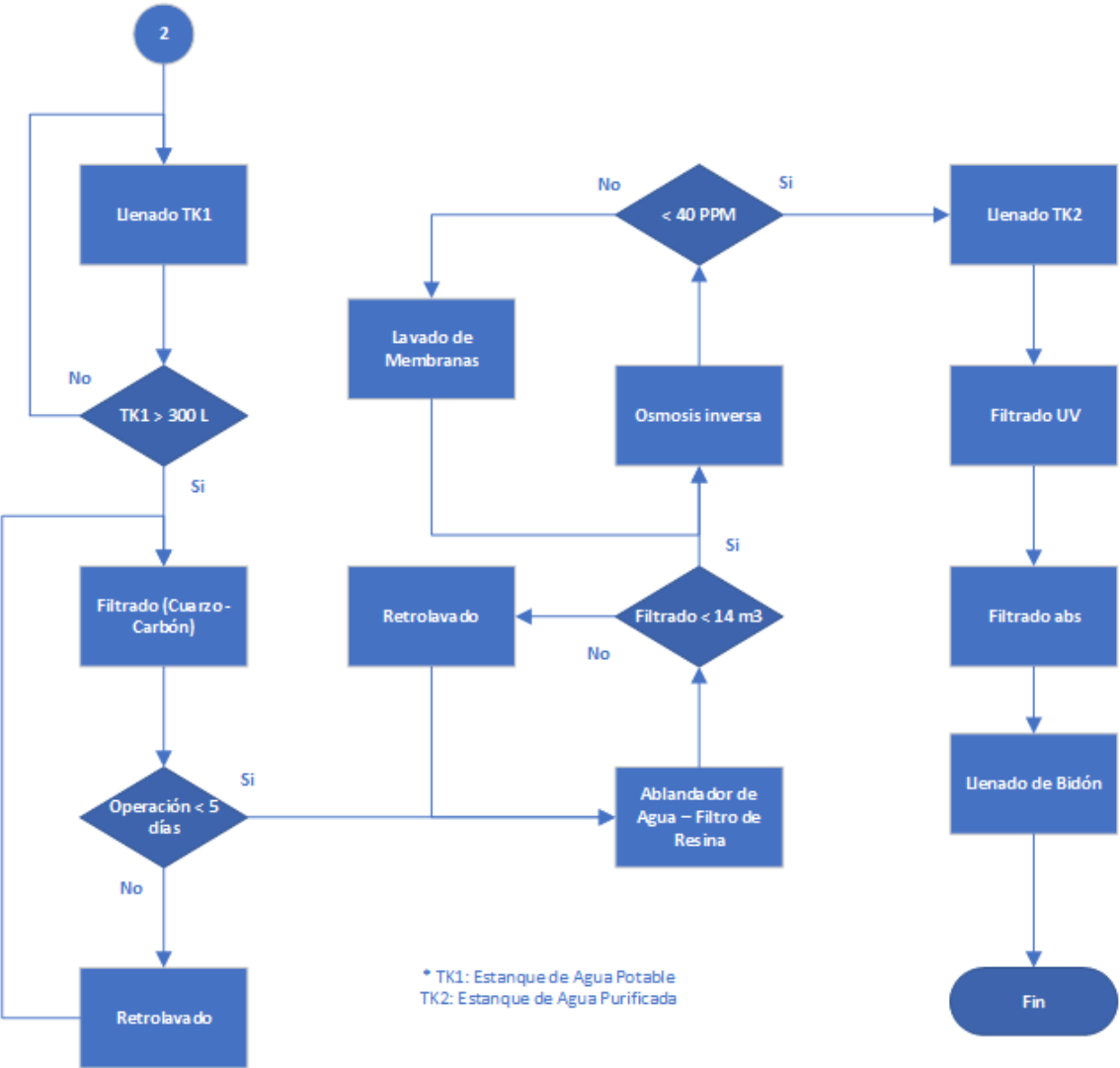


Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Figura 1-7. Diagrama de flujo de lavado

1.1.5.2. Filtrado

La siguiente figura, representa el proceso de filtrado de agua potable, pasando por distintos filtros hasta obtener agua purificada almacenada en un estanque para su posterior envasado.



Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Figura 1-8. Diagrama de flujo de filtrado

En la Figura 1-8, se aprecian distintas condiciones durante el proceso, que surgen principalmente para mantener niveles de agua adecuados para el funcionamiento de equipos, como también para el retrolavado de filtros, acción que consiste en la limpieza del material filtrante (Cuarzo, Carbón, Resina, etc.).

Las condiciones mencionadas anteriormente son las siguientes:

- $TK1 > 300$ L, asegura un nivel mínimo de agua potable para realizar el filtrado.
- Operación < 5 días, filtro de Cuarzo y Carbón se realiza retrolavado posterior a los 5 días de funcionamiento consecutivo.
- Filtrado < 14 m³, en filtro de resina, el retrolavado se programa una vez filtrados 14 m³ de agua.
- < 40 Ppm, se ha considerado que las membranas de osmosis se lavarán cuando el agua filtrada a través de estas, supere las 40 ppm.

Para poder llevar a cabo la purificación de agua, considerando las condiciones descritas, la planta funciona mediante un control automático, verificando niveles en estanques, poniendo en marcha o deteniendo bombas según se requiera, sin embargo la limpieza de membranas y de filtros de cuarzo y carbón no forman parte del control por PLC, puesto que los cabezales de estos filtros son analógicos y la medición de TDS se realiza de manera manual, es por eso que la tarea de detener el funcionamiento de bombas y realizar mantenciones queda a cargo del personal.

1.1.6 Equipos e indumentaria

La purificación de agua se realiza a través de una red compuesta principalmente de filtros, en el cual se impulsa el flujo mediante bombas centrífugas por el circuito, hasta el envasado. A continuación, se presentan los equipos principales e instrumentos de medición utilizados en el proceso.

1.1.6.1. Filtros de lecho profundo

Los filtros de lecho profundo son equipos utilizados para la eliminación de materia suspendida, partículas flotantes y hundibles que lleve el flujo de agua. El líquido fluye verticalmente a través de material filtrante, el cual elimina las partículas mediante absorción o encapsulación física.

Sus principales componentes son: válvula cabezal, tanque de presión, tubo central y el material filtrante.



Fuente: www.aquatroltech.com

Figura 1-9. Filtro de lecho profundo

Especificaciones:

Tanque de presión

- Modelo: AT-0844BL-25T
- Conexión: 2,5” – Roscada
- Color: Azul
- Dimensiones: 8” x 44”
- Capacidad: 32,9 (l)
- Presión máx.: 10,5 (bar)
- Temperatura máx.: 40 (°C)
- Temperatura mín: 1 (°C)



Fuente: www.texpro.cl

Figura 1-10. Tanque de presión

Válvulas

- Modelo: AQT-56T
- Tipo: Análogo
- Presión: 3,5 (bar)
- Flujo Continuo : 76 (l/min)
- Ciclos: 5
- Línea Salmuera: No
- Medidor: No



Fuente: www.aquatroltech.com

Figura 1-11 Válvula análoga

- Modelo: AQT-56SE-ST
- Tipo: Digital
- Presión: 3,5 (bar)
- Flujo Continuo : 76 (l/min)
- Ciclos: 5
- Línea Salmuera: Si
- Medidor: Si, Turbina



Fuente: www.aquatroltech.com

Figura 1-12. Válvula digital

1.1.6.2. Material filtrante

El material filtrante es el encargado de retener las partículas contaminantes en el agua, éste se encuentra dentro del estanque de presión del lecho profundo (ver Figura 1-9) y se cuenta con tres tipos: carbón activado, arena de cuarzo y resina catiónica.

El carbón activado es muy poroso y cuenta con cavidades nanométricas, creando cámaras que absorben la materia orgánica, que es la responsable del olor, color o sabor del agua, incluido los asociados a la utilización de cloro durante la potabilización.

Por otra parte la arena de cuarzo, es utilizada para remover contaminantes orgánicos e inorgánicos, capturando partículas de hierro, manganeso o ácido sulfhídrico que pueda contener el agua.

Finalmente la resina catiónica es la responsable de disminuir la dureza del agua, mediante intercambio iónico, capturando calcio y magnesio del flujo, principales causantes de las incrustaciones, este material debe ser regenerado mediante una solución de salmuera dado que, el intercambio se produce al cambiar los elementos mencionados por partículas de sodio.



Fuente: www.texpro.cl

Figura 1-13. Material filtrante

1.1.6.3. Filtros de partículas

Es un filtro de fibra polipropileno que retiene el sedimento que contenga el agua, se encuentra en diferentes micraje y su eficiencia a la hora de reducir los contaminantes, permite su uso en nivel doméstico e industrial. Dentro de esta categorización también está el denominado filtro absoluto, que es el encargado de filtrar cualquier sedimento del agua antes de ser envasada y que no haya sido capturado anteriormente con una dimensión superior a 0,2 (µm).



Fuente: www.texpro.cl

Figura 1-14. Filtro de partículas

Filtro de partículas

- Material: Polipropileno
- Dimensiones: 10” x 4”
- Filtrado: 20 - 10 (µm).
- Rango de temperatura: 4 -50 (°C)
- Flujo de servicio: hasta 80 (l/min)

Filtro Absoluto

- Material: Polipropileno
- Dimensiones: 10” x 2.5”
- Filtrado: 0,2 (µm).
- Temperatura máx.: 80 (°C)
- Flujo de servicio: hasta 80 (l/min)

1.1.6.4. Filtro Uv

Este filtro consta de una lámpara de luz ultravioleta, el cual esteriliza el agua eliminando agentes patógenos. Su mayor efectividad se encuentra cuando el agua ha sido tratada anteriormente, eliminando turbiedad, eliminando hasta un 99,9 % de virus y bacterias.



Fuente: www.aguaplast.cl

Figura 1-15. Filtro Uv

Filtro Uv

- Dimensiones: $22 \times 104 \times 42$ (cm)
- Flujo de servicio: 90 (l/min)

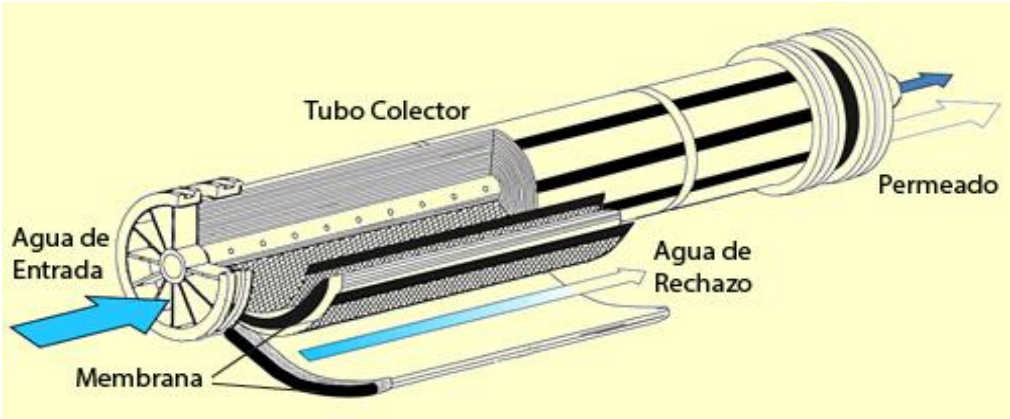
1.1.6.5. Membranas de osmosis

La osmosis inversa es un método de filtrado que utiliza una membrana semipermeable y microporosa para separar las partículas sólidas, materia orgánica y bacterias del agua, es altamente utilizada por su gran efectividad de filtrado. Al pasar el flujo de agua tangencialmente por las membranas, se genera el filtrado donde una parte del agua pasa hasta el colector de permeado y el restante, concentrada en sales, es rechazada.



Fuente: fotografía personal a membranas de osmosis inversa

Figura 1-16. Vista exterior de membranas de osmosis



Fuente: www.tratamientoyfiltrosdeagua.com

Figura 1-17. Membrana de osmosis

Especificaciones:

- Dimensiones: 40” x 4”
- Presión máx.: 20, 7 (bar)
- Membranas: Hydron HLE 4040
- Flujo permeado: 9,8 (m³/día)
- Max flujo entrada: 3,6 (m³/hr)
- Temperatura: 45 (°C)
- Retención de sales: 98 %

1.1.6.6. Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición son equipos utilizados para obtener la medida de alguna magnitud, para el caso particular de la planta purificadora, se cuenta con dos de tipo electrónico: Medidor de TDS y Medidor de Ph. Además de un kit de medición de dureza total.

En el caso del kit de medición de dureza, realiza un examen químico del agua para obtener la dureza total de esta y es una medida cuantitativa de iones de sales presentes en el líquido, principalmente de calcio y magnesio.



Fuente: www.texpro.cl

Figura 1-18. Instrumentos de medición.

1.2. LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo con gran enfoque en las personas que busca una optimización o mayor eficiencia en la producción reduciendo todo tipo de desperdicios, siendo éstos, acciones que no agreguen valor al producto y han sido clasificados en 7 tipos: Sobreproducción, Tiempo de espera, Transporte, Exceso de Procesado, Inventario, Movimiento de Inventario y Defectos.

Como se ha mencionado, Lean no es tan solo una herramienta de gestión, sino un conjunto de éstas que tiene como objetivo crear una cultura dentro de la organización, que va en la búsqueda constante de mejoras, formando trabajadores con liderazgo y equipos multidisciplinarios, brindando a clientes un producto de calidad a un bajo costo, producto del esfuerzo conjunto de conseguir mejoras durante el proceso, eliminando todo desperdicio o Muda.

1.2.1 Historia

Esta filosofía nace en Japón con el nombre de Toyota Production System (TPS), puesto que fue en esa compañía donde se comienza a gestar, resultado de una búsqueda constante de obtener una producción eficiente en tiempos de crisis o escasos de recursos.

Cabe mencionar, que TPS tiene sus inicios antes que Toyota Company sea la gran fabricante de automóviles que es hoy y se puede decir que el hito de este método es cuando Kiichiro Toyoda logra diseñar un dispositivo que detiene la máquina al momento de romperse un hilo (Jikoda²), mostrando una señal visual al operador que indicaba que el equipo requería una mantención, permitiendo que solo un operador supervisara varias máquinas y logrando una mejora en la productividad, lo que da paso a una preocupación constante por buscar mejoras en el entorno del trabajo.

En un escenario de post-guerra, con una escasez de materias primas y desventajas competitivas con empresas europeas y estadounidenses, fue cuando se intensificó la búsqueda de métodos para mejorar la productividad sin recurrir a economías de escalas, para lo cual Eiji Toyoda y Taiicho Ohno, ambos ingenieros de Toyota Motor Company, viajan a EEUU para visitar empresas automovilísticas, donde prevalecía la fabricación en masa y limitando el número de modelos para la reducción de costos.

² Proporciona a las máquinas la capacidad de parar al presentarse una anomalía

Posterior análisis los ingenieros determinaron que el método americano no era aplicable al modelo japonés y esto solo sería posible suprimiendo los inventarios, desperdicios y aprovechando las capacidades humanas, por lo cual se establecieron las bases de un nuevo sistema de gestión JIT (Just in Time), que se basa en producir solo lo que se necesita y cuando se necesita, lo que llega a complementar el JWO³ (Sistema de Organización Japonés) y el Jikoda, que terminan por sentar las bases de lo que a escala global hoy se conoce como Lean Manufacturing.

1.2.2 Principios

Lean es un sistema con muchas dimensiones, que supone un cambio cultural en la empresa, para lo cual se utilizan variadas técnicas y una forma tradicional de presentar sus principios es la Casa Toyota, representación gráfica de esta filosofía, que hace referencia a un sistema estructural que es fuerte, siempre y cuando sus pilares y cimientos también lo sean.



Fuente: Las claves del éxito de Toyota, 2006 (3a ed.).

Figura 1-19. Casa Toyota

³ Maximizar habilidades de los trabajadores y el rol que estos cumplen en sus puestos de trabajo

El techo de la casa representa las metas perseguidas, definidas como mayor calidad, bajo costo, menor tiempo de entrega (Lead Time) y mayor seguridad, lo que conduce a una excelencia operativa. Los pilares son representados por JIT y Jikoda y por último, pero no menos importante, se encuentra los cimientos para sostener el sistema, Heijunka (nivelación de la producción), trabajo estandarizado y Kaizen (mejora continua).

Otra forma de entender estos principios, es la propuesta por Jeffrey K. Liker en su libro Las claves del éxito de Toyota, en el cual lista 14 principios fundamentales tras el Toyota Production System.

1. Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo.
2. Cree procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie.
3. Utilice sistemas Pull para evitar producir en exceso.
4. Nivele la carga de trabajo (Heijunka).
5. Cree una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera.(Jikoda)
6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado
7. Use el control visual de modo que no se oculten los problemas
8. Use solo tecnología fiable y absolutamente probada que dé servicio a su gente y a sus procesos
9. Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y le enseñen a otros.
10. Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.
11. Respete su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.
12. Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación
13. Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; impleméntelas rápidamente.
14. Conviértase en una organización que aprende mediante reflexión constante y la mejora continua (Kaizen).

1.2.3 Herramientas Lean

Como se ha mencionado anteriormente, Lean Manufacturing utiliza un conjunto de técnicas y herramientas que ayudan a la consecución de sus objetivos, si bien existe una gran variedad de técnicas lean, también existen otras que no son específicas de la filosofía o han sido creadas con anterioridad y también han demostrado tener excelentes resultados.

- Cálculo de OEE (Eficiencia global de los equipos)
- SMED (Tiempo cambio de herramientas)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Diagrama Causa y Efecto (Ishikawa)
- Mapa de cadena de valor (VSM)
- 5s (Orden y Limpieza)
- Diagrama de Control
- Diagrama de Pareto
- Lluvia de Ideas
- Gestión Visual
- 5 Por qué
- Kanban
- KPI's
- 5M

Las herramientas anteriormente mencionadas, también pueden ser clasificadas en tres tipos dependiendo el objetivo de estas, las cuales pueden ser: herramientas de diagnósticos, herramientas operativas, herramientas de seguimiento.

1.3. **GEMBA KAIZEN**

Como se logra apreciar en la Figura 1-19, en los cimientos de La Casa Toyota, se encuentra el término Kaizen que hace referencia a la mejora continua y el trabajo persistente en deshacerse de las mudas y la clave de ello se encuentra en el trabajo en equipo, pero más allá de búsqueda de una mejora, se busca una actitud Kaizen o espíritu Kaizen, que implica una cultura de cambio para lograr mejores prácticas.

El espíritu Kaizen se basa en la afirmación “Siempre se puede hacer mejor”, que consiste en un proceso paso a paso y con pequeñas mejoras implementadas por directivos y operarios, las cuales se acumulan en el tiempo para obtener una mejora en la eficiencia de la producción. También promueve la detención de la producción al detectarse una anomalía, para analizar las causas y tomar acciones correctivas.

Otra de los aspectos a considerar dentro de la mejora continua, es el hecho que cuando se han realizado mejoras constantes y llega un punto en que los cambios son poco significativos, es momento de realizar cambios bruscos e invertir en nueva tecnología, cambios de reingeniería o mejora de diseño de producto.

Dicho lo anterior, se logra comprender la importancia de la búsqueda constante de mejoras, es por ello que, con este trabajo se pretende inducir a la empresa al Lean Manufacturing, para lo cual se utilizará la herramienta de mejora Gemba Kaizen que enfoca sus esfuerzos en ser una aplicación rápida del sistema de producción de Toyota, en un plazo de una semana, con resultados superiores a un 15 % y que sean mantenidos en el tiempo.

Gemba, es el lugar de trabajo y Kaizen es mejorar, por lo tanto hace referencia eliminar mudas o desperdicios del lugar de trabajo, gracias a la intervención de un equipo de trabajo donde al menos uno o dos de sus integrantes conoce profundamente el proceso y los equipos utilizados.

Si bien, la aplicación de este evento se realiza en una zona determinada y no a gran escala dentro de la compañía, los objetivos de éste son ambiciosos y rápidos de obtener.

Para la implementación de Gemba Kaizen se requiere definir una zona de producción concreta y acotada, con un objetivo de mejora, que será prioridad durante una semana de trabajo, esto implica una dedicación absoluta por parte de los integrantes de la empresa y una disposición al cambio, a sabiendas que será una semana de probar soluciones, trabajando en el sitio, sin mucha planificación o ideas prediseñadas, pero si se requiere del análisis y colaboración del equipo para llevar las ideas a la acción.

Si bien, se puede inferir que son cambios desorganizados, esto se debe al dinamismo existente y al “hacer rápido”, sin embargo hay una preparación previa, recopilación de datos, utilización de herramientas Lean y un análisis posterior a la semana Gemba Kaizen.

1.4. PROBLEMÁTICA

La planta purificadora de agua presenta anomalías en su proceso productivo, que han sido analizadas e identificadas a largo de estos meses durante la jornada laboral, lo anterior con el objeto de disminuir pérdidas y realización de este trabajo.

Para ello se han considerado distintos aspectos los cuales se presentarán de la siguiente manera: higiene y seguridad, piping, mediciones y reclamos de clientes.

1.4.1 Higiene y seguridad

Si bien es cierto, la empresa cumple con los requerimientos solicitados por la Seremi de Salud con respecto a la higiene, estructura, señalética e indumentaria (Dto. Sanitario 977/96), hay aspectos a mejorar en esta materia, más aun considerando la seguridad de los trabajadores.

El proceso productivo es principalmente manual es por ello que, durante el traslado de bidones llenos al sector de sellado, sumado a filtraciones en filtros y cañerías, caen gotas de agua constantemente, por consecuencia, el piso al ser cerámico se pone resbaladizo produciendo una condición de trabajo subestándar y para prevenir accidentes se detiene el llenado y se realizan labores de limpieza e higienización, esto ocurre al menos dos veces al día.

1.4.2 Piping

Anteriormente se ha mencionado que existen filtraciones en conexiones de tuberías, sin embargo, existe otra condición que debe ser atendida, específicamente el material de la red hidráulica y el diseño de esta, dado que ha sido realizado con PVC de ½ (pulg) y pegado con adhesivo Vinilit, lo que no ha permitido elevar la presión de trabajo a la entrada de las membranas de osmosis inversa y durante el diseño no fueron consideradas las conexiones para su lavado. Debido a esto, no se ha conseguido un buen rendimiento en la osmosis y el tiempo requerido para ejecutar las tareas de mantenimiento aumenta considerablemente.

1.4.3 Mediciones

Cabe mencionar que la planta purificadora lleva poco más de un año de funcionamiento, por lo cual todo su equipamiento se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento, sin embargo, los filtros deben ser limpiados cada cierto tiempo o volumen de agua filtrada y en este aspecto se dificulta la tarea al no contar con indicadores que permitan llevar a cabo esta labor, de una manera más eficiente, pues solo se cuenta con manómetros e instrumentos para medir la calidad el agua, pero no se ha considerado el flujo total de agua a purificar, el porcentaje de pérdida, ni se han establecido parámetros que indiquen en qué momento realizar el mantenimiento de cierto equipo.

1.4.4 Reclamos de clientes

Al consultar con gerencia, indican que los reclamos recibidos por parte de clientes son muy pocos (porcentaje de devolución del producto $< 1\%$) y la mayoría de ellos tiene relación con tiempos de entrega, bidón en mal estado y bidón mal lavado o enjuagado, siendo estos últimos los que más preocupan a la empresa y clientes.

CAPÍTULO 2: INSPECCIÓN DE PROCESOS

2. INSPECCIÓN DE PROCESOS

En este capítulo se presenta la inspección realizada a los procesos y equipos de la planta purificadora, que conlleva una planificación previa y el compromiso de todos los integrantes de la empresa. Finalmente se exponen las irregularidades encontradas y se idean posibles soluciones.

2.1. PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Para llevar a cabo Gemba Kaizen en la empresa, es necesaria la participación de todos los integrantes de la compañía dependiendo de sus responsabilidades, así como también, seguir una planificación de actividades acorde a la jornada laboral y especial consideración a que los encargados del mantenimiento requerirán ayuda de distintos departamentos para llevar a cabo los cambios necesarios. Para ello se requerirá una sala de reuniones dotada de mesa, sillas, pizarra y materiales de oficina para anotar las ideas que surjan durante la búsqueda de ideas para mejorar los procesos. También se considera una dedicación exclusiva de 24 horas y si bien la jornada laboral corresponde a 9 horas diarias, es para hacer hincapié que las personas involucradas en Gemba Kaizen, durante una semana están dedicadas exclusivamente en esta tarea.

Como se ha expuesto anteriormente, la aplicación de Gemba Kaizen requiere dedicación exclusiva por parte de los trabajadores involucrados durante una semana, sin embargo, esto debe ser adecuado al contexto y realidad de cada compañía. Para el caso particular de Agua Consciente Chile, se ha realizado la siguiente agenda semanal a contar del día lunes 28 de junio, hasta el viernes 02 de julio del año 2021.

HORARIO (hr)	LUNES 28-06	MARTES 29-06	MIÉRCOLES 30-06	JUEVES 01-07	VIERNES 02-07
10:00-12:00	Actividades normales	Actividades normales	Actividades normales	Actividades normales	Actividades normales
12:30-19:00	Reunión Inicial	Inspección e identificación de anomalías	Inspección e identificación de anomalías	Implementación de mejoras	Comprobar resultados
	Formación de equipos	Idear y probar soluciones	Idear y probar soluciones	Comprobar Resultados	Presentación final
	Visita al Gemba		Implementación de mejoras		
	Recopilación de datos				

Fuente: elaboración propia basado en programa Gemba Kaizen

Tabla 2-1. Calendario de actividades.

En la Tabla 2-1, se puede apreciar que el periodo comprendido de 10:00 a 12:00 horas, se realiza actividades normales, esto se debe a que la dotación de personal se ha visto disminuida por la pandemia del Covid-19, por lo cual se está trabajando con turnos rotativos y un personal reducido, por ende, se dificulta la tarea de solicitar ayuda de operarios para apoyar al personal de mantención, es por ello que durante esas primeras horas son dedicadas a la producción habitual para posteriormente concentrar el personal en la implementación de Gemba Kaizen.

2.1.1 Descripción de actividades

Reunión inicial: es el primer encuentro con Gemba Kaizen, en el cual se describen las herramientas y los objetivos de esta y deben estar presente todo el personal, incluyendo a aquellos que no tendrán un rol activo en la semana.

Formación de equipos: se crearán dos equipos multidisciplinarios de trabajo, al mando de algún encargado de mantención.

Visita al Gemba: corresponde a la visita del lugar en el cual se realizará la inspección y posterior mejora en caso de determinarse que así sea, cada equipo estará a cargo de un sitio, correspondiente a: Proceso de Filtrado y Proceso de Lavado.

Recopilación de datos: junto con la visita al Gemba, se deben los integrantes del equipo de trabajo deben conocer cada función que cumplen los equipos y subprocesos asociados al lugar, obteniendo datos de mediciones si es necesario, identificando los indicadores o kpi a trabajar y toda información que pueda resultar útil para la búsqueda de mejoras.

Inspección e identificación de anomalías: consiste en inspeccionar los equipos y procesos en búsqueda de anomalías y oportunidades de mejora, no se debe centrar solo en un problema específico, más bien, es analizar en detalle cada función de los equipos y la tareas que se realizan en el lugar de trabajo a inspeccionar, inclusive aquellas tareas realizadas por el personal.

Idear y probar soluciones: se deben idear soluciones rápidas a los problemas identificados durante la inspección, probando soluciones en línea, si alguna solución no da el resultado esperado, se debe intentar con otra, hasta lograr obtener el mejor resultado posible o bien planificando una solución que pueda ser implementada a mediano plazo.

Implementación de mejoras: es la implementación de soluciones definitivas, que dan solución a un problema específico, ya sea el cambio de un equipo, cambio en la manera de hacer las cosas, rediseño, compra de indumentaria o cualquier estrategia que cumpla con la objetivo del Gemba Kaizen.

Comprobar resultados: las medidas tomadas para la implementación de mejoras, deben ser corroboradas basadas en algún indicador o kpi.

Presentación final: corresponde a la finalización de la semana de mejoras, en la cual se presentan las acciones realizadas a la administración, indicando los cambios realizados, resultados obtenidos o proyectados y las tareas pendientes en caso de existir.

2.2. **DESCRIPCIÓN DEL GEMBA**

La planta purificadora cuenta con dos procesos esenciales: Lavado y Filtrado, es por ello que cada equipo se encargará de uno de ellos.

Por una parte el lavado de bidones se realiza de forma manual por su exterior y con un chorro a alta presión por su interior, utilizando detergentes y desinfectantes, es una tarea rigurosa pero a la vez muy sencilla, es por ello que ha designado un equipo de 3 integrantes para la inspección y análisis de este.



Fuente: fotografía personal de lavado exterior.

Figura 2-1. Lavado de bidones

El filtrado, es un proceso en el cual hay más equipos involucrados, es por ello que el equipo que ha sido designado cuenta con 5 integrantes y con mayor expertiz que el equipo designado al lavado. Aquí actúan bombas y filtros por una red de tuberías, hasta que el agua es envasada para su posterior venta.



Fuente: fotografía personal del sector de filtrado.

Figura 2-2. Sector de filtrado

Para mayor comprensión de los procesos asociados véanse las Figuras: 1-7 y 1-8, en el primer Capítulo de este trabajo.

2.3. **RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN**

Durante los primeros tres días de la semana, se realizaron tareas de inspección en los procesos de la planta purificadora, cada grupo contó con un líder perteneciente al equipo de mantención de la empresa, además de personal de producción y despacho. De las inspecciones realizadas se logran desprender una serie de anomalías que afectan a la producción y calidad de esta, que para un mejor entendimiento y orden se presentarán de

2.3.1 **Higiene y seguridad**

Si bien es cierto, la empresa cumple con los requerimientos solicitados por la Seremi de Salud con respecto a la higiene: estructura, señalética e indumentaria, hay aspectos a mejorar en esta materia, más aun, considerando la seguridad de los trabajadores.

El proceso productivo es principalmente manual es por ello que, durante el traslado de bidones llenos al sector de sellado, sumado a filtraciones en válvulas y cañerías, caen gotas de agua constantemente, por consecuencia, el piso al ser cerámico se pone

resbaladizo produciendo una condición de trabajo subestándar, considerando que éstas son situaciones de riesgos no controlados y para prevenir accidentes se detiene el llenado y se realizan labores de limpieza, esto ocurre al menos dos veces al día.



Fuente: fotografía personal de filtraciones.

Figura 2-3. Filtraciones



Fuente: fotografía personal al piso en sector de llenado.

Figura 2-4. Condiciones del piso durante el llenado

Como se puede apreciar en las Figuras 2-3 y 2-4, las condiciones de trabajo dentro de la planta purificadora no son adecuadas, por una parte el constante goteo constante

ocasiona verdaderos charcos en el lugar y con el traslado constante del personal la suciedad es esparcida en el sector de filtrado incumpliendo la norma sanitaria.

A continuación, se presenta una tabla con los datos recabados durante las inspecciones realizadas y que tienen relación a la higiene y seguridad, los cuales serán considerados para la toma de decisiones en días posteriores.

TIEMPO DE DETENCIÓN (min)	DETENCIONES POR DÍA	PRESENCIA DE BARRO	ACCIDENTES REPORTADOS
15	2	Si	1

Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Tabla 2-2. Tabla resumen inspección de higiene y seguridad.

2.3.2 Piping

Anteriormente se ha mencionado que existen filtraciones en conexiones de tuberías, sin embargo, hay otra condición que debe ser atendida; el material de las tuberías y el diseño de este, dado que ha sido realizado con PVC de ½ (pulg) y pegado con adhesivo Vinilit, lo que no ha permitido elevar la presión de trabajo a la entrada de las membranas de osmosis inversa y durante el diseño no fueron consideradas las conexiones para su lavado. Debido a esto, no se ha conseguido un buen rendimiento en la osmosis y aumentar el tiempo requerido para ejecutar las tareas de mantenimiento.



Fuente: fotografía personal de lavado de membranas.

Figura 2-5. Lavado de membranas

Cada vez que se realiza el mantenimiento de membranas, al no considerarse esta acción al momento de diseñar la red, se debe realizar la adaptación que muestra la Figura 2-5, donde también se puede apreciar que el material utilizado es PVC, lo que dificulta la posibilidad de aumentar la presión de trabajo para obtener un mejor rendimiento en la osmosis inversa.

La próxima tabla, contiene mediciones realizadas a las membranas de osmosis trabajando en paralelo, en la cual se logra apreciar la gran cantidad de agua que está siendo rechazada.

CANTIDAD DE MEMBRANAS	PRESIÓN DE TRABAJO (bar)	CAUDAL ÚTIL (l/min)	CAUDAL DE RECHAZO (l/min)
2	4	2,84	19,17

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 2-3. Tabla resumen inspección de piping.

2.3.3 Mediciones

Cabe mencionar que la planta purificadora lleva poco más de un año de funcionamiento, por lo cual todo su equipamiento se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento, sin embargo, los filtros deben ser limpiados cada cierto tiempo o volumen de agua filtrada y en este aspecto se dificulta la tarea al no contar con indicadores que permitan llevar esta labor acabo de una manera más eficiente, pues solo se cuenta con manómetros e instrumentos para medir la calidad el agua, pero no se ha considerado el flujo total de agua a purificar, el porcentaje de pérdida, ni se han establecido parámetros que indiquen en qué momento realizar el mantenimiento de cierto equipo.



Fuente: fotografía personal de filtros y cabezales.

Figura 2-6. Filtros y estanques sin medidores

La Figura 2-6, es un conjunto de imágenes donde se puede apreciar la ausencia de caudalímetros o flujómetros que proporcionen una información con respecto al flujo de agua filtrado, medición esencial si se desea planificar un correcto mantenimiento a los filtros y conocer cuál es el porcentaje de agua purificada y desperdiciada en cada etapa del proceso y en el filtrado en general.

Cabe señalar que los instrumentos que se muestran en las fotografías corresponden a manómetros utilizados para regular la presión de trabajo de los filtros

2.3.4 Lavado

En este aspecto se han considerado dos ámbitos, por una parte se ha realizado el análisis del proceso de lavado y por otra, se han considerado los reclamos de clientes relacionados con el sabor del agua al estar contaminada por detergentes y/o desinfectantes.

Al consultar con gerencia, indican que los reclamos recibidos por parte de clientes son pocos alcanzando < 1 % de devolución de productos.

Sin embargo la cantidad de bidones en mal estado es alta, lo que aumenta el tiempo de lavado, inclusive hay ocasiones que la suciedad es tal, que con los métodos de lavado actual es imposible lograr una desinfección apropiada.



Fuente: fotografía personal de bidones de 20 litros.

Figura 2-7. Clasificación de bidones

La clasificación de bidones es parte del proceso de lavado, es donde se decide qué envase puede ser reutilizado y cuál debe reciclarse. En la Figura 2-7 el bidón de la izquierda presenta suciedad evidente en su exterior, que podría ser fácilmente removida en el lavado, sin embargo está contaminado en su interior y con presencia de hongos, el del extremo derecho tiene con golpes y grietas, en cambio, el bidón del centro tiene suciedad, sin embargo está en óptimas condiciones para ser reutilizado.

La siguiente tabla, recoge los datos obtenidos en el análisis del proceso de lavado, esta considera por separado aquellos bidones reciclados que están rotos de los que no presentan las condiciones para ser reutilizados, ya que, como se ha mencionado anteriormente, los métodos de lavado actual no logran una correcta higienización.

También se debe considerar que el tiempo de lavado registrado, considera el lavado exterior e interior en condiciones normales (sin exceso de suciedad) y no toma en cuenta el tiempo incurrido en destapado y des-etiquetado.

DEVOLUCIONES (%)	TIEMPO DE LAVADO (s)	TIEMPO DE ENJUAGUE (s)	BIDONES ROTOS	BIDONES EN MAL ESTADO
< 1	42,6	4	10	25

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 2-4. Tabla resumen inspección en lavado

2.4. IDEAR SOLUCIONES

Como ha quedado expuesto, las inspecciones se han realizado en dos lugares de trabajo distintos, sin embargo, han abarcado cuatro áreas de interés identificando problemáticas que requieren una pronta solución, para ello, ambos equipos idearán soluciones rápidas, que sean funcionales, priorizando la efectividad por sobre la estética. Para ello cada equipo debe reunir a sus integrantes y entre todos aportar en búsqueda de una solución, realizando cambios en línea en caso de ser necesario.

Dado que el proceso de mejoras debe ser rápido y sin tanto análisis de escritorio, se decide que la búsqueda de soluciones debe ser con la técnica Brainstorm o lluvia de ideas, donde cada participante debe aportar con alguna solución que considere viable, de la cual se rescatan las más votadas.

Equipo de lavado:	Equipo de Filtrado:
• Mecanizar proceso de lavado. • Contar con mayor stock de bidones nuevos. • Aumentar tiempo de enjuague. • Reutilizar bidones a pesar de su condición. • Lavado con arena. • Solicitar a despachadores mayor control a la hora de recibir un bidón.	• Compra de zapatos de goma. • Rediseñar piping. • Compra de caudalímetros. • Instalación de piso tipo rejilla. • Cambiar bombas. • Utilizar solo una membrana. • Automatizar llenado de bidones. • Cambio de válvulas. • Cambio de mesón de llenado.

El listado anterior representa aquellas ideas obtenidas mediante el Brainstorm, de las cuales se obtendrá la más adecuada para dar solución a la problemática expuesta. Para esto se presenta la siguiente tabla de decisión, que evalúa cada idea plantea con algún aspecto a considerar para la implementación de soluciones definitivas y que cumpla con los objetivos del Gemba Kaizen.

IDEA	OTORGA SOLUCIÓN	SOLUCIÓN A CORTO PLAZO	AUTORIZADO POR GERENCIA	IMPLEMENTAR
Mecanizar lavado	Sí	No	Sí	No
Mayor stock	No	No	No	No
Mayor enjuague	Sí	Sí	Sí	Sí
Reutilización de bidones	Sí	Si	No	No
Lavado con arena	Sí	Si	Si	Si
Mayor control	Sí	Si	Si	Si
Compra de zapatos	No	No	No	No
Rediseño	Sí	No	Si	No
Caudalímetros	Sí	No	Si	No
Piso tipo rejilla	Sí	Si	Si	Si
Cambio de bombas	No	No	No	No
Una membrana	Sí	Si	Si	Si
Automatizar llenado	Sí	No	No	No
Cambio de válvulas	Sí	Si	Si	Si
Cambio de mesón	No	No	No	No

Fuente: elaborado con datos obtenidos de Brainstorm.

Tabla 2-5 Tabla de decisión

COLOR	ACCIÓN
	Aplicar medida
	Evaluar medida
	No aplicar medida

Fuente: elaboración propia a partir de Tabla 2-5

Tabla 2-6. Tabla visual de colores

La Tabla 2-6, representa la acción a tomar con respecto al listado de ideas propuestas en la Tabla 2-5. Los tonos verde y rojo, indican la aplicación o no de cierta medida, sin embargo, el tono amarillo representa una idea que debe ser evaluada, puesto que ofrece mejoras al proceso y ha sido aprobado por gerencia, sin embargo no es aplicable a corto plazo como lo requiere Gemba Kaizen, por lo cual se decide evaluar éstas para una posible aplicación a largo o mediano plazo.

CAPÍTULO 3: FASE DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

3. FASES DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

En el presente capítulo, se describen las acciones realizadas para la consecución de mejoras en las aéreas inspeccionadas. Comprende ejecución de tareas o mejoras ideadas anteriormente y la comprobación final de los cambios realizados, mediante comparación de mediciones previas y post implementación de Gemba Kaizen.

3.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Acorde a la agenda semanal de Gemba Kaizen (véase Tabla 2-1), la implementación de mejoras se estipula para los días 30-06 y 01-07, posterior a la inspección e ideación de soluciones, para finalmente realizar la comprobación de resultados de dichos cambios entre los días 01-07 y 02-07.

En el capítulo anterior, se ha determinado la aplicación de 6 mejoras (véase Tabla 2-4), algunas de ellas, son acciones directas al proceso y otras, hacen referencia al modo de hacer las cosas

3.2. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

3.2.1 Equipo de lavado

3.2.1.1. Aumentar tiempo de enjuague

De acuerdo a los datos obtenidos preliminarmente, el tiempo de enjuague está estipulado en 4 segundos. Esta acción se encarga de remover los químicos utilizados para el lavado de bidones mediante la utilización de un chorro presurizado de agua purificada. Con el fin de asegurar un enjuague correcto y devoluciones referentes a la presencia de espuma en producto, se ha decidido el aumento del 50 % de tiempo de enjuague, fijándolo en un promedio de 6 segundos.

Es preciso indicar que esta medida apunta directamente a los reclamos recibidos por parte de clientes, que a pesar de ser $< 1 \%$, es un tema de preocupación para la administración, puesto que afecta su imagen como planta purificadora al realizar alguna entrega con agua contaminada.

3.2.1.2. Lavado con arena

Dado que el lavado es realizado manualmente, en ocasiones la contaminación presente al interior de los envases es tal, que no es posible removerla, por lo cual se descarta el bidón para ser reciclado, sin embargo durante la búsqueda de soluciones ha surgido la idea de realizar lavados con arena de cuarzo, la misma utilizada durante el filtrado. Esta medida ha sido probada otorgando buenos resultados y consiste en realizar un lavado interior con una mezcla de agua y arena, que mediante agitación limpia las paredes interiores, removiendo en su totalidad cualquier sustancia adherida a ellas dado su efecto abrasivo.



Fuente: fotografía personal de lavado de bidones.

Figura 3-1. Lavado con arena

3.2.1.3. Solicitar a despachadores mayor control a la hora de recibir un bidón

Esta medida apunta a la selectividad de bidones durante el proceso de venta, con la que se busca tener un mayor filtro a la hora de recepcionar el envase por parte de los vendedores, la idea es rechazar botellones que tengan exceso de suciedad interior, principalmente aquellos que se evidencie la presencia de hongos, combustibles o desechos orgánicos, a la vez recordar a clientes la importancia de mantener un cuidado con los bidones, considerando que su uso es exclusivo para embotellar agua. Con respecto a esto último, la empresa se compromete a realizar un comunicado vía redes sociales a sus clientes para dar conocimiento de la manera correcta de almacenamiento del botellón con agua y cuidados posteriores a su uso.

3.2.2 Equipo de filtrado

3.2.2.1. Instalación de piso tipo rejilla

El piso tipo rejilla consiste en una alfombra de PVC flexible que permite su retiro diario para labores de limpieza. Este ha sido instalado en el sector de filtrado, evitando el tránsito por la cerámica mojada, manteniendo una zona limpia y segura.



Fuente: fotografía personal de instalación de piso tipo rejilla.

Figura 3-2. Instalación piso tipo rejilla

Especificaciones:

- Material: PVC
- Espesor: 5 (mm)
- Largo: 15 (m)
- Ancho: 1,2 (m)

3.2.2.2. Utilizar solo una membrana

Posterior a la inspección y análisis realizado, se ha notado la gran cantidad de agua que es rechazada durante el osmosado, con una tasa de 87 % en rechazo, lo cual ha estado produciendo pérdidas de recursos y económicas desapercibidas hasta el momento.

En una primera instancia se intenta cortar el flujo de entrada a una de las membranas, pero la alza de presión ocasionó fugas en las conexiones de PVC, por lo cual se aprovechó la instancia de cambiar el material de tuberías por PPR de 3/4 (pulg) en la entrada de las membranas, obteniendo resultados favorables durante el proceso.



Fuente: fotografía personal a conexión de entrada a membranas de osmosis inversa.

Figura 3-3. Entrada de osmosis

CANTIDAD DE MEMBRANAS	PRESIÓN DE TRABAJO (bar)	CAUDAL ÚTIL (l/min)	CAUDAL DE RECHAZO (l/min)
1	7	4,93	9,48

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-1. Operación con una membrana de osmosis

Cabe mencionar que ambas membranas están operativas, pero se alterna el funcionamiento de estas, para trabajar con mayor presión y dar continuidad al proceso durante el mantenimiento de alguna de ellas.

3.2.2.3. Cambio de válvulas

En este aspecto se ha realizado el cambio de 3 válvulas y uniones americanas con problemas fugas de agua, aprovechando la instancia para realizar una modificación al diseño de la red, cambiando una de las válvulas de bola por otra de pedal para facilitar el lavado interior de bidones.



Fuente: fotografía personal de recambio de válvula en sector de lavado interior de bidones.

Figura 3-4. Cambio de válvulas.

Posterior al cambio realizado, no existen fugas en el circuito de tuberías, sin embargo existe una alta probabilidad que otros componentes de fitting fallen a mediano plazo, por lo cual se considerará el cambio de material en la totalidad de la red.

3.3. **COMPROBACIÓN DE RESULTADOS**

Una de las tareas finales dentro del Gemba Kaizen es la comprobación de resultados, que tiene como objeto verificar que los cambios realizados durante la semana tengan un impacto positivo dentro del proceso productivo y más aún, corroborar si se cumplen las metas propuestas por la metodología.

Para lograr comprar el estado inicial y final de un proceso de cambio, es esencial la utilización de variables cuantitativas asociadas a magnitudes como presión, tiempo y caudal, sin embargo, también se han realizado cambios asociados a labores humanas, por lo cual su medición apunta a obtener una apreciación por parte del personal, siendo este un valor cualitativo. Es por ello que para esta fase de la metodología, se considerarán solo aquellas mejoras que puedan ser cuantificadas.

3.3.1 Lavado con arena

Al momento de implementar esta medida se disponía de 35 bidones para ser llevados al lugar de acopio de plásticos PET, de los cuales 11 lograron ser lavados con arena logrando la reutilización de estos.

Se debe considerar que el tiempo de lavado con este método supera los 5 (min) por bidón, por lo cual se recomienda realizar ésta acción en periodos de baja producción.

	TIEMPO DE ENJUAGUE (s)	BIDONES ROTOS	BIDONES EN MAL ESTADO	TOTAL BIDONES A RECICLAR
Previo a Gemba Kaizen	4	10	25	35
Posterior a Gemba Kaizen	6	10	14	24

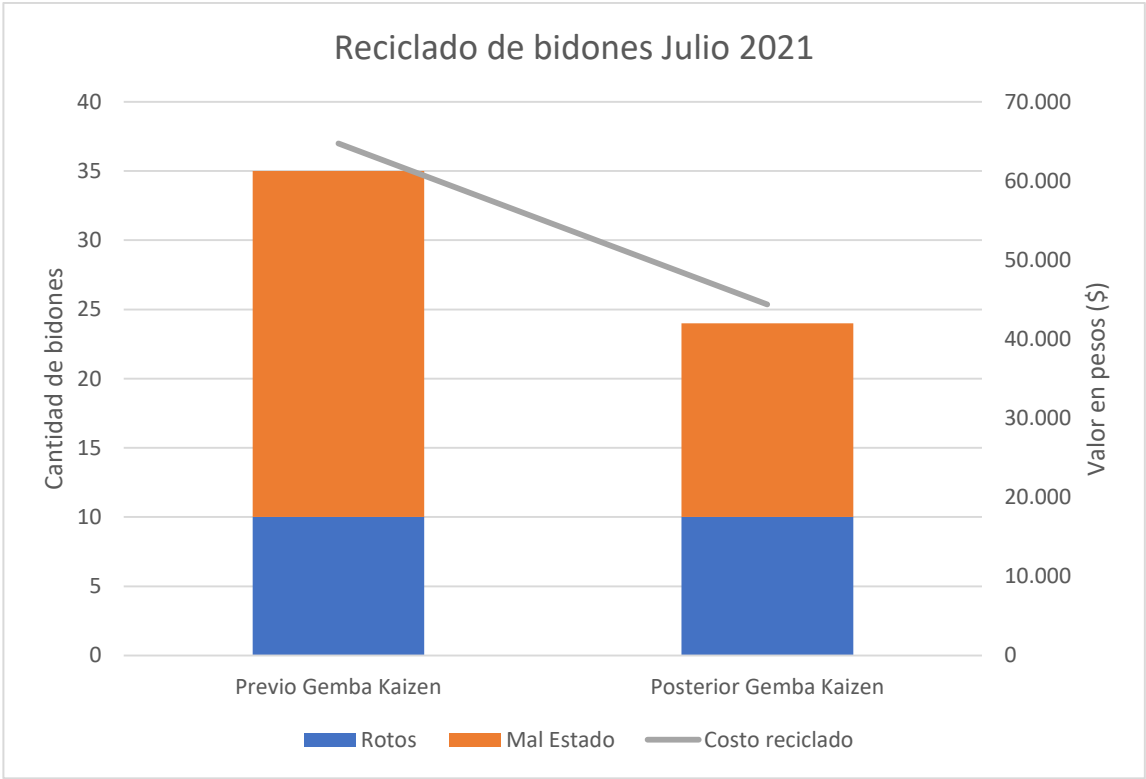
Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-2. Comparativa de reciclado de bidones

	BIDONES A RECICLAR	VALOR BIDÓN (\$)	COSTO ASOCIADO
Previo a Gemba Kaizen	35	\$1.850	\$64.750
Posterior a Gemba Kaizen	24	\$1.850	\$44.400

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-3. Comparativa económica de reciclado de bidones



Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

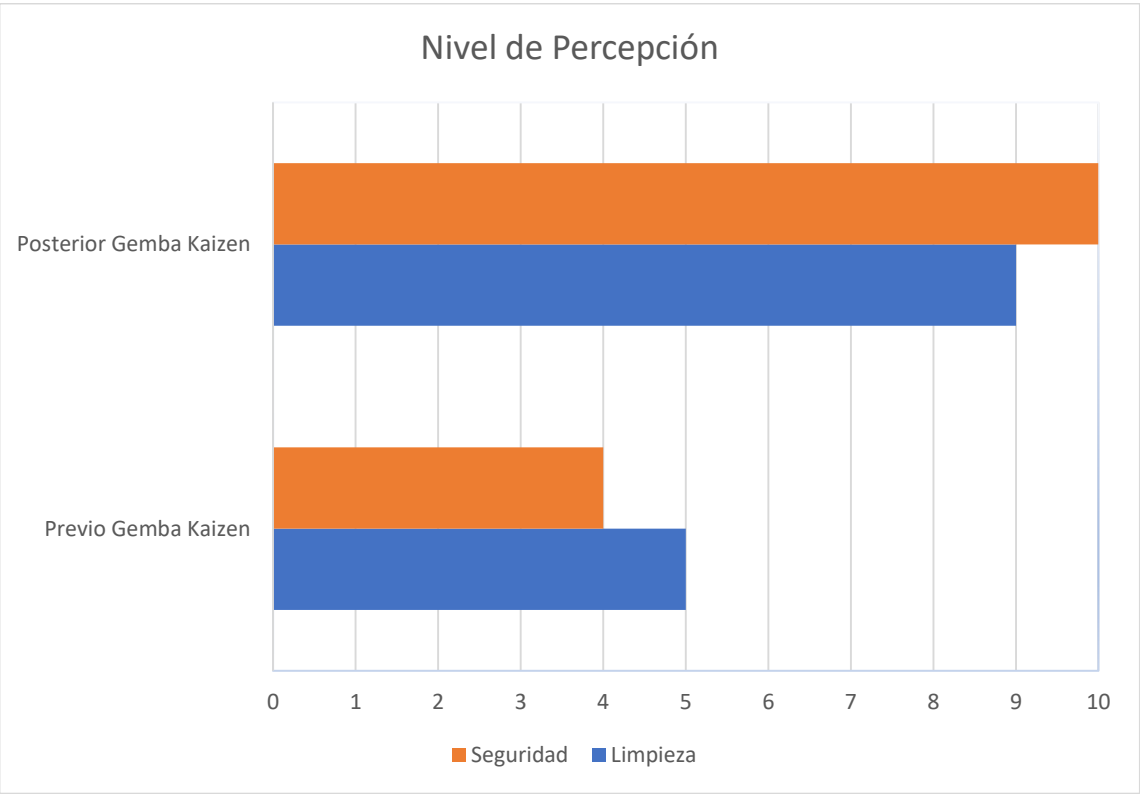
Gráfico 3-1. Comparativa de reciclado.

El Gráfico 3-1, muestra la disminución de bidones a ser reciclados, logrando una disminución de un 31,4 % para el mes de julio y un ahorro de \$ 20.350, resultado favorable durante la implementación de mejoras en el proceso y se proyecta que este margen de reutilización se mantenga con pequeñas variaciones.

3.3.2 Instalación piso tipo rejilla

La instalación de piso tipo rejilla busca brindar mayor seguridad dentro de la planta purificadora, además de mantener una zona limpia y para lograr cuantificar el resultado, se ha aplicado una encuesta con 2 preguntas, obteniéndose los siguientes resultados promedio:

- En una escala del 1 al 10, ¿Qué tan seguro se siente al transitar por el sector? : 10.
- En una escala del 1 al 10 ¿Cómo evalúa la limpieza del sector de llenado? : 9.



Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Gráfico 3-2. Percepción de condición en sector de llenado.

En el Gráfico 3-2, se muestra la evaluación otorgada por trabajadores a su percepción de limpieza y seguridad durante el desarrollo de sus actividades en el sector de llenado, aumentando considerablemente con la instalación del piso tipo rejilla.

	TIEMPO DE DETENCIÓN (min)	DETENCIONES POR DÍA	PRESENCIA DE BARRO	ACCIDENTES REPORTADOS
Previo a Gemba Kaizen	15	2	Si	1
Posterior a Gemba Kaizen	0	0	No	N/A

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-4. Comparativa de detenciones por condición subestándar

En la Tabla 3-4, se puede apreciar que posterior a la instalación del piso tipo rejilla en el sector de llenado, ya no se debe detener la producción para realizar labores de limpieza e higienización, tampoco hay presencia de barro, por ende se han eliminado las condiciones subestándar en el sector y a la fecha no se registran accidentes por caída.

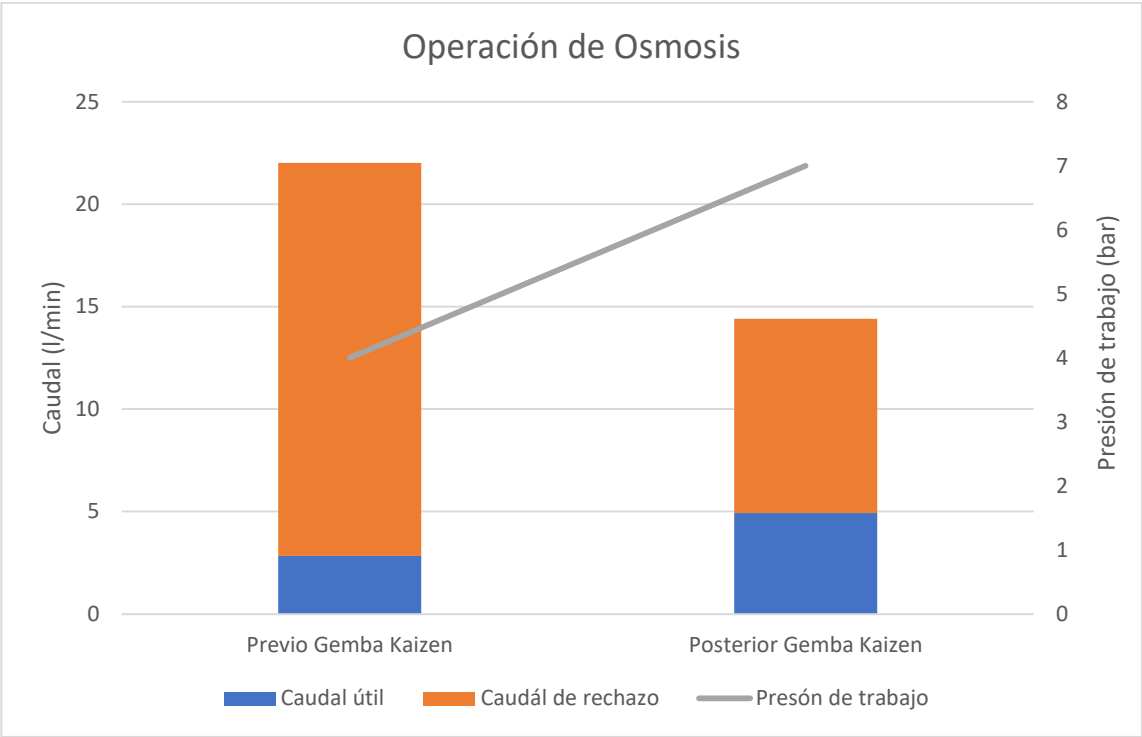
3.3.3 Utilizar solo una membrana

Como ya ha sido mencionado, ambas membranas están operativas, sin embargo se alterna su funcionamiento al momento de realizar labores de mantenimiento en alguna de ellas.

	CANTIDAD MEMBRANAS	PRESIÓN TRABAJO (bar)	CAUDAL ÚTIL (l/min)	CAUDAL DE RECHAZO (l/min)
Previo a Gemba Kaizen	2	4	2,84	19,17
Posterior a Gemba Kaizen	1	7	4,93	9,48

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-5. Comparativa operación de osmosis inversa



Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

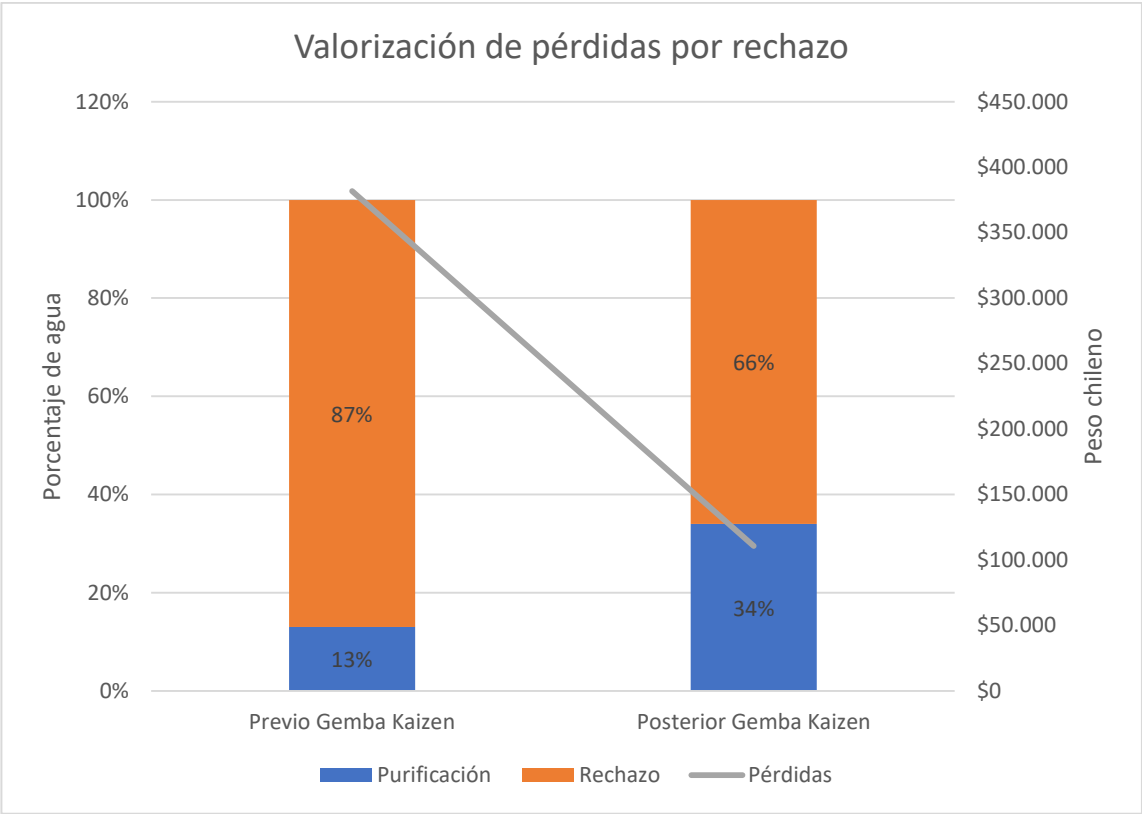
Gráfico 3-3. Comparativa de operación de osmosis inversa

En el Gráfico 3-3, se puede apreciar que existe una disminución del flujo total en el proceso y se debe a que la segunda columna representa el caudal operado por solo una membrana de osmosis inversa, donde aumenta el caudal útil o cantidad de agua purificada y disminuye en gran medida el agua rechazada con altos niveles de contaminantes.

	DEMANDA MENSUAL (m³)	PORCENTAJE PURIFICACIÓN (%)	PORCENTAJE DE RECHAZO (%)	VALOR (m³/USD\$)	PÉRDIDA (\$)
Previo a Gemba Kaizen	50	13	87	1,45	381.796
Posterior a Gemba Kaizen	50	34	66	1,45	110.743

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-6. Comparativa económica en operación de osmosis inversa



Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Gráfico 3-4. Pérdidas por rechazo

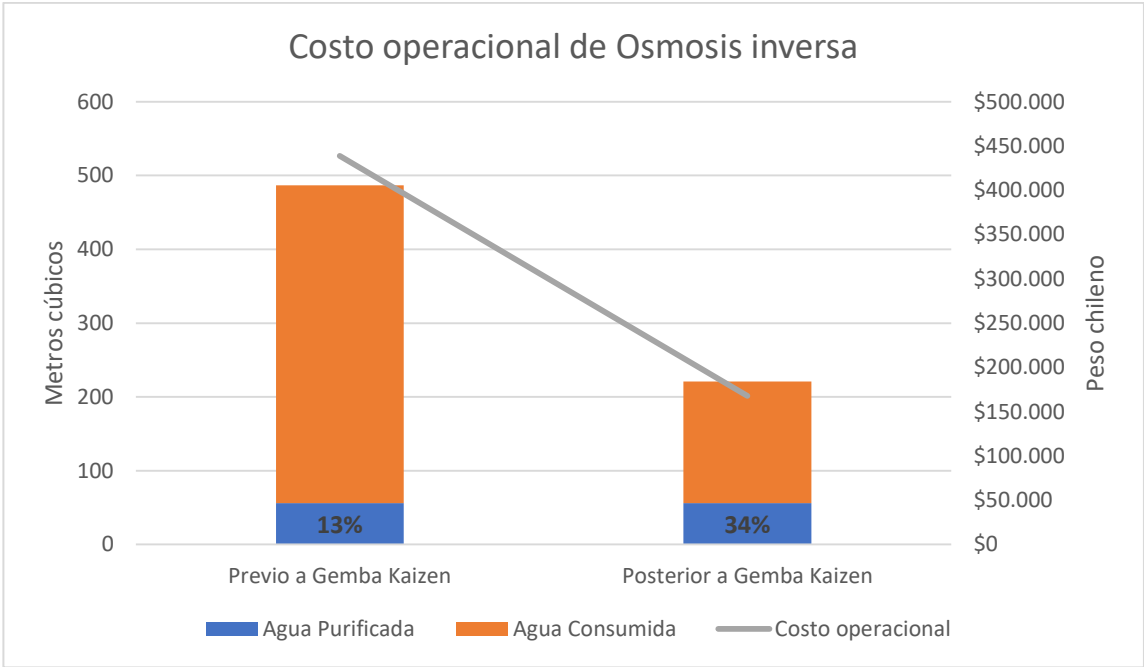
El Gráfico 3-4, muestra las pérdidas generadas en el rechazo de las membranas de osmosis inversa, ambas columnas presentan el porcentaje de agua purificada y desechada previo y posterior a la semana de mejoras Gemba Kaizen.

La línea de la gráfica, representa el costo asociado a los metros cúbicos de agua con alta concentración de sales que es desperdiciada.

	DEMANDA MENSUAL (m³)	AGUA CONSUMIDA (m³)	VALOR (m³/USD\$)	COSTO OPERACIÓN (\$)
Previo a Gemba Kaizen	50	384,615	1,45	438.845
Posterior a Gemba Kaizen	50	147,059	1,45	167.794

Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Tabla 3-7. Costo operacional del proceso de Osmosis inversa.



Fuente: elaborado con datos obtenidos en inspección.

Gráfico 3-5. Comparativa de costo operacional de Osmosis inversa.

El Gráfico 3-5, corresponde a la comparativa de costo asociada al proceso de Osmosis inversa, mostrando el volumen total del recurso consumido para conseguir 50 m³ de agua purificada, correspondiente al promedio de la demanda mensual de los meses comprendidos entre marzo y agosto del año 2021.

Finalmente, de las tablas y gráficas presentadas anteriormente, se logra apreciar el gran impacto generado al simplificar el proceso de osmosis inversa, obteniendo resultados positivos económica y operacionalmente, puesto que se logra disminuir el agua que es desperdiciada en este proceso, aumentar el volumen de agua purificada resultante y disminuir la cantidad del recurso de entrada, generando una disminución de \$ 316.051 o 65,32 % en costo de operación de osmosis inversa.

Para el cálculo del valor del consumo de agua, se ha considerado el valor del dólar observado⁴, al día 10 de agosto de 2021 a \$ 787.

3.4. PROPUESTA DE MEJORA A MEDIANO PLAZO

Dentro de las ideas propuestas por lo equipos de trabajo formados en la semana de mejoras, se destacan 3 de color amarillo en la tabla de decisión (ver Figura 2-4), correspondiente a aquellas ideas que dan solución a alguna problemática, pero que su aplicación no puede realizarse a corto plazo. Dichas propuestas son: Mecanizar lavado – Rediseño – Caudalímetros.

3.4.1 Mecanizar lavado

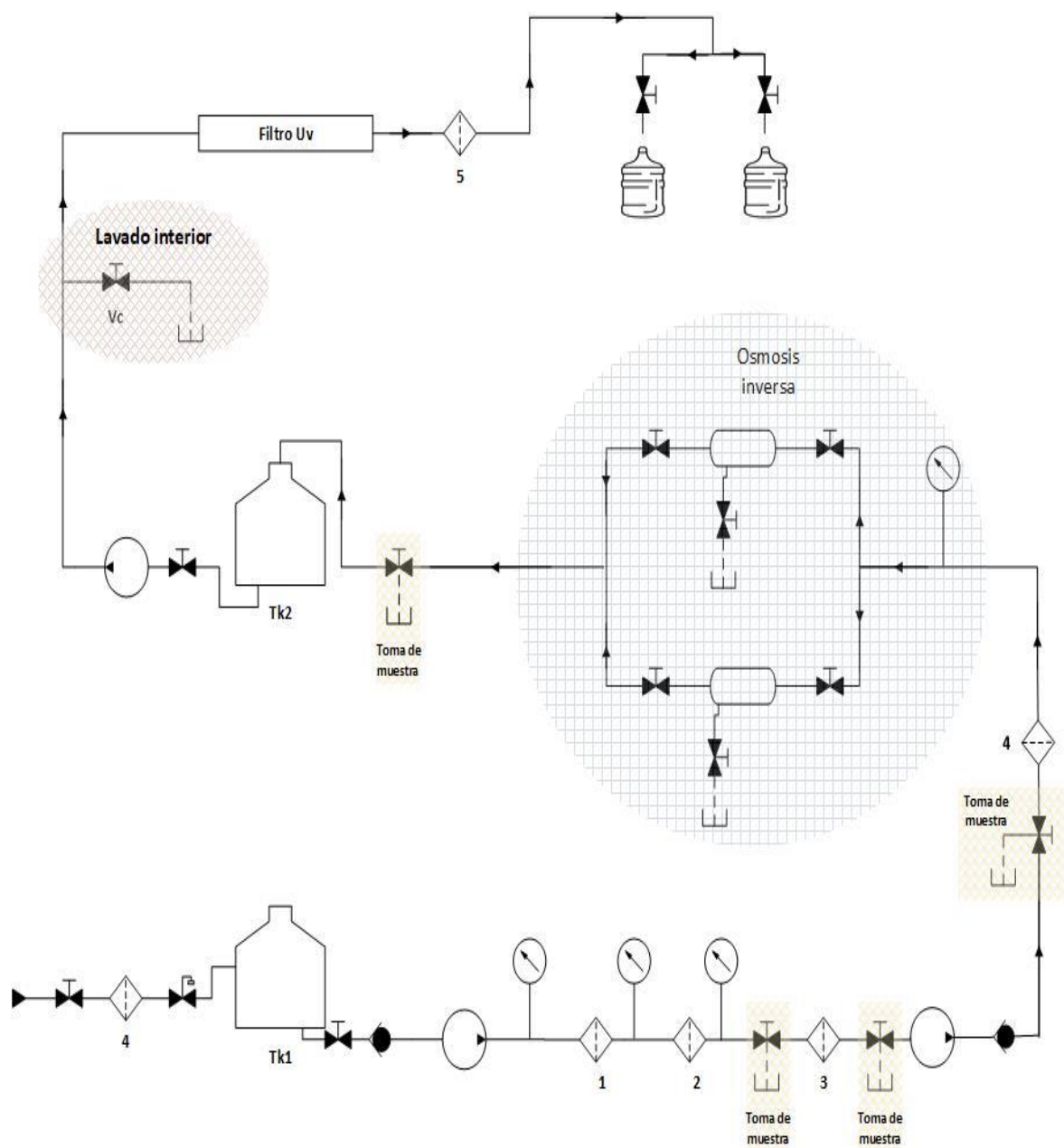
De acuerdo con la información recopilada preliminarmente, el lavado de bidones es un proceso que se debe realizar con altos estándares de calidad, puesto que un mal lavado significa que el producto final estará contaminado, es por ello que se ha propuesto mecanizar esta tarea, con el fin de mejorar los tiempos de lavado y la efectividad de este, disminuyendo a la vez, la cantidad de bidones a reciclar por no poder ser higienizados de manera correcta con la técnica actual.

Esta propuesta fue acogida por la gerencia, sin embargo está sujeta a una evaluación económica ya que representa una inversión mayor para la compañía, por lo cual será analizada en el próximo capítulo.

3.4.2 Rediseño y caudalímetros

Durante la inspección realizada por el equipo de lavado formulado durante la semana Gemba Kaizen, se advirtió que el diseño del piping de la planta dificultaba las labores de mantenimiento a las membranas de osmosis y la operación es estas, es por ello que se ha sugerido un rediseño de la red y conjuntamente se ha propuesto la incorporación de instrumentos para la medición de caudal con el objeto de programar el mantenimiento a los filtros de lecho profundo y membranas de osmosis, así como también, tener información referente a la cantidad de agua empleada para el proceso de purificación y cuanto es el fluido que está siendo rechazado, con esto se podría obtener indicadores económicos más precisos que los utilizados a la fecha.

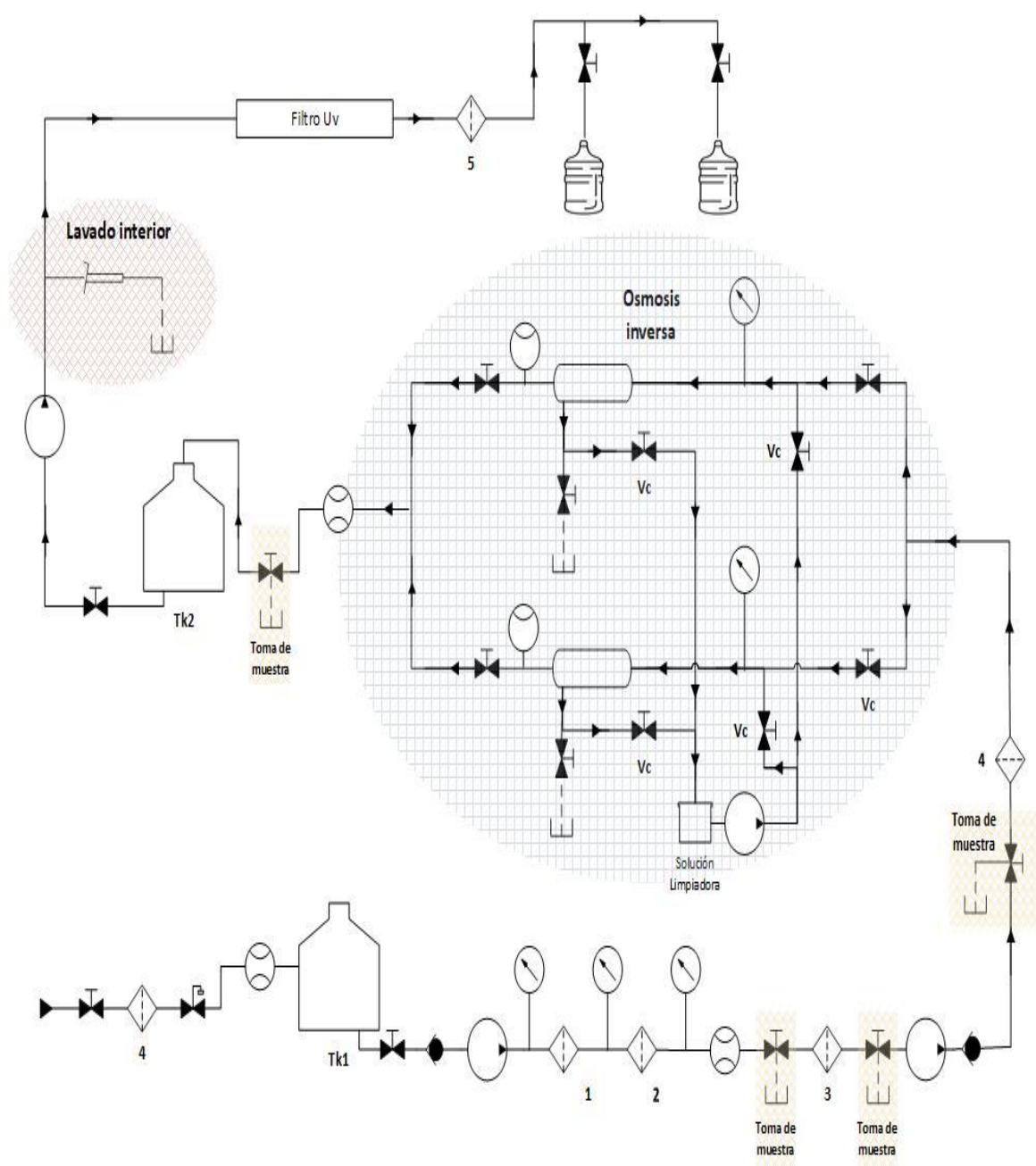
A continuación, se presenta el diseño hidráulico actual de la planta purificadora que se desea modificar para obtener las mejoras descritas anteriormente.



Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Figura 3-5. Diseño hidráulico.

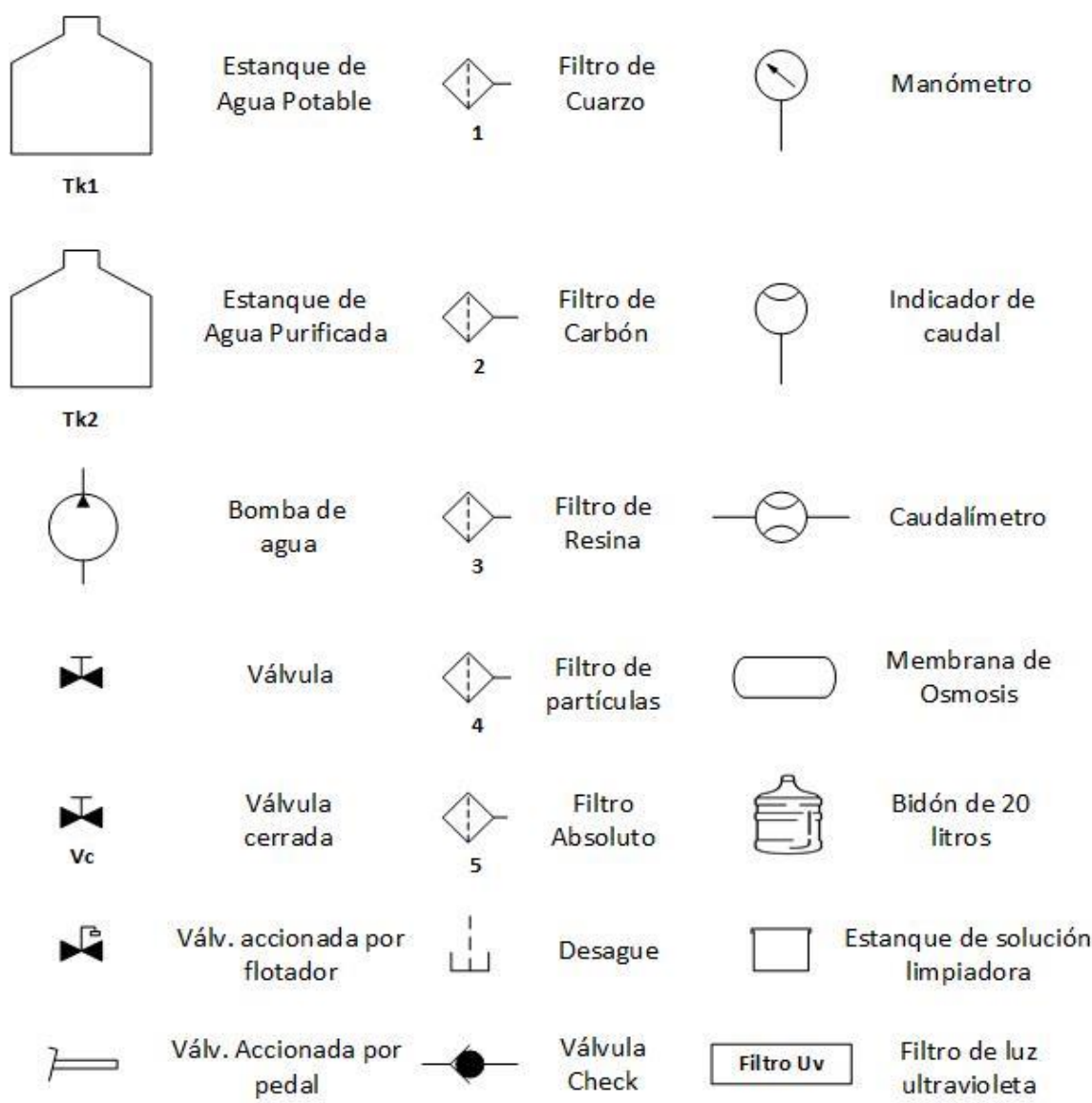
En la Figura 3-5 se logra apreciar el diseño de la planta purificadora, donde da cuenta que los únicos instrumentos de medición presentes corresponden a manómetros para controlar la presión durante la operación, además del trabajo en paralelo de las membranas de osmosis inversa, condición que, como ha sido mencionado anteriormente, ha sido modificada para un trabajo alterno.



Fuente: elaboración propia a partir de diseño original.

Figura 3-6. Propuesta de rediseño.

La Figura 3-6 representa la propuesta de rediseño de la res hidráulica para el proceso de purificación, cambios realizados principalmente en el sector de osmosis inversa debido a los problemas ya descritos. En este diseño se adicionó la incorporación de caudalímetros cuya función es contabilizar el flujo de agua a la entrada del estanque de agua potable, posterior a los filtros de cuarzo y carbono y a la salida de las membranas de osmosis, además, se propone la instalación de indicadores de caudal que proporcionen un indicador visual que permita apreciar una disminución de caudal durante el osmosado, lo que indica que las membranas deben ser limpiadas.



Fuente: elaboración propia en base a simbología utilizada en Figuras 3-5 y 3-6.

Figura 3-7 Simbología de diagramas hidráulicos.

La Figura 3-7, muestra la simbología de los elementos utilizados para el diseño de los diagramas hidráulicos correspondiente a las Figuras 3-5 y 3-6. Como se puede apreciar, se ha incluido la instalación de dos instrumentos de medición nuevos para la medición del flujo de agua, sin embargo ambos cumplen funciones distintas, que es preciso diferenciarlos.

Por una parte está el Caudalímetro de área variable o rotámetro, presentado como Indicador de flujo en el diagrama hidráulico (ver Figuras: 3-6 y 3-7) y su función es indicar el caudal instantáneo pasando por la cañería, específicamente a la salida de las membranas de osmosis inversa. Por otra parte está el medido de agua, que corresponde a un caudalímetro de turbina que mide el flujo volumétrico, instalado a la entrada de ambos estanques acumuladores con el fin de precisar la eficiencia de la planta purificadora (ver Figuras: 3-6 y 3-7).



Fuente: Omega Engineering Inc.

Figura 3-8. Caudalímetro de área variable o Rotámetro (imagen referencial).

Especificaciones:

- Modelo: FL-6305ABR
- Medio: Agua
- Rango: 2 -19 (l/min)
- Posición: Vertical / Horizontal
- Presión máx.: 241 (bar)

Para mayor información ver Anexo B.



Fuente: Home Center Sodimac

Figura 3-9. Caudalímetro de turbina.

Especificaciones:

- Medio: Agua fría.
- Material: Bronce.
- Diámetro: ¾ (pulg)
- Panel digital: N

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PROPUESTA DE INVERSIÓN

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y PROPUESTA DE INVERSIÓN.

En el presente capítulo se analizarán los costos asociados a los cambios realizados durante la semana Gemba Kaizen y aquellos propuestos para realizarse a mediano plazo, además de la propuesta de inversión para la adquisición de una máquina lavadora de bidones.

Para ello, es esencial conocer el estado financiero actual de la empresa y la creación de un flujo de caja proyectado, además de la especificación de cada elemento que deba ser adquirido para realizar los cambios propuestos y con ello realizar un análisis que permita determinar los beneficios obtenidos durante la semana Gemba Kaizen o aquellos esperados con las propuestas a mediano y largo plazo.

4.1. PROPUESTA DE INVERSIÓN

Como ha sido mencionado en reiteradas ocasiones durante el desarrollo de este trabajo, Gemba Kaizen es una herramienta que busca mejoras a corto plazo y enfoca sus actividades y recursos en ello. Sin perjuicio de lo anterior, durante la inspección de las áreas de trabajo, se ha dado la alerta de la cantidad de bidones que deben ser reciclados por dificultarse esta tarea e incluso la posibilidad de que éstos queden mal lavados. Es por ello, que durante la fase de idear soluciones ha surgido la propuesta de mecanizar el lavado de bidones, a lo cual la empresa accedió, sin embargo, la compra e instalación de una maquina lavadora incurre en un gasto que debe ser evaluado para implementarse a mediano o largo plazo y la empresa ha solicitado evaluar financieramente la compra de esta y con ello tomar una decisión.

Se ha cotizado en el mercado y con proveedores actuales de Agua Consciente Chile, diversos tipos de lavadoras de bidones, algunas en línea de producción, otras con doble estanque de lavado, mayor potencia, diversos tamaños, entre otras especificaciones, de las cuales se ha seleccionado la siguiente que cumple con los requisitos necesarios acorde a la producción diaria de la planta purificadora y un delta que posibilite el aumento de lavado si la producción así lo requiere.



Fuente: Importadora S.A.C.I

Figura 4-1. Máquina lavadora de bidones.

Especificaciones:

- Modalidad: semiautomática
- Material: acero inoxidable
- Peso: 136 (kg)
- Capacidad: 150 – 280 (bidones/hora)
- Cantidad de cepillos: 8
- Lavado: interior y exterior
- Presión del atomizador: 2~3 (kg/cm²)
- Valor: \$ 1.411.765.

4.2. **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

En una primera instancia, se presentará los costos asociados a la implementación de mejoras durante la semana Gemba Kaizen, aquellos que ya fueron invertidos, posteriormente se listará el costo asociado a la compra de componentes para el rediseño de la red, gastos considerados a mediano plazo.

4.2.1 Costos semana Gemba Kaizen

ÍTEM	CANTIDAD (und.)	VALOR NETO(\$)	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
Manómetro, 0 - 11 bar	1	2.605	5.210	0,1753
Terminal PPR HE, Ø 32 mm	3	5.798	17.394	0,5855
Unión americana PPR, Ø 25 mm	5	3.336	16.680	0,5614
Buje PPR, Ø 32 x 25 mm	2	496	992	0,0334
Terminal PPR HI, Ø 20 x 1/2"	3	2.479	7.437	0,2503
Terminal PPR HE, Ø 20 x 1/2"	3	2.227	6.681	0,2249
Tee PPR, Ø 20 mm	2	336	672	0,0226
Tee PPR, Ø 25 mm	2	412	824	0,0277
Codo PPR, Ø 20 mm	2	252	504	0,0169
Buje reducción, 25 x 20 mm	6	168	1.008	0,0339
Válvula bola PPR, Ø 20 mm	3	1.680	5.040	0,1694
Válvula bola PPR, Ø 32 mm	1	2.436	2.436	0,0819
Dado para PPR, Ø 20 mm	1	2.436	2.436	0,0819
Dado para PPR, Ø 25 mm	1	2.941	2.941	0,0989
Tubería PPR, Ø 20 mm - 1 m	6 m	672	4.032	0,1357
Tubería PPR, Ø 25 mm - 1 m	2 m	1.092	2.184	0,0735
Tubería PPR, Ø 32 mm -1 m	2 m	1.680	3.360	0,1131
Piso tipo rejilla, 6 mm	18 m ²	115.900	115.900	3,9012
Total			195.731	6,5900

Valor de la UF: \$29.709 al 30 de junio de 2021.

Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Tabla 4-1. Gastos de semana Gemba Kaizen

En la Tabla 4-1, se aprecia el gasto incurrido para realizar las mejoras correspondientes a la semana Gemba Kaizen, en la cual se desglosa la cantidad de elementos a comprar y el costo de cada uno, dando un total de \$ 195.731.

4.2.2 Costo rediseño de piping

ÍTEM	CANTIDAD (und.)	PROVEEDOR	VALOR NETO(\$)	TOTAL (\$)	TOTAL (UF)
Tubería PPR, Ø 20 mm - 1m	10	Sasil SPA	672	6.720	0,2196
Codo PPR, Ø 20 mm	11	Sasil SPA	252	2.772	0,0906
Válvula bola PPR, Ø 20 mm	5	Sasil SPA	1.680	8.400	0,2745
Tee PPR, Ø 20 mm	5	Sasil SPA	336	1.680	0,0549
Unión americana PPR, Ø 25 mm	6	Sasil SPA	3.336	20.016	0,6540
Buje de reducción, Ø 25 x 20 mm	10	Sasil SPA	168	1.680	0,0549
Rotámetro	2	Omega	211.393	422.789	13,814
Medidor de agua	2	Sodimac	33.290	66.580	2,1755
			Total	530.637	17,34

Valor de la UF: \$ 30.604 al 18 de noviembre de 2021.

Fuente: Ferretería Sasil SPA - Sodimac - Omega Engineering Inc.

Tabla 4-2. Costo de rediseño.

La Tabla 4-2, detalla los elementos que deben ser adquiridos por la empresa para el rediseño de la red (propuesta a mediano plazo) y costo asociado a ello, con lo que se obtiene un total de \$ 530.637 por concepto de compra de material e instrumentos.

Se debe mencionar, que las Tablas. 4-1 y 4-2, solo contemplan aquellos elementos que la empresa no tiene en stock para realizar los cambios, ya que bombas, válvulas, arena, manómetro, entre otros implementos, ya estaban disponibles para su uso antes de la realización de este estudio.

4.2.3 Flujo de caja

El flujo de caja de una compañía corresponde a la representación de las entradas y salidas de dinero en un determinado periodo, lo que permite mantener el orden financiero y proyectar inversiones a mediano o largo plazo y evaluar la efectividad de esta.

A continuación, se presenta el flujo de caja correspondiente al semestre comprendido entre marzo y agosto del año 2021 y posteriormente se proyectará el flujo

de caja esperado para el año 2022, considerando la inversión necesaria para el rediseño de la red hidráulica y la compra de la máquina lavadora de bidones y con ello determinar si es factible o no la realización de estos cambios.

	MAR-21	ABR-21	MAY-21	JUN-21	JUL-21	AGO-21
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Ingreso por ventas	6.816.500	5.955.000	5.531.500	6.238.000	6.630.600	5.464.000
Costos Fijos	4.183.065	3.482.690	3.198.990	3.623.990	3.511.490	3.473.490
Utilidad Bruta	2.633.435	2.472.310	2.332.510	2.614.010	3.119.110	1.990.510
Costos Variables	1.797.478	1.654.335	921.923	1.190.877	1.743.024	836.715
Utilidad Operacional	835.957	817.975	1.410.587	1.423.134	1.376.086	1.153.795
Impuesto 25 %	208.989	204.494	352.647	355.783	344.021	288.449
Utilidad	626.968	613.482	1.057.941	1.067.350	1.032.064	865.346
Flujo caja acumulado	626.968	1.240.449	2.298.390	3.365.740	4.397.805	5.263.150

Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Tabla 4-3. Flujo de Caja, I Semestre de 2021.

En la Tabla 4-3, se representa el flujo de caja de Agua Consciente Chile durante el Primer Semestre del 2021, o también denominado Temporada Baja, en la cual se registran ventas entre \$ 5.531.500 y \$ 6.816.500, con un promedio de \$ 6.105.933.

Con respecto a las utilidades generadas, considerando la paga de impuestos, estas presentan un promedio de \$ 877.192 con peaks de \$ 613.482 y \$ 1.067.350 con un flujo de caja acumulado por temporada de \$ 5.407.150

Los costos fijos presentados en la tabla corresponden o los gastos o salidas de capital por concepto de sueldos, energía eléctrica, seguros y plan telefónico, en los cuales se presenta una disminución considerable entre marzo y los meses siguientes. Esto se explica por una disminución de personal durante ese mes y el reinicio de las medidas sanitarias en la capital debido a la emergencia sanitaria por la pandemia del Covid-19.

Con respecto a los costos variables, estos consideran el pago de Tag, compra de insumo, combustible, mantenciones a vehículos y consumo de agua potable, este último considerado generalmente como costo fijo, pero al ser la materia prima de la empresa, está directamente relacionada con la demanda.

Para lograr analizar los cambios realizados durante la implementación de Gemba Kaizen, es necesario desglosar los costos variables presentados anteriormente, ya que las medidas puestas en práctica afectan directamente a este concepto.

	MAR-21	ABR-21	MAY-21	JUN-21	JUL-21	AGO-21
	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Combustible	481.000	367.000	320.000	398.000	493.000	338.000
Insumos	422.300	507.300	0	126.000	672.600	170.000
Tag y peajes	147.800	160.852	141.072	152.856	162.047	155.896
Mantenimiento	153.006	112.060	10.000	0	225.807	18.000
Agua potable	593.372	507.123	450.851	514.021	189.570	154.819
Total C. variables	1.797.478	1.654.335	921.923	1.190.877	1.743.024	836.715

Fuente: elaborado con datos de la empresa.

Tabla 4-4. Costos variables, I Semestre de 2021.

En la Tabla 4-4, correspondiente al desglose de costos variables del Primer Semestre del año 2021, se logra apreciar la gran disminución del costo del agua potable consumida para el proceso de purificación, esto se debe a la optimización del proceso de osmosis inversa, aumentando el porcentaje de purificación del 13 % al 34 % (Véase Tabla 3-6).

Con respecto a la variación existente por la compra de insumos, está dada ya que el stock de tapas, sellos, bidones y dispensadores no se realiza mes a mes, más bien, son repuestos acorde la demanda, un ejemplo de esto son las etiquetas las cuales son cambiadas solo cuando el bidón a utilizar es nuevo o debe ser re-etiquetado, por lo cual el gasto de etiquetas no es el mismo cada mes, lo mismo ocurre con los bidones a reutilizar o reciclar.

Conociendo las cifras correspondientes al Primer Semestre del año 2021, se desea proyectar el año 2022 considerando la inversión necesaria para el rediseño de la red y la compra de la maquina lavadora de bidones.

Para construir el flujo de caja proyectado para el año 2022 se requiere de los siguientes datos:

- Promedio Ingreso por ventas: \$ 6.105.933.
- Promedio Gastos Fijos: \$ 3.578.953.
- Promedio Gastos Variables: \$ 1.136.485 (Considerando disminución del consumo de agua potable).
- Aumento demanda temporada alta (Sep.-Feb.): 20 %.
- Inversión: \$ 2.500.000.

Además del listado anterior, se deben conocer la Tasa de descuento de la inversión, para lo cual se utilizará el método CAMP que agrupa los siguientes indicadores:

- R_f = Tasa libre de riesgo.
- R_m = Tasa de rentabilidad del mercado.
- B_u = Beta desapalancado (unlevered).
- R_p = Prima riesgo país.

Donde:

Ecuación 4-1

$$\text{Tasa de descuento} = R_f + \{(R_m - R_f) \times B_u\} + R_p$$

Tasa libre de riesgo (R_f): hace referencia a la rentabilidad de una inversión que supone estar libre de riesgo, la cual se obtiene del banco central y se considerará el promedio de los últimos 10 años dando un total de 5,71 % ⁴ (en pesos).

Tasa de rentabilidad del mercado (R_m): este se calcula en base al indicador IPSA ⁵ de los últimos 20 años, calculando la tasa de rendimiento dado por la siguiente ecuación:

⁴ https://si3.bcentral.cl/informativodiario/secure/series_informativo.aspx?cod_cuadro=TAS_BON_CLP

⁵ https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_ESTADIST_MACRO/MN_EST_MACRO_IV/PEM_INDBUR/PEM_INDBUR?cbFechaInicio=2011&cbFechaTermino=2021&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCaulculo=NONE&cbFechaBase=

Ecuación 4-2

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{IPSA final (2021)} - \text{IPSA inicial (2001)}}{\text{IPSA inicial (2011)}}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{4.308,4 - 1.183,4}{1.183,4}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = 2,641 \%$$

Finalmente:

Ecuación 4-3

$$R_m = (1 + \text{Tasa rendimiento})^{\frac{1}{\text{tiempo}}} - 1$$

$$R_m = (1 + 0,0610892)^{\frac{1}{20}} - 1$$

$$R_m = 6,67 \%$$

Beta unlevered (B_u): corresponde al nivel de riesgo de la empresa o el giro de esta y se puede obtener a través de la página de Damoradan ⁶ en base a empresas estadounidenses, que tiene un valor de 0,80 para industrias de alimentos.

Prima riesgo país (R_p): este índice, tal cual lo dice su nombre, representa el riesgo de las inversiones en un país determinado, para el caso de Chile al año 2021 corresponde a 1,97 % ⁷

Por lo tanto:

$$\text{Tasa de descuento} = 5,71 + \{(6,67 - 5,71) \times 0,8\} + 1,97$$

$$\text{Tasa de descuento} = 8,39 \%$$

⁶ https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

⁷ https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Canasta?cbFechaInicio=2020&cbFechaTermino=2021&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=SIN_SELECCION&cbFechaBase=

			ENE-22 (\$)	FEB-22 (\$)	MAR-22 (\$)	ABR-22 (\$)	MAY-22 (\$)	JUN-22 (\$)	JUL-22 (\$)	AGO-22 (\$)	SEP-22 (\$)	OCT-22 (\$)	NOV-22 (\$)	DIC-22 (\$)
+	Ingreso por ventas		7.327.120	7.327.120	6.105.933	6.105.933	6.105.933	6.105.933	6.105.933	6.105.933	7.327.120	7.327.120	7.327.120	7.327.120
-	Costos Fijos		3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953	3.578.953
=	Utilidad Bruta		3.748.167	3.748.167	2.526.981	2.526.981	2.526.981	2.526.981	2.526.981	2.526.981	3.748.167	3.748.167	3.748.167	3.748.167
-	Costos Variables		1.363.782	1.363.782	1.136.485	1.136.485	1.136.485	1.136.485	1.136.485	1.136.485	1.363.782	1.363.782	1.363.782	1.363.782
=	Utilidad Operacional		2.384.385	2.384.385	1.390.496	1.390.496	1.390.496	1.390.496	1.390.496	1.390.496	2.384.385	2.384.385	2.384.385	2.384.385
-	Impuesto 25%		596.096	596.096	347.624	347.624	347.624	347.624	347.624	347.624	596.096	596.096	596.096	596.096
+	Utilidad después del impuesto		1.788.289	1.788.289	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.788.289	1.788.289	1.788.289	1.788.289
-	Inversión	-2.500.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
=	Flujo de caja neto	-2.500.000	1.788.289	1.788.289	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.042.872	1.788.289	1.788.289	1.788.289	1.788.289
=	Flujo de caja corregido	-2.500.000	1.649.865	1.522.156	818.961	755.569	697.083	643.125	593.344	547.416	866.034	798.998	737.151	680.091
=	Flujo de caja acumulado	-2.500.000	-850.135	672.021	1.490.982	2.246.551	2.943.635	3.586.760	4.180.103	4.727.519	5.593.553	6.392.550	7.129.701	7.809.792

Fuente: elaborado con datos de la empresa y proyección calculada

Tabla 4-5. Flujo de caja proyectado al año 2022

La Tabla 4-5 representa el flujo de caja proyectado al año 2022, en la cual muestra el flujo de caja neto junto al flujo de caja corregido con la tasa de descuento del 8,39 %, para finalmente presentar un total acumulado de \$ 7.809.792 al final del año.

Para complementar el flujo de caja anterior, se requiere la utilización de indicadores financieros que respalden el resultado de la inversión, Estos corresponden a VAN, TIR, IVAN y PRI.

ÍNDICE	VALOR
VAN (\$)	7.205.270
TIR (%)	60%
IVAN (Veces)	2,88
PRI (Mes)	1,48

Fuente: elaborado a partir de flujo de caja proyectado en Tabla 4.5

Tabla 4-6. Índices financieros.

En la Tabla 4-6 se puede apreciar la viabilidad del proyecto, indicando un Valor Actual Neto (VAN) superior a 0, lo que de por sí indicaría una buena rentabilidad, sin embargo también es necesario corroborar que la Tasa Interna de Retorno (TIR) sea superior a la tasa de descuento calculada anteriormente, situación que también es favorable presentando un 60 % ante un 8,39 %.

Respecto al indicador IVAN, este representa la relación entre el VAN y la inversión inicial mostrando una ganancia del 2,88 veces con un Periodo de Retorno de la Inversión (PRI) o Payback que ocurre en un mes y medio.

Si bien es cierto, existe la posibilidad de solicitar un crédito bancario para financiar la compra de los equipos e insumos necesarios para realizar los cambios, sin embargo, al ser una inversión por un bajo monto se ha desestimado esta opción.

Junto a lo anterior, cabe mencionar que el flujo de caja presentado corresponde a una proyección realizada con datos promedios entregados por la empresa correspondientes a un semestre del año 2021, en ningún caso presenta una predicción de la demanda o una realidad absoluta del estado financiero que presente la compañía para el siguiente periodo, más bien es una guía para la toma de decisiones que en base a las condiciones actuales de trabajo de la planta purificadora, considerando los cambios realizados en la semana Gemba Kaizen, presentan un escenario favorable para la ejecución de los cambios propuestos en este trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la realización del primer capítulo se logra conocer la empresa, el producto y servicio entregado y los procesos asociados a la producción de agua purificada diferenciándolo en lavado y llenado, junto a la descripción de los equipos utilizados para llevar a cabo la purificación de agua potable.

Junto a lo anterior se introduce a la filosofía del Lean Manufacturing y cómo esta ha llegado a mejorar la administración de la producción, reduciendo los desperdicios y la utilización de distintas técnicas o herramientas de diagnóstico, operativas o seguimiento, dentro de las cuales se encuentra la herramienta de mejora Gemba Kaizen, que promueve la búsqueda de soluciones rápidas, a bajo costo y de gran impacto a realizarse durante una semana de trabajo.

La implementación de Gemba Kaizen comienza con una reunión general en la cual se presentan las bases técnicas y teóricas para su ejecución, se definen equipos de trabajo encargados de realizar inspecciones en su Gemba en búsqueda de anomalías u oportunidades de mejoras en sus respectivos procesos. Dicha inspección resulta exitosa, listándose una serie de irregularidades tanto en el sector de lavado como llenado y para la búsqueda de soluciones han sido sometidas a una lluvia de ideas propuestas por los mismos trabajadores.

Posteriormente, las posibles soluciones fueron sometidas a una matriz de decisión, que define si son aplicables a mediano plazo, dan solución efectiva al problema y si estas son aprobadas para su implementación por parte de la gerencia, finalmente del listado se definen aquellas que son aplicables y son definidas como soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Siguiendo con la planificación de la semana Gemba Kaizen, los equipos de trabajo se disponen a probar e implementar en línea los cambios propuestos, dentro de los cuales se encuentra, el lavado interior de bidones con arena, la instalación de piso tipo rejilla en el sector de llenado, el recambio de accesorios y válvulas que presentan fugas y se cambia el funcionamiento de las membranas de osmosis, todas acciones realizadas en dos días de trabajo, tal cual como lo propone el calendario de actividades propuesto al inicio de la semana.

Además, se presenta el rediseño del pipping de la planta, medida definida a mediano plazo, por lo cual su implementación no se considera dentro de las mejoras de la semana Gemba Kaizen, sin embargo, es una propuesta que nace de la inspección y posterior

análisis de anomalías de la herramienta y su pronta ejecución propone una mejor optimización del tiempo y los recursos empleados para la purificación de agua.

Una vez aplicados los cambios, cada equipo inspecciona el sector de llenado y lavado, para comprobar los resultados, uno de los pasos finales de Gemba Kaizen, con lo cual se logra dar cuenta de lo siguiente: Disminución de 31 % de bidones a reciclar, el aumento en un 173,6 % en el caudal de agua purificada, que conlleva en una reducción que bordea 65 % de costos de producción, además de aumentar la percepción de seguridad y limpieza por parte de los trabajadores en el sector de llenado, eliminando condiciones subestándar en el lugar y hasta la fecha no se han vuelto a registrar accidentes por caída.

Finalmente se ha realizado un análisis económico de los cambios realizados en la planta purificadora y lo positivo que han sido los resultados, resaltando una disminución considerable de los gastos variables durante la producción consiguiendo un ahorro aproximado de \$ 300.000 mensuales por concepto consumo de agua potable y se plantea una inversión de \$ 2.500.000 para realizar el cambio en el diseño de la red y la compra de la máquina para lavar bidones, inversión que puede ser recuperada en un plazo menor a los 2 meses correspondiente al año 2022, manteniendo una buena rentabilidad en la planta purificadora.

A modo de recomendación, se deja estipulada la necesidad de realizar los cambios a mediano y largo plazo en la planta purificadora; y en caso de no querer realizar la inversión propuesta ya que el primer periodo resulta con utilidades negativas, se recomienda analizar la posibilidad de optar a un crédito bancario para la ejecución de los cambios propuestos, dado que mejoraría de manera considerable los tiempos de producción y se conseguiría una mejor optimización de las membranas de osmosis a un costo relativamente bajo, al no considerar el gasto en mano de obra adicional a la perteneciente a Megacontrol Ltda., empresa del rubro de la construcción propietaria de la planta purificadora de Agua Consciente Chile, sin dejar de mencionar la gran utilidad de los indicadores de flujo para el mantenimiento de las membranas y la posibilidad de conocer la eficiencia conseguida a la hora de purificar agua.

BIBLIOGRAFÍA

Liker, J. K., & Arbós, C. L. (2006). Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo (OPERACIONES). Gestión 2000.

Hernández J.C, (2013). Lean Manufacturig: Conceptos, Técnicas e Implementación. EOI

Meza J, (2013). Evaluación financiera de proyectos (3a ed.). ECOE

Cárdenas, L. ¿Chilenos quieren "verse y sentirse bien"? Consumo de agua embotellada aumenta 111% en última década y bebidas gaseosas caen. LA TERCERA.

Gemba Academy. Introducción a Kaizen:<https://www.gembaacademy.com/es/blog/2019/05/17/introduccion-a-kaizen>

Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena oficial NCh409/1. Of. 2005: <https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh409.pdf> Norma Chilena NCh 409

Ministerio de salud de Chile. Decreto sanitario 977/96: [https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015\(1\).pdf](https://www.minsal.cl/sites/default/files/files/DECRETO_977_96%20actualizado%20a%20Enero%202015(1).pdf)

Importadora Dalí. Dispensadores de agua: <https://importadoradali.cl/linea-agua/dispensadores-basicos/>

Texpro. Material filtrante: <https://aguas.texpro.cl/insumos/#1554338689472-042f3510-dec1>

Texpro. Kit medición: <https://aguas.texpro.cl/insumos/#1554338626821-030a1022-799a>

Texpro. Filtro de polipropileno: <https://aguas.texpro.cl/insumos/#1555770872418-c6fa00cd-670e>

Aquatroltech. Válvulas: <https://aquatroltech.com/product-category/valves/aqt-56/>

Sodimac. Medidores de agua: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/category/cat90033/medidores-de-agua-y-complementos/>

Omega. Medidores de flujo: https://cl.omega.com/pptst/FL6100A_6300A.html
Tratamiento y filtros de agua. Cómo leer la proyección de funcionamiento de un equipo de Osmosis Inversa. Caso Hydranautics Parte II:
<http://www.tratamientoyfiltrosdeagua.com/html/index.php/noticias/433-c%C3%B3mo-leer-la-proyecci%C3%B3n-de-funcionamiento-de-un-equipo-de-osmosis-inversa-caso-hydranautics-parte-ii>

Importadora SACI. Máquina lavadora de bidones: <https://www.saciimportadora.cl/producto/lavadora-de-botellones-de-20-litros/>

Banco central de Chile. Indicadores diarios:

<https://si3.bcentral.cl/indicadoressiete/secure/IndicadoresDiarios.aspx>

Banco central de Chile. Tasa libre de riesgos:

https://si3.bcentral.cl/informativodiario/secure/series_informativo.aspx?cod_cuadro=TAS_BON_CLP

Banco central de Chile. Indicador IPSA:

https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_ESTADIST_MACRO/MN_EST_MACRO_IV/PEM_INDBUR/PEM_INDBUR?cbFechaInicio=2011&cbFechaTermino=2021&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=

Banco central de Chile. Prima de riesgo país:

https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Canasta?cbFechaInicio=2020&cbFechaTermino=2021&cbFrecuencia=ANNUAL&cbCalculo=SIN_SELECCION&cbFechaBase=

Damodaran. Beta unlevered:

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

ANEXOS

ANEXO A: RESOLUCIÓN SANITARIA



RESOLUCIÓN EXENTA N° 1913458165
FECHA: 06/12/2019

VISTOS: Estos antecedentes, la Solicitud de autorización Sanitaria de funcionamiento del LOCAL DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS, ubicado en TOCONCE 1112, RENCA, REGIÓN METROPOLITANA con ingreso en prestación N°1913458165 de fecha 18/11/2019, presentada a esta SEREMI de Salud por MEGACONTROL ELECTRICIDAD Y CONSTRUCCION LTDA, RUT: 76383119-1, representada por Don(a) EDITH MARGOT CANCINO ESPINOZA, RUT: 12409422-4, ambos domiciliados(as) para estos efectos en TOCONCE 1112, RENCA, REGIÓN METROPOLITANA.

CONSIDERANDO, lo informado por funcionario(s) de esta Autoridad Sanitaria en el acta de inspección N° 1913458165/1 con fecha 30/11/2019.

Y TENIENDO PRESENTE lo dispuesto en el Código Sanitario y sus reglamentos, aprobado por el D.F.L. N° 725/67, del Ministerio de Salud; el Reglamento Sanitario de los Alimentos, aprobado por el Decreto Supremo N° 977/96 del Ministerio de Salud; y en uso de las facultades que me confiere el Decreto con Fuerza de Ley N° 1 de 2005, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto Ley 2763/79 y Decreto Supremo N° 136/04 del Ministerio de Salud, que aprobó el Reglamento Orgánico de dicha Secretaría de Estado, dicto la siguiente:

RESOLUCIÓN

1. AUTORIZASE el funcionamiento del LOCAL DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS, ubicado en TOCONCE 1112, RENCA, REGIÓN METROPOLITANA, para el(los) siguiente(s) fin(es):

- ELABORAR AGUAS TRATADAS

2. TENGASE PRESENTE que la autorización contenida en el presente instrumento, considera las siguientes características de la instalación, cuya modificación deberá contar con la Autorización de la Autoridad Sanitaria correspondiente:

- SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA (48 MT CUADRADOS)

3. DEJESE ESTABLECIDO que todo alimento que se elabore, procese, almacene, distribuya, comercialice, o transfiera, y sus materias primas, deben provenir de establecimientos o instalaciones autorizadas por la Autoridad Sanitaria competente, de acuerdo a lo dispuesto en el Reglamento Sanitario de los Alimentos.

4. La presente resolución acredita el cumplimiento de los requisitos sanitarios de la instalación, para desarrollar el(los) fin(es) indicados en numerales precedentes, en base a lo cual podrá optar a su patente de ELABORADORA DE AGUA POTABLE TRATADA, SIN GAS, ante la Ilustre Municipalidad de RENCA,

ANOTESE Y NOTIFIQUESE
ORDEN DEL SEREMI DE SALUD
REGION METROPOLITANA
SEGUN RESOLUCIÓN N° 402/2011 - 115/2018 - 1239/2018



MARCELA GONZALEZ YAÑEZ
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGION METROPOLITANA



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE SALUD

ANEXO B: ESPECIFICACIONES CAUDALÍMETRO FL 6000A

ECONÓMICOS CAUDALÍMETROS EN LÍNEA
CAPACIDADES: 0,2 a 15 GPM de agua
0,2 a 15 GPM de aceite

Serie FL-6000A



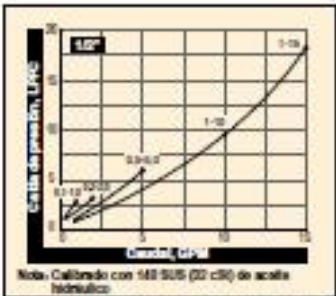
- ✓ ±2% Precisión a escala completa
- ✓ ±1% repetibilidad
- ✓ Lectura directa de aceite y agua
- ✓ Buena estabilidad de la viscosidad
- ✓ Se monta en cualquier posición
- ✓ Presión nominal: 241,3 bares (3.500 psig)
- ✓ Rango de temperatura: 116 °C (240 °F)
- ✓ Conectores verticales para montaje en línea
- ✓ Para líquidos transparentes u opacos

La Serie FL-6000A de caudalímetros de uso general está diseñada para proporcionar una indicación de caudal económica y exacta, para aceite y agua. Estos caudalímetros industriales utilizan un tipo de montaje de tipo muelle y pistón, que permite montarlos en cualquier posición y proporciona inmunidad a cambios en la viscosidad. Los medidores FL-6000A pueden utilizarse en ambientes extremos hasta 241,3 bares (3.500 psig) y 116 °C (240 °F).

ESPECIFICACIONES
Precisión: ±2% escala completa
Repetibilidad: ±1%
Conexión: 1/2 FNPT
Dimensiones: Unidades de 60,96 x 53,34 mm (2,4 x 2,1") para 116 °C (240 °F)
Longitud: 168 mm (6,6") todas las unidades
Presión máxima: 241,3 bares (3.500 psig)
Temperatura máxima: Estándar: 116 °C (240 °F) Opcional: 204 °C (400 °F)
Peso del envío: Aceite: 0,57 kg (1,25 libras) Agua: 1,18 kg (2,60 libras)
Piezas húmedas: Muelle de acero inoxidable 302 (unidades de aceite) o de acero inoxidable 302 (unidades de agua), juntas tóricas de FKM, sellos de polietileno/cerámica magnética. Las unidades de aceite tienen cuerpo de aluminio, y las de agua de latón.



El modelo FL-6105A se muestra en un tamaño inferior al real.



Caída de presión: Pérdidas de presión aproximadas en medidores utilizando aceite a temperaturas normales y bajas. Añadir 10% a la presión para un flujo de agua.

Para hacer su pedido, visite es.omega.com/fl6100a_6300a para consultar precios y detalles

N.º de modelo	Caudal de LPM (GPM)	Medio/Gravedad específica
FL-6102A	0,8 a 7,5 (0,2 a 2)	Aceite/0,876
FL-6105A	2 a 19 (0,5 a 5)	Aceite/0,876
FL-6110A	3 a 37 (1,0 a 10)	Aceite/0,876
FL-6115A	3 a 57 (1,0 a 15)	Aceite/0,876
FL-6302ABR	0,8 a 7,5 (0,2 a 2,0)	Agua/1,0
FL-6305ABR	2 a 19 (0,5 a 5)	Agua/1,0
FL-6310ABR	3 a 37 (1,0 a 10)	Agua/1,0
FL-6315ABR	3 a 57 (1,0 a 15)	Agua/1,0

Completo de serie con manual del operador.
Para unidades con muelles SSPP, añada el sufijo "-SSPP" al número de modelo; sin cargo adicional.
Para unidades de 204°C (400°F), añada el sufijo "-H" al número de modelo, con coste adicional para unidades de aceite y de agua.
Ejemplos de pedidos: FL-6105A, caudalímetro de aceite, 5,0 GPM.
FL-6115A, caudalímetro de aceite 15 GPM.

Fuente: Omega Engineering Inc.