

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

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA
PURIFICADORA**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional
de INGENIERO DE EJECUCIÓN EN CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Wilson Rodrigo Alvarez Luna

Profesor Guía:

Mag. Guelis Montenegro Zamora.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA PURIFICADORA

Nombre del candidato(a): Wilson Alvarez Luna

Carrera / Grado: ING. DE EJEC. EN CONTROL E INSTR. IND.

Campus: Viña del Mar Departamento: Departamento de Electrotecnia e Informática (ELINF)

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Guelis Montenegro Zamora, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 03 / 12 / 2025

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03-12-25

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo constante y por darme la fuerza para alcanzar esta meta tan importante en mi vida. A mis hijos, por ser mi inspiración diaria y recordarme que cada esfuerzo vale la pena. A mi pareja de vida, Carolina Ortiz, por su amor inquebrantable, paciencia y compañía en cada paso de este camino. A mis padres, por ser mi sostén y guía.

De igual manera, agradezco profundamente al Profesor Guelis Montenegro, cuya dedicación, preocupación constante y palabras de aliento fueron esenciales para completar este trabajo de titulación. Su apoyo y confianza me impulsaron a seguir adelante y a superar cada desafío con determinación.

RESUMEN

KEYWORDS: AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO, CONTROL DE NIVEL ON/OFF, DIAGRAMA P&ID.

En este trabajo se planteará el desarrollo de la solución efectiva que permitirá satisfacer la necesidad de aumentar la producción y subsanar las deficiencias de algunas etapas de producción de una pequeña y mediana empresa localizada en la región de Atacama.

Se realizará un análisis de cada etapa del proceso de producción para visualizar las debilidades existentes y que son necesarios mejorar para evitar pérdidas y aumento de producción, a través de un análisis de requerimientos y factores asociados, que permitirá definir una solución adecuada a la necesidad del problema.

Se dará a conocer una solución técnica con el desarrollo de un diagrama de instrumentación con la identificación de los sensores requeridos y actuadores a controlar, mediante un controlador lógico programable, para luego seleccionar la respectiva instrumentación que se requiere para cumplir con la solución efectiva que se planteará durante el desarrollo de este estudio.

Finalmente, se desarrollará un análisis económico del proyecto, que permitirá analizar la inversión que se requiere y la resultante de producción de la alternativa planteada y seleccionada.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES	2
1. ANTECEDENTES GENERALES	3
1.1 AGUA&HIELO CANDELA	3
1.2 PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE	4
1.2.1 Etapa de Almacenamiento de agua potable	4
1.2.2 Etapa de purificación de agua potable	5
1.2.3 Almacenamiento agua purificada	9
1.2.4 Lavado de bidones, llenado y sellado	10
1.2.5 Almacenamiento de bidones y distribución	11
1.3 PROBLEMÁTICA	11
1.3.1 Descripción del problema	13
1.3.2 Importancia de resolverlo	14
1.3.3 Involucrados	14
1.4 REQUERIMIENTOS GENERALES DEL PROYECTO	15
1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	15
1.5.1 Alternativa de solución N°1: mantener condición actual	15
1.5.2 Alternativa de solución N°2: Invertir en módulo de llenado de bidones	16
1.5.3 Alternativa de solución N°3: Diseño de un sistema control de funciones de operación mediante un módulo lógico programable con I/O digitales	16
1.6 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	16
1.6.1 Alternativa seleccionada	17
1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO	17
1.7.1 Objetivo general	17
1.7.2 Objetivos específicos	17
CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	19
2. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	20
2.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE CONTROL	20
2.2 CONTROL REQUERIDO PARA CADA ETAPA	21
2.2.1 Etapa de llenado de estanque con agua no tratada (red de distribución)	21
2.2.2 Etapa de llenado de estanque con agua purificada	23
2.2.3 Etapa de llenado de bidones de 20 Lts	25
2.3 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL A DISEÑAR	26
2.3.1 Módulo Lógico 6ED1052-1MD08-0BA2	26
2.3.2 Fuente de alimentación conmutada integrada (SMPS) RS PRO	27
2.3.3 Electroválvula motorizada con llave de bola bidireccional IP50 12-24VDC DN25:	28
2.3.4 Válvula con boquilla llenadora de bidones de 20 Lts	29
2.3.5 Sensor de nivel inductivo	30

2.3.6	Sensores de posición	30
2.3.7	Cilindro electromecánico doble efecto	31
2.3.8	Actuadores existentes	32
2.4	IDENTIFICAR LAS SEÑALES DE I/O DE CONTROL	33
2.5	DISEÑO DIAGRAMA P&ID UNIFICACIÓN DE LAZOS	35
2.6	DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL DE LAS ETAPAS DE LLENADO	36
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA		39
3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	40
3.1	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	40
3.1.1	Costos de mano de obra	40
3.1.2	Costos de materiales	43
3.2	COSTOS DE AUMENTO DE DOTACIÓN PARA AUMENTAR PRODUCCIÓN.	44
3.3	COSTO DE INVERSIÓN DE MÓDULO DE LLENADO SEMIAUTOMÁTICO.	46
CONCLUSIONES		47
BIBLIOGRAFÍA		48
ANEXOS		50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Imagen corporativa empresa Agua&Hielo Candela	3
Figura 1-2. Etapas, elemento sensor y actuadores empresa Agua&hielo Candela	4
Figura 1-3. Bomba eléctrica de entrada	5
Figura 1-4. Proceso de purificación de agua planta marca DALI	6
Figura 1-5. Filtro de arena	6
Figura 2-1. Resumen del proceso y visualización de actuadores	21
Figura 2-2. Módulo Lógico Programable Seleccionado	26
Figura 2-3. Módulo de ampliación Seleccionado	27
Figura 2-4. Fuente de poder conmutada 12VDC/12,5 A/150 W	27
Figura 2-5. Electroválvula Seleccionada	28
Figura 2-6. Conexionado Electroválvula Seleccionada	28
Figura 2-7. Boquilla de llenado con reflujo	29
Figura 2-8. Funcionamiento sistema de llenado	30
Figura 2-9. Sensor de nivel inductivo	30
Figura 2-10. Interruptor por contacto para detectar posicionamiento de cada uno de los bidones ubicados para su llenado	31
Figura 2-11. Secuencia de cilindro en proceso de llenado de bidones	31
Figura 2-12. Estructura actuador lineal electromecánico seleccionado	32
Figura 2-13. Bomba eléctrica de entrada	33
Figura 2-14. Bomba eléctrica de salida	33
Figura 2-15. Conexiones de Sensores digitales	34
Figura 2-16. Combinación de módulos e identificación de entradas y salidas	34
Figura 3-1 Carta Gantt proyecto	42
Figura 3-2. Organigrama actual	45
Figura 3-3. Organigrama modificado	45

ÍNDICE DE DIAGRAMA

Diagrama 1-1. Etapas de producción empresa Agua&hielo Candela	12
Diagrama 1-2. Organigrama empresa Agua&hielo Candela	3
Diagrama 2-1. Etapas que requieren control en color verde	20
Diagrama 2-2. Diagrama de lazo de control de nivel alto de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1	22
Diagrama 2-3. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel alto seguridad de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1	22
Diagrama 2-4. Diagrama de lazo de control de nivel bajo de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1	23
Diagrama 2-5. Diagrama de lazo de control de nivel de agua purificada en estanque de salida, lazo 2	23
Diagrama 2-6. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel alto seguridad de agua purificada en estanque de salida, lazo 2	24
Diagrama 2-7. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel bajo de agua purificada en estanque de salida, lazo 2	24
Diagrama 2-8. Diagrama de lazo de control de llenado de bidones de 20 Lts, lazo 3	25
Diagrama 2-9. Secuencia del proceso de llenado con sus respectivos tiempos	26
Diagrama 2-10. Diagrama P&ID de control etapas de llenado planta Purificadora de agua	36
Diagrama 2-11. Diagrama lógico de control etapas de llenado planta Purificadora de agua	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Características técnicas bomba de entrada.	5
Tabla 1-2. Características técnicas bomba de salida.	9
Tabla 1-3. Requerimientos del proyecto.	15
Tabla 1-4. Escala de calificación de alternativas.	16
Tabla 1-5. Evaluación de alternativas	17
Tabla 2-1. Características técnicas bomba de entrada.	32
Tabla 2-2. Características técnicas bomba de salida.	33
Tabla 2-3. Lista de señales entrada según operación	34
Tabla 2-4. Lista de señales de salidas	35
Tabla 2-5. Lista de señales de entradas	35
Tabla 3-1. Costos de Mano de Obra	41
Tabla 3-2. Costos de PLC y dispositivos asociados	43
Tabla 3-3. Resumen de costos de implementación del proyecto	44
Tabla 3-4. Costo anual incorporación de 2 operarios	45
Tabla 3-5. Costo de inversión módulo semiautomático de llenado con tapador	46

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS

I/O	:	Entradas/Salidas
DI	:	Entrada Digital
AI	:	Entrada Análoga
DO	:	Salida Digital
HMI	:	Interfaz Hombre-Máquina.
PLC	:	Control Lógico Programable.
PHAC01	:	Perforadora Hidráulica Atlas Copco 01
IPC	:	Índice de Precios de Consumo
PYME	:	Pequeña y mediana empresa.
UV	:	Rayos ultravioleta
ADN	:	Ácido desoxirribonucleico
COV	:	Compuesto orgánico volátiles
P&ID	:	Diagrama de tuberías e instrumentación
Filtro PP	:	Filtro de sedimentos de polipropileno
PYME	:	Pequeña y Mediana Empresa
BBA	:	Bomba
MQTT	:	Transporte de telemetría de mensajes de colas
NA	:	Normalmente abierto
NC	:	Normalmente cerrado

B. SIMBOLOGÍAS

%	:	Porcentaje
°C	:	Grados Celsius
A	:	Amper
AC	:	Corriente Alterna
cm	:	centímetro
DC	:	Corriente Directa o continua
Grs	:	Gramos
Hrs	:	Horas
Hz	:	Hertz
Kg	:	Kilogramos
Lts	:	Litros
Lts/Hrs	:	Litros por horas
m	:	metro
Mpa	:	Megapascal
N	:	Newton

PPM : partículas por Millón
Seg : Segundo
V : Voltaje
VAC : Voltaje corriente alterna
W : Watts o potencia
 μ : Micra

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en la región de Atacama, específicamente en la comuna de Copiapó se cuenta con una gran cantidad de empresas dedicadas a la purificación de agua potable, quienes ofrecen un producto con baja cantidad de minerales y sedimentos, es decir aplican un proceso de purificación al agua potable entregada por la red de distribución de la región.

La comuna de Copiapó se caracteriza por tener el agua con mayor dureza del país en donde se supera los 900 PPM (partículas por Millón) con una gran concentración de carbonato de calcio y otros minerales. Esta dureza de agua es percibida por la población a través de su cambio de sabor, turbiedad del agua al momento de ser almacenado en un recipiente transparente (vaso u otros), afloramiento de sarro o torva en grifería y en artefacto eléctrico que se utilizan para aumentar la temperatura del agua, en algunos casos hasta el punto de ebullición (hervidores, calefón, entre otros).

Ante esta problemática comunal y regional, en el año 2018 nace la empresa Agua&hielo Candela, cuya empresa cuenta con una planta purificadora mediante el proceso de osmosis inversa, con la finalidad de mejorar la calidad de agua entregada por la empresa distribuidora de agua potable regional Nueva Atacama, para luego ser comercializada en envases de 20 Lts y adicionalmente en hielo en cubo embolsadas en kilogramo.

El producto final de esta empresa es de muy buena calidad alcanzando una purificación de agua de un promedio de 20 a 25 PPM, en cambio sus competidores alcanzan valores entre 60 PPM a 200 PPM.

La capacidad máxima de producción de la planta purificadora es de 500 bidones (envase de 20 Lts) diarios, pero el promedio de producción alcanzada es de 200 bidones.

El objetivo de Agua&hielo Candela es lograr el promedio máximo de producción, para ello se evaluarán diferentes alternativas, en la cual se seleccionará solo 1 alternativa que deberá ser la más adecuada y permitirán aumentar la producción, ya que actualmente no es posible de lograr debido a varios factores que serán mencionados en el desarrollo de este trabajo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 AGUA&HIELO CANDELA

Es una pequeña empresa familiar, fundada en el año 2018, localizada en la región de Atacama específicamente en la comuna de Copiapó, domiciliada en Dagoberto Godoy 2173 población Manuel Rodríguez. En la figura 1-1 se visualiza el logo corporativo.



Fuente: Agua&hielo Candela

Figura 1-1. Imagen corporativa empresa Agua&Hielo Candela

Esta pequeña y mediana empresa se encuentra conformada por 4 personas según el organigrama organizacional del diagrama 1-2.



Fuente: Elaboración Propia

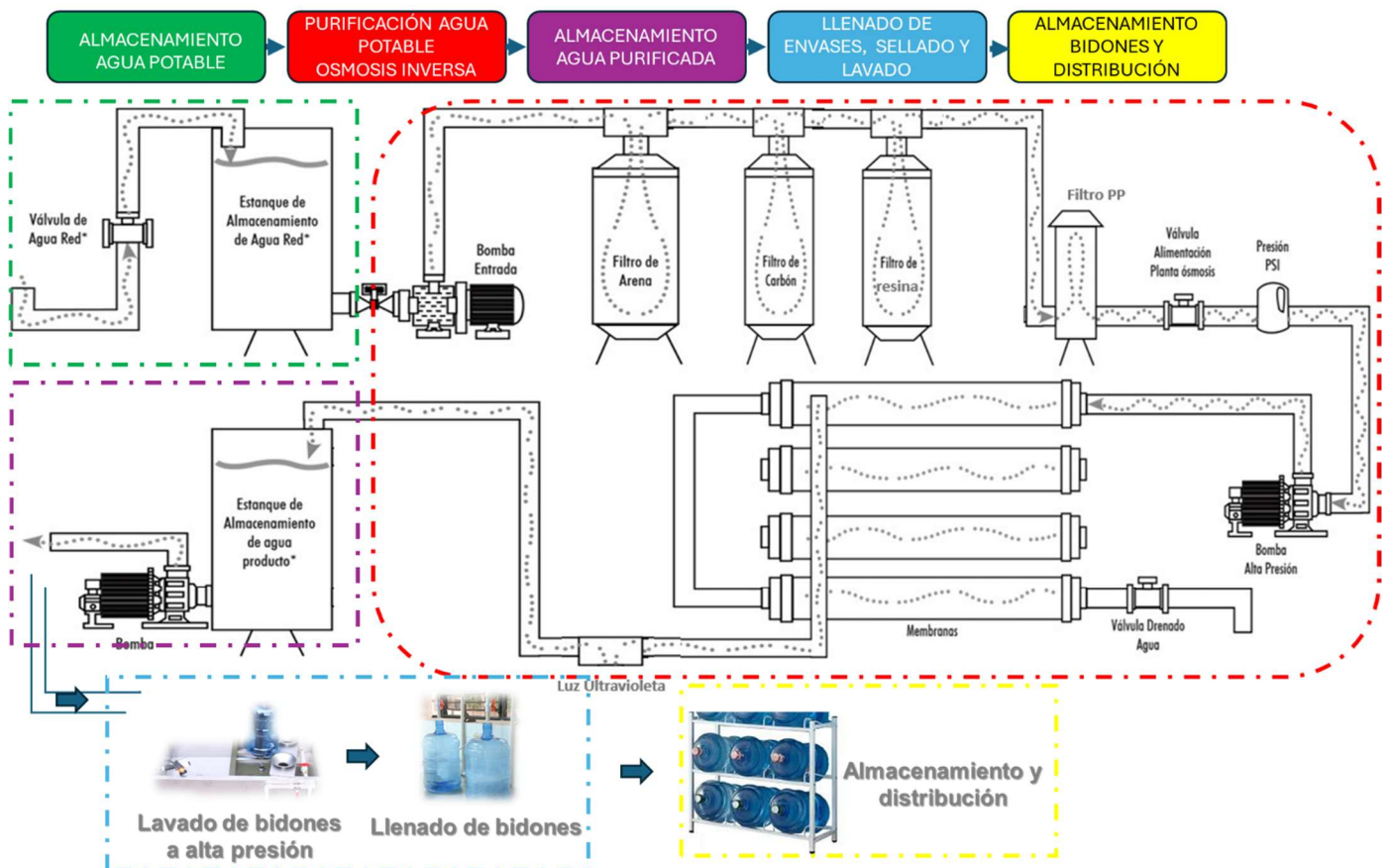
Diagrama 1-1. Organigrama empresa Agua&hielo Candela

Esta empresa se especializa en la producción y venta de agua purificada embotellada en envases de 20 Lts y fabricación de cubos de hielo de 30 grs en bolsas de 1 kilogramo. (En este estudio se excluirá la etapa de fabricación de hielo envasado).

La necesidad principal de Agua&hielo Candela es aumentar la producción de agua purificada y envasada en bidones de 20 Lts al más bajo costo posible sin impactar la misma calidad de agua entregada actualmente.

1.2 PROCESO DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE

El proceso de purificación de agua de la empresa Agua&hielo Candela se conforma en 5 etapas, las cuales se detallan cada una de ellas mencionando todos sus elementos, instrumentos y actuadores que la componen actualmente como se muestra en la figura 1-2.



Fuente: Elaboración Propia y manual de instrucciones planta de osmosis inversa DALI

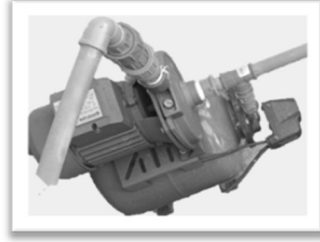
Figura 1-2. Etapas, elemento sensor y actuadores empresa Agua&hielo Candela

1.2.1 Etapa de Almacenamiento de agua potable

Esta etapa es la encargada de almacenar el agua potable que proviene directamente de la red de distribución pública de la región empresa Nueva Atacama, este estanque tiene una capacidad de almacenamiento de 18.000 Lts. El proceso de llenado de este estanque es de manera convencional, en donde el encargado de la planta realiza la apertura o cierre de la válvula de bola manual cuando el nivel llega a su límite mínimo o máximo respectivamente. El control de llenado es visual por lo cual se debe estar atento cuando el nivel de agua llega a su máximo o mínimo permitido o establecido, para evitar posible rebalse o bien funcionamiento de la bomba en vacío.

El agua almacenada en este estanque es impulsada a la etapa de purificación y filtrado, mediante la bomba de entrada según como se muestra en la figura 1-3.

Esta bomba también es controlada de forma manual por el encargado de la planta, quien debe estar atento a su activación o desactivación mediante una botonera cuando se requiera agua potable al sistema de purificación o bien el estanque de agua purificada lleve a su máximo nivel.



Fuente: Elaboración Propia fotografía capturada de la planta

Figura 1-3. Bomba eléctrica de entrada

Tabla 1-1. Características técnicas bomba de entrada.

Bomba presurizadora de línea de agua	
Capacidad	1560 Lts/Hrs
Potencia de consumo	120W
Tipo de energía	220 VAC monofásico

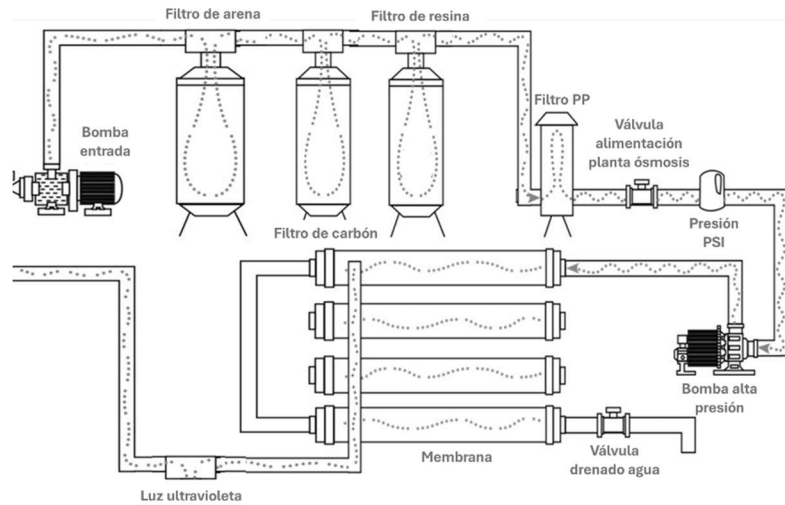
Fuente: Elaboración Propia

1.2.2 Etapa de purificación de agua potable

El agua sin tratar, que proviene de la red de distribución pública, se almacena en su respectivo estanque y se transporta producto de la presión ejercida por la bomba eléctrica de entrada, hacia los filtros de arena, carbón activado y resina catiónica, donde se eliminan grandes impurezas, sustancias en suspensión y parte de coloides de materia orgánica.

Posteriormente, el agua ingresa al módulo de filtros PP, donde se eliminan los residuos mayores a 3μ (micras), mejorando la calidad del agua.

El agua ya filtrada ingresa finalmente al sistema de ósmosis inversa, gracias a la bomba de alta presión. En esta etapa, a través de membranas de ósmosis, se eliminan aproximadamente el 95%-97% de materia inorgánica y la mayoría de la materia orgánica disoluble, coloides y gérmenes, que finalmente son eliminados por completo en la etapa de aplicación de luz ultravioleta. Esta planta tiene la capacidad de elaborar 1000 Lts/hrs de agua purificada.

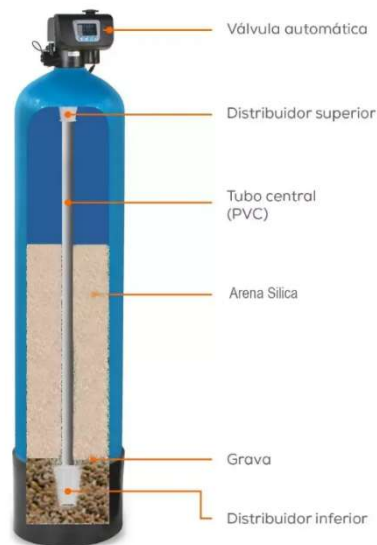


Fuente: Elaboración Propia y manual de instrucciones planta de osmosis inversa DALI

Figura 1-4. Proceso de purificación de agua planta marca DALI

1.2.2.1 Filtro de arena

Dispositivos de filtración altamente efectivos diseñados para mejorar la calidad del agua al eliminar partículas sólidas, sedimentos y contaminantes suspendidos. Estos sistemas funcionan mediante un proceso de filtración física que aprovecha las propiedades de la arena, la antracita y la grava para purificar el agua de manera eficiente como se muestra en la figura 1-5 .



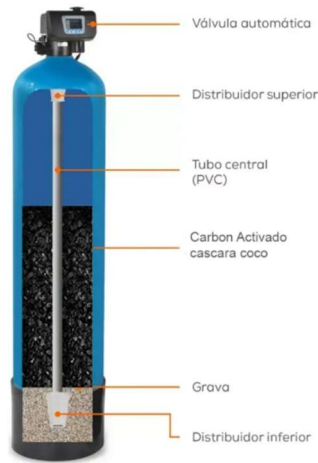
Fuente: <https://www.naturalcoread.com/wp-content/uploads/2023/11/Filtro-de-Arena-para-tratamiento-del-agua-manual-o-automatico.webp>

Figura 1-5. Filtro de arena

1.2.2.2 Filtro de carbón

Herramienta importante en el tratamiento de agua, ya que ayudan a eliminar compuestos orgánicos volátiles (COV) como agentes cancerígenos, pesticidas, herbicidas, los trihalometanos etc. También eliminan químicos como el cloro, cloraminas que son desinfectantes comunes añadidos al agua potable, también elimina sulfuro de hidrógeno. Al eliminar estos

contaminantes mejora el sabor y olores desagradables en el agua potable. En la figura 1-6 se muestra su composición.



Fuente: <https://naturalcoread.com/equipos-tratamiento-del-agua/filtros-de-carbon-activado/>

Figura 1-6. Filtro de Carbón Activado

1.2.2.3 Filtro de resina

Se utiliza en suavizadores de agua para eliminar iones de calcio y magnesio, responsables de la dureza del agua. Esto ayuda a prevenir la formación de incrustaciones en tuberías y electrodomésticos. En la figura 1-7 se puede visualizar su etapa de suavización.



Fuente: <https://naturalcoread.com/resina-cationica/>

Figura 1-7. Filtro de Resina

1.2.2.4 Filtro PP

También conocido como filtro de sedimentos de polipropileno, es un dispositivo utilizado para filtrar sedimentos del agua. En la figura 1-8 se puede visualizar que es un cilindro en acero inoxidable donde se introduce una bolsa fabricada con material poroso que retiene micropartículas no deseadas (200, 100, 50, 25, 10, 5 y 1 micras) mientras permite que el fluido pase a través de ella, también incluye un manómetro que mide la presión de trabajo.

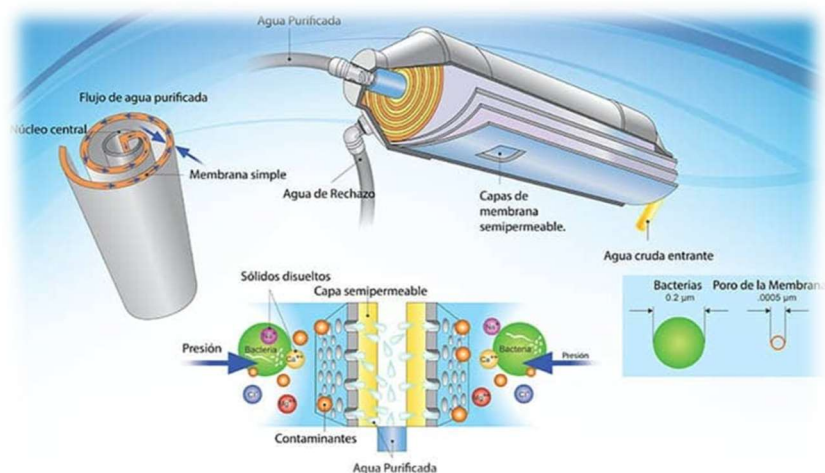


Fuente: manual de instrucciones planta de osmosis inversa DALI

Figura 1-8. Filtro PP

1.2.2.5 Membranas

Las membranas de ósmosis inversa son un tipo de filtro que utiliza la presión para forzar el agua de alimentación, a través de una membrana semipermeable. Es por ello, que este proceso permite eliminar los sólidos disueltos y otros contaminantes de la corriente de alimentación dejando agua más pura (eliminar iones, moléculas u otras partículas de una solución). El término “inverso” se refiere a la dirección del flujo en comparación con la ósmosis tradicional; en lugar de fluir contra la presión, como en la ósmosis convencional, aquí fluye con la presión, como se muestra en la figura 1-9.



Fuente: <https://filtrashop.com/membrana-de-osmosis-inversa-que-es-y-como-funciona/#:~:text=Las%20membranas%20de%20C3%B3smosis%20inversa%20son%20un%20tipo%20de%20filtro,alimentaci%C3%B3n%20deja>

ndo%20agua%20m%C3%A1s%20pura.

Figura 1-9. Membranas de osmosis inversa

1.2.2.6 Luz Ultravioleta

Emite radiación UV que destruye el material genético de virus, bacterias y otros microorganismos presentes en el agua, sin la necesidad de utilizar compuestos químicos. Al hacer contacto con estos microorganismos, la radiación UV penetra su membrana exterior y destruye su ADN, inactivándolos y volviéndolos no patógenos. En la figura 1-10 se puede observar un filtro ultravioleta.



Fuente: <https://naturalcoread.com/lampara-ultravioleta-55w-12-gpm/>

Figura 1-10. Luz Ultravioleta

1.2.3 Almacenamiento agua purificada

En esta etapa el agua tratada o resultante del proceso de purificación ingresa hacia el estanque de agua purificada, donde queda almacenada y es suministrada hacia el proceso de embotellamiento de bidones de 20 Lts., a través de la bomba de agua de salida cuyos datos técnicos se visualizan en la tabla 1-2. En la etapa de llenado del estanque el encargado de la planta controla visualmente el nivel máximo o mínimo, activando o desactivando el proceso de la planta purificadora según el nivel observado desde el exterior según dispositivo mostrado en la figura 1-11.

Tabla 1-2. Características técnicas bomba de salida.

Bomba de salida	
Capacidad	4600 Lts/Hrs
Potencia de consumo	1050W
Tipo de energía	220 VAC monofásico

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-11. Visualización de llenado y vaciado actual en empresa Agua&hielo Candela

1.2.4 Lavado de bidones, llenado y sellado

En esta etapa el operario se encarga de realizar el lavado manual por el exterior de los bidones de 20 Lts como se muestra en la figura 1-12.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-12. Vista actual lavado exterior bidones, empresa Agua&hielo Candela

El lavado interior de los bidones es realizado mediante la utilización de la lavadora semiautomática con activación con pedal para la inyección de agua a alta presión como se muestra en la figura 1-13.



Fuente: <https://aguaplanet.cl/producto/lavadora-de-bidones-semi-automatica-con-guardamotor/>

Figura 1-13. Vista actual lavado interior bidones, empresa Agua&hielo Candela

El llenado de bidones de 20 Lts con agua purificada es realizada por el operario de la planta depositándolo en su respectivo mesón de llenado, en donde posiciona 2 bidones para llenarlo manual y simultáneamente a través de 2 llaves de válvula de bola. La instalación de tapa es realizada por el operario de la planta de forma manual con el apoyo de una maceta de goma para asegurar la correcta instalación. También en esta etapa el operario realiza la instalación del sello termo contraíble cuyo sellado se logra aplicando calor a través de una pistola térmica. En la figura 1-14 se puede visualizar el proceso antes mencionado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-14. Vista actual llenado, instalación de tapa y sellado de bidones, empresa Agua&hielo Candela

1.2.5 Almacenamiento de bidones y distribución

En estas etapas el operario se encarga de ubicar los bidones sellados en el sector de almacenamiento para luego ser cargados en los respectivos vehículos para ser transportados hacia los clientes. En la figura 1-15 se visualiza estantería y transporte.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1-15. Vista actual almacenamiento y transporte, empresa Agua&hielo Candela

1.3 PROBLEMÁTICA

Agua&hielo Candela, es una pequeña empresa que se encuentra constantemente en la búsqueda de mejorar sus procesos, disminuir costos y aumentar la productividad, pero la situación país con respecto a la inflación y la elaboración de agua purificada de alta calidad con respecto a sus competidores de la región, genera que los gastos de operación sea demasiado alto y por la alta competitividad con otras empresa del mismo rubro en la región no ha permitido traspasar estos costos al cliente manteniendo los precios del producto final. Por lo tanto, esta pequeña empresa se ha replanteado en varias oportunidades incrementar su productividad para hacer más rentable el negocio, pero en la situación actual de diseño de la planta, solo le permite la alternativa de aumentar la mano de obra o dotación, la cual fue evaluada, concluyendo que el beneficio final económicamente no sería muy diferente a lo que se genera actualmente con menos cantidad de producción. Ante esta problemática Agua&hielo Candela requiere de una evaluación de sus etapas de producción y buscar una alternativa para aumentar significativamente su producción sin la necesidad de aumentar mano de obra o dotación.

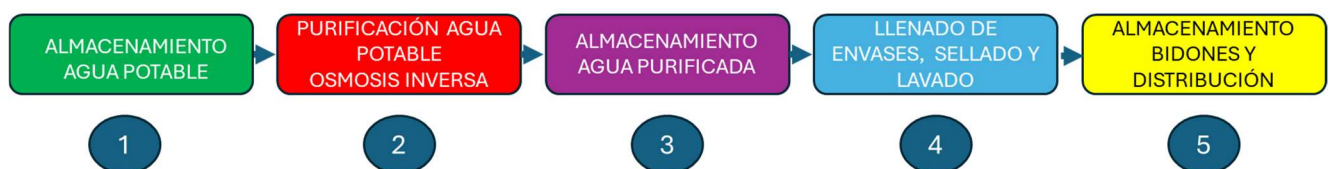
Para lograr realizar una correcta evaluación de la problemática de esta empresa es importante conocer su producción diaria y capacidad máxima que pueda alcanzar a producir.

- Producción diaria de 200 bidones de 20 Lts c/u, logrando una purificación de 20 a 25 PPM de solidos disueltos totales, siendo una de las más bajas en la comuna de Copiapó dado que sus competidores alcanzan valores entre 60 PPM a 200 PPM (medición de comparación de calidad de agua realizada internamente por la empresa Agua&hielo Candela).
- La capacidad máxima de producción de la planta purificadora es de 500 bidones.

También es importante conocer el objetivo de Agua&hielo Candela y factores que no han permitido lograrlo.

- Cantidad máxima de producción manteniendo la misma calidad de agua y dotación,
- Alta competencia de mercado obliga a mantener los precios, los cuales se mantienen desde el año 2019.
- Agua purificada de alta calidad, disminuye la vida útil de los filtros y aumenta el costo de mantenimiento de la planta purificadora.
- Capacidad económica no permite aumentar dotación para lograr mayor producción.
- Impacto de Inflación (IPC) aumenta el costo de producción (materiales, insumos, transporte, etc.).
- Proceso de producción contempla etapas en la que existe un control manual, lo cual obliga a disponer de tiempo e intervención humana.

Finalmente es importante evaluar las etapas del proceso de producción, clasificándose estas en 5 etapas como se observó en la figura 1-2 o como se visualiza en el diagrama 1-1:



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 1-2. Etapas de producción empresa Agua&hielo Candela

La etapa 1 que consiste en el llenado del primer estanque, es controlado visual y manualmente, estando expuesto constantemente a riesgo de sobrellenado o vaciado completo del estanque, obteniendo como resultado daños a equipos o instalaciones.

La etapa 2 que consiste en someter al agua potable a diversos procesos de filtración siendo el método de osmosis inversa el más importante para obtener el producto deseado, esta etapa

contiene un HMI que permite monitorear el sistema gracias a sensores de caudal y controlar la etapa de relavado (limpieza de filtros). En este proceso se requiere la intervención del encargado de la planta para regular manualmente la calidad del producto final y detener el proceso en caso de ausencia de agua en el sistema, por lo tanto, esto podría provocar daños en el sistema al trabajar en vacío.

La etapa 3 permite el llenado del estanque del agua ya purificada, es controlado visual y manualmente, estando expuesto constantemente a riesgo de sobrellenado o vaciado completo del estanque, obteniendo como resultado daños a equipos o instalaciones.

La etapa 4 contempla el proceso de lavado, llenado de bidones, sellado y medición final de sólidos disueltos totales (PPM), todo esto es realizado por la misma persona y de forma manual. Por lo cual esta etapa se encuentra demasiado vulnerable a factores humanos que impactan directamente con la producción como, por ejemplo:

- Descuido durante el llenado, se produce pérdida del producto final.
- Espera de llenado por la realización de otro proceso, Incapacidad para obtener mayor cantidad de bidones con agua purificada diariamente.
- Estado físico y emocional del encargado de la actividad, varía el rendimiento diario.
- Entre otros.

La etapa 5 radica principalmente en el almacenaje de los bidones con agua purificada en el mismo sector en donde se realizará el carguío a los vehículos que trasladarán el producto hacia los clientes.

1.3.1 Descripción del problema

Ante la problemática anteriormente mencionada, esta planta de purificación de agua se encuentra bastante limitada para aumentar su producción y así ser más competitiva y rentable dentro del mercado regional. Esta limitación se debe a la falta de automatización de algunos de sus procesos o etapas claves anteriormente mencionada en este estudio, siendo la más relevante la etapa de llenado de bidones de 20 Lts que actualmente sólo se puede realizar el llenado de bidones simultáneamente y de forma manual a través del operario. Es por esto por lo que nace la alternativa de estudio de un diseño de automatizar la etapa de llenado, con la finalidad de lograr el aumento de llenado simultáneamente y que la apertura y cierre de válvulas se realice de forma autónoma sin necesidad que el operario se encuentre presente durante todo el proceso de llenado de los bidones, también se debe realizar el estudio de automatización de las etapas de llenado/vaciado de los estanques de agua de red (sin tratar) y agua producto (purificada) con la finalidad de dar continuidad al proceso de purificación de agua, proteger las bombas del sistema de los daños que se producen al trabajar en vacío, pérdida de agua por rebalse.

En resumen, se debe evaluar una alternativa de Implementación de automatización y control en las etapas 1-2-3 y 4, en donde se debe evaluar una mejor opción para permitir, entre otras, disminuir las pérdidas de agua purificada, evitar daños a equipos e instalaciones, garantizar la continuidad del proceso de purificación, aumentar la cantidad de llenado de forma simultánea, permitir la realización de otras actividades del trabajador de la etapa 4 .

1.3.2 Importancia de resolverlo

Poder resolver las problemáticas detectadas generará grandes beneficios para la empresa, tales como aumentar la producción significativamente, ofrecer una mayor disponibilidad de los actuadores para tiempos productivos, reduciendo tiempos por mantenimientos correctivos, los cuales son inesperados y siempre de mayor gravedad. Lo más importante permitirá aumentar la producción sin la necesidad de aumentar la mano de obra y manteniendo los mismos estándares de calidad. Además, de lo anteriormente mencionado le permitirá a la empresa evitar tener pérdida del agua ya sea de red o purificada, lo cual en algún descuido del encargado de la planta se convertiría en un impacto ambiental, económico y daño a instalaciones.

1.3.3 Involucrados

Al ser una PYME (Pequeña y Mediana Empresa), se puede decir que afecta prácticamente a toda la empresa y principalmente a los usuarios o consumidores, pero específicamente los involucrados son las personas encargadas del proceso de obtención del producto final.

A continuación, se mencionan los principales entes involucrados en la resolución del problema:

- Encargado de la planta: Principal participante que permitirá entregar información relevante de proceso, deficiencias detectadas, tiempo de los procesos, tiempos de detención de la planta, cantidad de producción, evaluar, analizar y validación de la alternativa propuesta.
- Operario: será el encargado de entregar tiempos de llenado, tiempos perdidos y análisis de la alternativa propuesta.
- Usuarios o consumidores: Conformidad al recibir un producto de calidad (buen sabor, sin turbiedad, sin generación de sarro) y lo más importante capacidad de reacción en la entrega del producto cuando existe una demanda significativa y fuera de lo habitual.

1.4 REQUERIMIENTOS GENERALES DEL PROYECTO

En la Tabla 1-3, se dan a conocer los requerimientos específicos de acuerdo con cada etapa evaluada y componente para dar solución al problema planteado anteriormente.

Tabla 1-3. Requerimientos del proyecto.

REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO			
ITEM	REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO ACEPTACIÓN
Llenado agua red (no tratada)	Control de llenado con nivel mínimo y máximo en estanque de entrada de agua de red.	Este control permitirá mantener una continuidad del proceso de purificación de agua debido que el estanque siempre se mantendrá con recurso hídrico de la red.	Existirá respaldo hídrico en caso de corte no programado de la red de distribución.
			Eliminación de pérdidas por rebalse por descuido del encargado de la planta.
			Continuidad de funcionamiento de la planta de purificación para mantener almacenamiento de recurso hídrico purificado.
			Elimina daño a bomba de entrada por trabajar en vacío
Llenado agua purificada (tratada)	Control de llenado con nivel mínimo y máximo en estanque de entrada de agua purificada	Este control permitirá mantener una continuidad del proceso de llenado de bidones, el estanque siempre se mantendrá con recurso hídrico.	Existirá respaldo hídrico en caso de corte no programado de la red de distribución
			Eliminación de pérdidas por rebalse por descuido del encargado de la planta
			Continuidad de funcionamiento de la planta de purificación para mantener almacenamiento de recurso hídrico purificado.
			Elimina daño a bomba de salida por trabajar en vacío.
Llenado Bidones de 20 Lts	Control de llenado de bidones de 20 Lts y se forma simultánea de 3 unidades.	Este control permitirá llenar los respectivos bidones sin la necesidad de la interacción del operario planta y a la vez aumentará la cantidad de bidones por ciclo de llenado.	Aumentará la producción, manteniendo la misma calidad de agua.
			Eliminación de pérdidas por rebalse por descuido del operario
			Capacidad de repuesta ante una demanda no programada y significativa.
			Capacidad de ampliar aún más la cantidad de llenado simultaneo de bidones (limite capacidad planta de osmosis)

Fuente: Elaboración Propia

1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para dar solución a la problemática se proponen tres alternativas, las cuales deberán ser sometidas a evaluación según criterios pertinentes para escoger cuales son factibles de aplicar, ya sea técnica como económicamente y así finalmente escoger la opción más optima.

1.5.1 Alternativa de solución N°1: mantener condición actual

Mantener la condición actual del equipo, donde el encargado de la planta deberá realizar el control de llenado de los estanques y bidones de forma manual y visual, exponiendo a la empresa a pérdidas de recurso hídrico, económico por daños a equipos e instalaciones, multas o sanciones por los entes fiscalizadores.

1.5.2 Alternativa de solución N°2: Invertir en módulo de llenado de bidones de forma simultánea.

Invertir en un módulo de llenado semiautomático de bidones de 20 Lts de la marca IMPORTLAND, que permite el llenado simultaneo de 3,3 bidones por minutos, obteniendo un total de 200 bidones por hora, con automatización independiente al proceso actual de la planta. Esta alternativa no incluye el control de llenado (on/off) de las etapas de almacenamientos de agua (agua no tratada y agua purificada), por lo cual se debería realizar otra inversión adicional para obtener este control.

1.5.3 Alternativa de solución N°3: Diseño de un sistema control de funciones de operación mediante un módulo lógico programable con I/O digitales

Diseño de un sistema de control de funciones de operación mediante un módulo lógico programable con I/O digitales, incorporar sensores con señales digitales y nuevos actuadores, cuyo control se enlazará al ya existente, sin altos costos de inversión, ya que se invertirá solo en el sistema de control, posible implementación y en algunas modificaciones menores de la planta actual. Esta alternativa contempla aplicar un control en las etapas de almacenamientos de agua (agua no tratada y purificada) y la más importante el proceso de llenado de bidones de 20 Lts.

1.6 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo con las alternativas propuestas anteriormente se evaluarán las mismas de acuerdo con 4 criterios establecidos en la Tabla 1-4, en donde se califica cada criterio con valores del rango de 1 a 5, siendo 1 “Muy deficiente” y 5 “óptimo” como se puede observar en la tabla 1-4 de escala de calificación de alternativas. La suma de cada criterio dará un puntaje total para cada una de las alternativas, donde la solución que obtenga la mayor puntuación será la seleccionada para poner en práctica.

Tabla 1-4. Escala de calificación de alternativas.

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Óptimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1-5. Evaluación de alternativas

CRITERIOS DEL PROYECTO	1	2	3
Innovación	1	5	5
Costo Inversión	1	5	5
Beneficio	1	5	5
Modificaciones a Futuro	1	1	4
Ponderación de Alternativas	4	16	19

Fuente: Elaboración Propia

1.6.1 Alternativa seleccionada

Como se muestra en la Tabla 1-5, la alternativa con mejor evaluación y por lo tanto la seleccionada, corresponde a la alternativa N°3: **“Diseño de un sistema de control de funciones de operación mediante un módulo lógico programable”**

Esta alternativa considera la implementación de un módulo lógico programable, capaz de recopilar las condiciones o estatus de funciones de las etapas a controlar, a través de señales digitales provenientes de sensores, que mediante el procesamiento de una lógica de control (Programa) se controlaran los respectivos actuadores. Este diseño de control permitirá de mediano a largo plazo y si la empresa lo requiere ampliar el control debido a que el controlador programable es modular y permite aumentar sus entradas y salidas. También permitirá enlazar el nuevo control con una pequeña parte del control ya existente o bien a nuevas necesidades como la automatización del proceso de lavado, sellado, etc.

1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para lograr las metas definidas del proyecto se plantean los siguientes objetivos de trabajo:

1.7.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema control de las respectivas etapas de llenado (agua no tratada, agua purificada, bidones de 20 Lts).

1.7.2 Objetivos específicos

- Presentar la problemática y el contexto de Agua & Hielo Candela.
- Seleccionar la instrumentación y/o equipos de acuerdo con los requerimientos del proyecto.
- Desarrollar diagrama P&ID de la solución seleccionada.
- Diseñar diagrama de flujo de control de las etapas de llenado (no tratada, tratada y bidones de 20 Lts).

- Realizar factibilidad económica del diseño de un sistema de control de funciones de operación mediante un módulo lógico programable.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

2. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Antes de iniciar con el desarrollo de la solución seleccionada se debe recordar que las etapas que se requiere aplicar un diseño de un sistema control son las del diagrama 2-1



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama 2-1. Etapas que requieren control en color verde

Teniendo claro las etapas, se deberá proceder al desarrollo de lo siguiente para lograr el respectivo diseño de un sistema de control:

- Generalidades del sistema de control
- Control requerido para cada etapa.
- Identificación de componentes del sistema de control a diseñar
- Identificar las señales de I/O de control
- Diseño diagrama P&ID unificación de lazos
- Diseñar diagrama de flujo de control de las etapas de llenado (no tratada, tratada y bidones de 20 Lts).

2.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA DE CONTROL

Desde el punto de vista de la teoría, un sistema de proceso de control se encuentra conformado por un conjunto de elementos relacionados entre sí que ofrecen señales de salida en función de señales o datos de entrada.

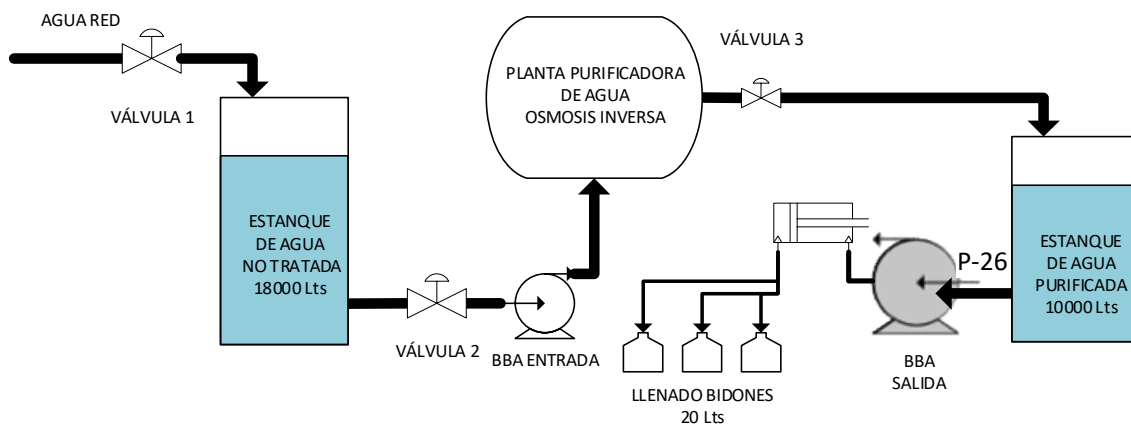
Es importante resaltar el hecho de que no es necesario conocer el funcionamiento interno, o cómo actúan entre sí los diversos componentes, para caracterizar el sistema. Para ello sólo se precisa conocer la relación que existe entre la entrada y la salida del proceso que realiza el mismo. El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir, como se comporta la señal de salida frente a una variación en la señal de entrada.

Un conocimiento preciso de la entrada versus salida permite predecir la respuesta del sistema y definir la acción de control adecuada para obtenerla. De esta manera el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, puede ajustar la acción de control para conseguir el objetivo final.

En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte como se desea, mediante un resultado de medición específico.

2.2 CONTROL REQUERIDO PARA CADA ETAPA

Antes de iniciar con el análisis de control de cada etapa identificadas con necesidad de automatizar, es necesario mostrar gráficamente los actuadores a utilizar en cada proceso como se muestra en la figura 2-1 para que se pueda lograr entender los lazos de control que se mencionaran dentro de este capítulo.



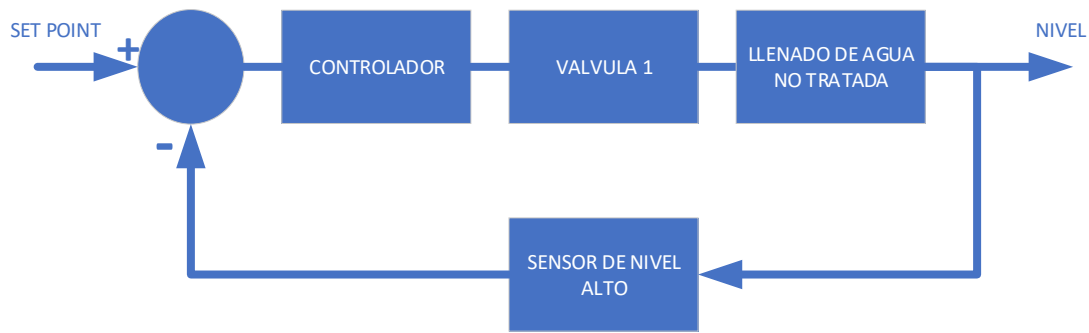
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-1. Resumen del proceso y visualización de actuadores

2.2.1 Etapa de llenado de estanque con agua no tratada (red de distribución)

En esta etapa es necesario diseñar un control On/off de nivel sin histéresis para evitar pérdidas por sobrellenado, por lo cual se requiere mantener el nivel de agua no tratada en el nivel máximo de llenado en donde el sensor de nivel alto (ON/OFF) solo se activará cuando llegue al set point establecido para que el controlador pueda asumir que debe desactivar la válvula de llenado. Cuando el nivel de agua este bajo del set point el controlador asumirá que debe continuar con el llenado manteniendo activo el actuador.

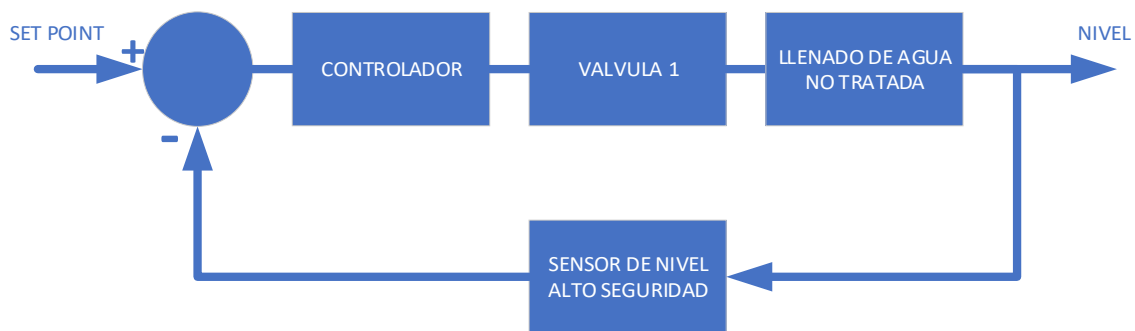
A continuación, se observará diagrama 2-2 .



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-2. Diagrama de lazo de control de nivel alto de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1

Adicional al lazo anteriormente mencionado, se requiere a modo de seguridad un control de protección en caso de falla del lazo del diagrama 2-2, cuyo control es igual al lazo antes mencionado con la diferencia que existe un set point por sobre del establecido en el lazo anterior.

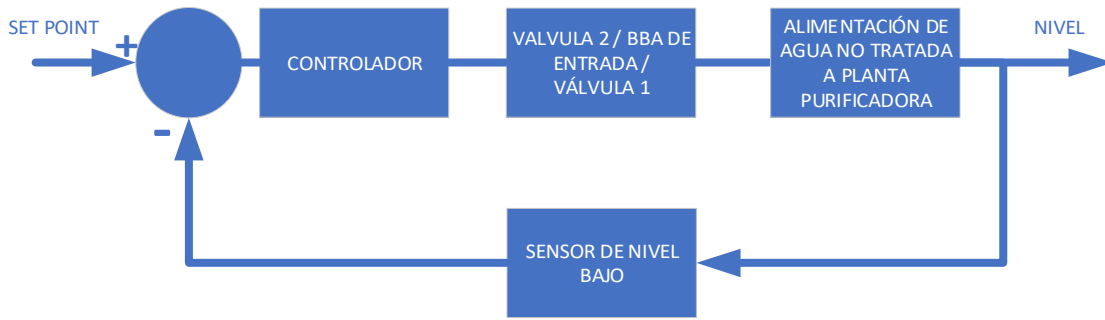


Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-3. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel alto seguridad de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1

Para evitar que la bomba de entrada trabaje en vacío por vaciado completo del estanque al momento de inyectar agua al proceso de purificación se deberá establecer un control de nivel bajo, cuyo lazo de control consiste que el controlador a través de la señal que enviará el sensor de nivel bajo desactive la válvula 2, también la bomba de entrada y active la válvula 1.

A continuación, se observará un diagrama de lazo de control.



Fuente: Elaboración propia

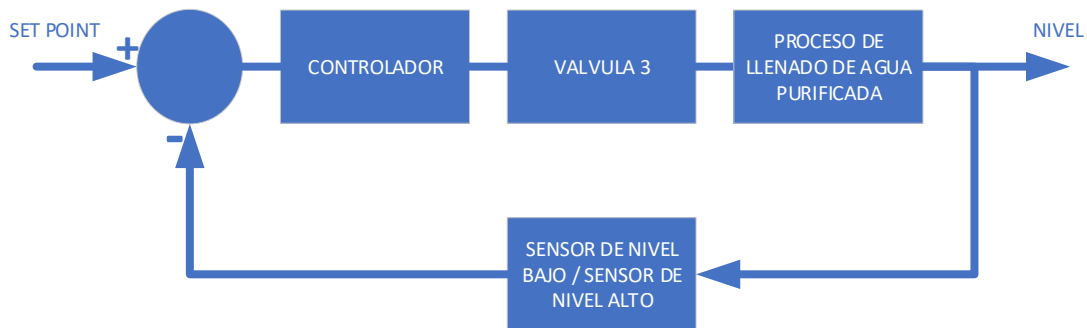
Diagrama 2-4. Diagrama de lazo de control de nivel bajo de agua no tratada en estanque de entrada, lazo 1

2.2.2 Etapa de llenado de estanque con agua purificada

En esta etapa es necesario diseñar un control de nivel para evitar pérdidas por sobrellenado, por lo cual se requiere mantener el nivel de agua purificada dentro de un rango mínimo y máximo con la finalidad de evitar daños a la planta de purificación por lapso de trabajo reducidos, por lo que se recomienda que la diferencia de rango máximo y mínimo no sea inferior a los 2000 Lts, considerado que la planta purificadora tiene una capacidad de producción de 1000 Lts/Hrs.

El llenado de agua purificada se activará siempre y cuando el sensor de nivel bajo alerte al controlador para que active el proceso de llenado, cuyo proceso se desactivará cuando el nivel de agua llegue hasta el sensor de nivel alto, quien avisará al controlador para que desactive el proceso de llenado (Válvula 3).

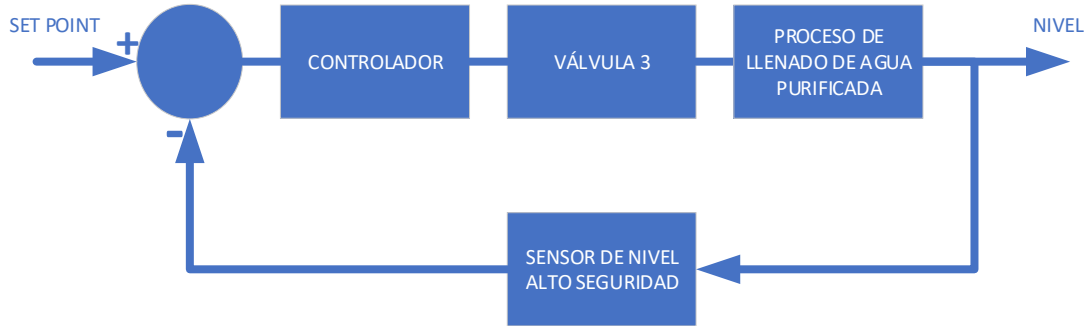
A continuación, se observará un diagrama de lazo de control.



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-5. Diagrama de lazo de control de nivel de agua purificada en estanque de salida, lazo 2

Adicional al lazo anteriormente mencionado, se requiere a modo de seguridad un control de protección en caso de falla del lazo del diagrama 2-6, cuyo lazo consiste en no superar el valor de set point de nivel alto seguridad, donde el sensor alertará al controlador que es necesario desactivar el proceso de llenado.

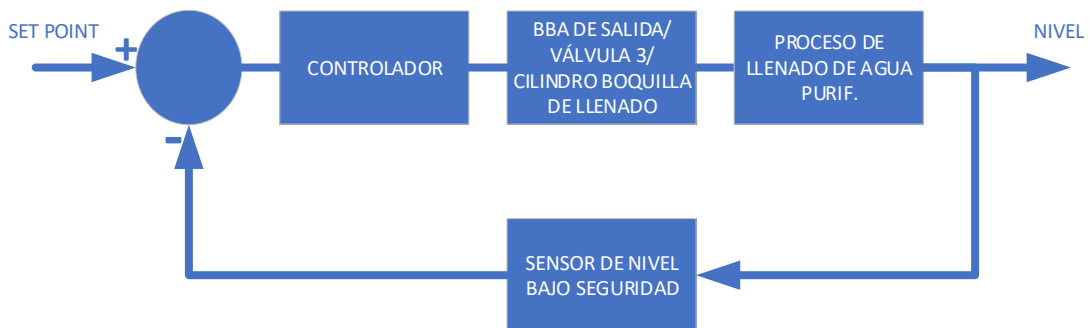


Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-6. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel alto seguridad de agua purificada en estanque de salida, lazo 2

También se requiere un control para evitar que la bomba de salida trabaje en vacío por vaciado completo del estanque por causa del llenado de bidones, para ello se requiere que el sensor de nivel bajo seguridad alerte al controlador que el llenado de agua llegó al nivel más bajo y que es necesario desactivar la bomba de salida, activar la válvula 3 y retornar cilindro de boquilla de llenado para evitar que trabaje en vacío.

En el diagrama 2-7 se observará el diagrama de lazo.



Fuente: Elaboración propia

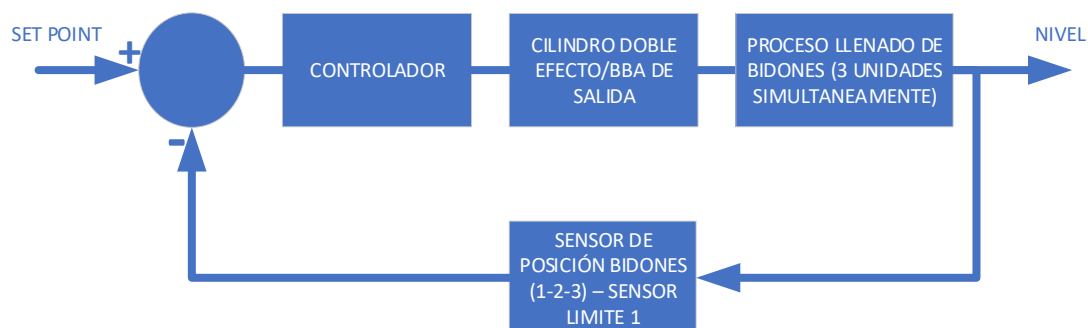
Diagrama 2-7. Diagrama de lazo de seguridad de control de nivel bajo de agua purificada en estanque de salida, lazo 2

2.2.3 Etapa de llenado de bidones de 20 Lts

Esta es la etapa principal que permitirá directamente solucionar la problemática planteada por la empresa de agua purificada “Agua&hielo Candela”.

La necesidad de la empresa de aumentar su producción al máximo permitido por su planta purificadora sin aumentar su dotación y mantener su misma calidad de agua sin afectar otros factores de forma negativa y aumentar las ventas, se plantea el siguiente lazo de control.

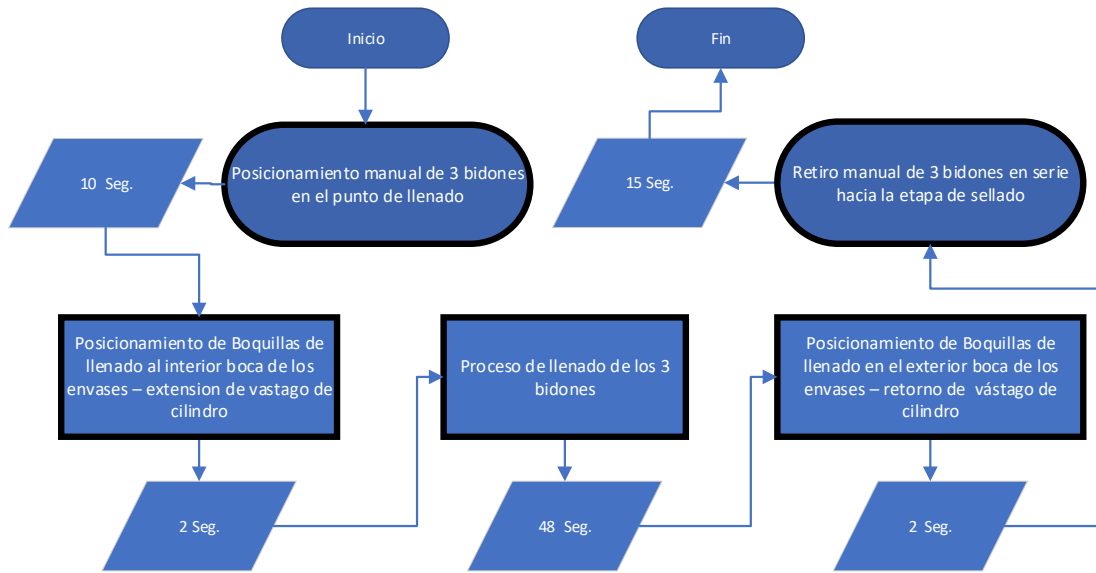
Este lazo de control consiste en que el sensor de posición alerte que los 3 bidones de 20 Lts ya se encuentran en posición para su respectivo llenado, una vez que el controlador procesa esta señal se genera una señal de salida que permitirá la activación del cilindro de doble efecto, quien tiene la misión de permitir que la válvula de llenado ingrese a la boca del envase. Una vez realizado lo anterior y el sensor de posición del cilindro doble efecto activado (limite 1=cilindro extendido), el controlador asumirá que es necesario iniciar el proceso de llenado enviando una señal de control para activar la bomba de salida y así iniciar el respectivo proceso de llenado, cuyo proceso será desactivado una vez que transcurran 48 seg. (tiempo que demora el llenado de un bidón de 20 Lts), cumpliéndose este tiempo se procederá con la desactivación de la bomba de llenado y luego el retroceso del cilindro de doble efecto. Cumpliéndose lo anterior, el bidón se encontrará listo para ser retirado para la etapa de sellado.



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-8. Diagrama de lazo de control de llenado de bidones de 20 Lts, lazo 3

La etapa de llenado de bidones tiene una variable muy importante que condiciona la efectividad de este proceso y esta variable es el tiempo. Por lo tanto, a continuación, se muestra la secuencia de tiempo de esta etapa.



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-9. Secuencia del proceso de llenado con sus respectivos tiempos

2.3 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL A DISEÑAR

Se definirá la selección de instrumentación del proyecto, considerando los componentes de entrada, control y salidas del sistema.

2.3.1 Módulo Lógico 6ED1052-1MD08-0BA2

En la figura 2-2 se visualiza LOGO! 12/24RCE, módulo lógico, display FA/E/S: 12/DC 24 V/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, memoria de 400 bloques, modularmente ampliable I/O, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, variantes personalizadas de páginas web, variante estándar de tarjeta microSD para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.4, versiones anteriores de proyectos ejecutables, conexión a la nube, MQTT en todas las unidades base LOGO! 8.4. (Ver anexo A hoja de dato)



Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6ED1052-1MD08-0BA2>

Figura 2-2. Módulo Lógico Programable Seleccionado

Debido a la cantidad de salidas que requiere este sistema de control, se deberá disponer de un módulo de ampliación, en la figura 2-3 se visualiza un módulo LOGO! DM8 12/24R, FA/E/S: 12, 24V/12V/24V/relé, 2TE, 4 DI/4 DO para LOGO! 8. (Ver anexo B hoja de datos)



Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/cl/Catalog/Product/6ED1055-1MB00-0BA2>

Figura 2-3. Módulo de ampliación Seleccionado

Este módulo lógico programable permitirá controlar cada uno de los lazos anteriormente mencionados y enlazar el control de estos lazos. También este módulo tiene la capacidad de ampliar sus I/O digitales a través de módulos permitiendo aumentar el control o automatización a mediano largo plazo.

2.3.2 Fuente de alimentación conmutada integrada (SMPS) RS PRO



Fuente: <https://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/fuente-de-alimentacion-conmutada-integrada-smmps-rs/2629110?backToResults=1>

Figura 2-4. Fuente de poder conmutada 12VDC/12,5 A/150 W

Las características técnicas de la fuente de poder de la figura 2-4 son:

- Entrada: AC85-264V AC,
- Frecuencia: 47 ~ 63Hz
- Salida variable: 12V DC, max.12,5A (150W)
- Indicador: LED durante la operación
- Calidad y eficiencia: alta/confiable
- Rango de temperatura de funcionamiento: -30 a 70°C

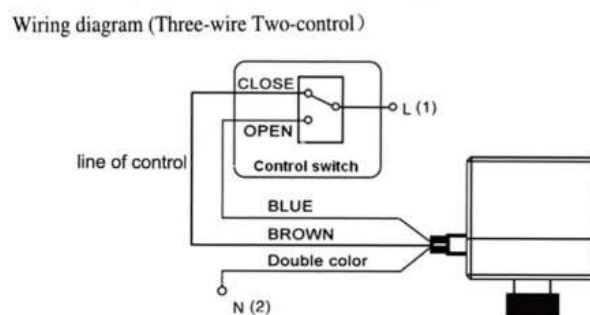
2.3.3 Electroválvula motorizada con llave de bola bidireccional IP50 12-24VDC DN25:

La electroválvula de la figura 2-5 y 2-6 motorizada permite controlar el paso mediante la activación o desactivación de un motor interno, el cual hace girar el eje central de la llave de paso de bola, pasando de un estado totalmente abierto a uno totalmente cerrado, y viceversa. Posee roscas con una medida DN25 o 1 pulgada.



Fuente: <https://maxelectronica.cl/prototipo/873-electroválvula-motorizada-con-llave-de-bola-bidireccional-ip50-12-24vdc-dn25.html>

Figura 2-5. Electroválvula Seleccionada



Fuente: https://maxelectronica.cl/prototipo/1038-electroválvula-motorizada-con-llave-de-bola-bidireccional-ip50-12vdc-dn25-skt2012-02.html?search_query=electroválvula&results=8

Figura 2-6. Conexión Electroválvula Seleccionada

Las características técnicas de la válvula de la figura 2-5 son:

- Electroválvula Motorizada de Bola con Rosca DN25 o 1 Pulgada
- Presión de Trabajo: Hasta 1.6 MPa
- Temperatura de Trabajo: 2 – 95 °C
- Tiempo de Apertura: 5 a 15 Seg.
- Tensión de Activación: 12-24VDC
- Sentido de Flujo: Bidireccional
- Material de Llave de Paso: Latón

- Peso: 190 gramos aproximadamente
- Dimensiones: 13 x 7 x 6.3 cm

Para el control como se logró ver en la figura 2-1 se requieren la cantidad de 3 electroválvula para los procesos de llenados y que serán controlados por el módulo lógico seleccionado.

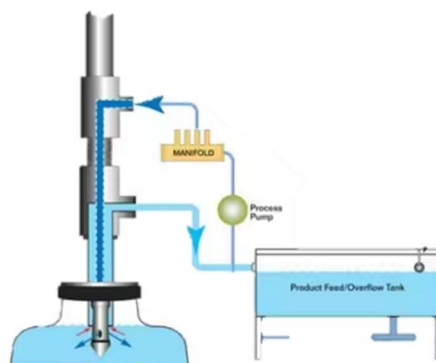
2.3.4 Válvula con boquilla llenadora de bidones de 20 Lts

En la figura 2-7 y 2-8 se visualiza una boquilla de llenado de nivel y reflujo, que contiene una cánula revestida que permite el reflujo para evitar excesos y garantizar un nivel uniforme de llenado, es decir permitirá que el llenado simultaneo de los 3 bidones se realice al mismo nivel y evitando el efecto de rebalse. Esta válvula permitirá realizar el llenado en un tiempo de 48 segundos aproximadamente, para disminuir el tiempo de llenado a 20 segundos se deberá aumentar el caudal de la bomba de salida, pero el objetivo es evitar modificar significativamente la planta actual y utilizar los recursos existentes y solo adicional lo que realmente sea necesario.



Fuente:https://es.aliexpress.com/item/1005007271619601.html?srcSns=sns_WhatsApp&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=21846312887&aff_fcid=6ddb414d8e04c538b065661c2f35608-1749582870612-06048-_mNjqHHd&tt=MG&aff_fsk=_mNjqHHd&aff_platform=default&sk=_mNjqHHd&aff_trace_key=6ddb414d8e04c538b065661c2f35608-1749582870612-06048-_mNjqHHd&shareId=21846312887&businessType=ProductDetail&platform=AE&terminal_id=8529a0d65e1c4ab2a39fbd5e001630f1&afSmartRedirect=y#nav-store

Figura 2-7. Boquilla de llenado con reflujo



Fuente:https://es.aliexpress.com/item/1005007271619601.html?srcSns=sns_WhatsApp&spreadType=socialShare&bizType=ProductDetail&social_params=21846312887&aff_fcid=6ddb414d8e04c538b065661c2f35608-1749582870612-06048-_mNjqHHd&tt=MG&aff_fsk=_mNjqHHd&aff_platform=default&sk=_mNjqHHd&aff_trace_key=6ddb414d8e04c538b065661c2f35608-1749582870612-06048-

Figura 2-8. Funcionamiento sistema de llenado

El reflujo resultante es retornado a un estanque móvil para luego incorporarlo manualmente al estanque de agua purificada.

2.3.5 Sensor de nivel inductivo

Los sensores de nivel, también conocidos como "interruptor de nivel" o "sensor de boya", son instrumentos que trabajan con un interruptor de contacto y un flotador magnético como se visualiza en la figura 2-9. El movimiento del flotador abre o cierra el contacto eléctrico. Con ellos, se consiguen soluciones versátiles y de bajo coste para su automatización.

El sensor detecta el nivel del líquido en tanques y depósitos en el punto donde esté instalado, indicando mediante una señal ON/OFF cuando se ha alcanzado el nivel de llenado, vaciado u otro definido en proyecto. Debido a estar fijados en un punto del depósito, los sensores de nivel no son influenciados por las ondulaciones y vibraciones, asegurando una mejor fiabilidad y repetibilidad en comparación con otros tipos de detectores de nivel, tales como las antiguas boyas de nivel.

Los sensores conmutan cargas hasta 10W, lo suficiente para los sistemas de control digital (microcontroladores, convertidores de frecuencia) o para accionar relés, PLC y contactores, en la activación/desactivación de bombas de agua, por ejemplo. Son considerados sensores de baja potencia y no se utilizan directamente para el accionamiento de bombas, que trabajan con potencia y corrientes más elevadas.



Fuente: <https://maxelectronica.cl/magneticos/437-sensor-magnetico-horizantal-metalico-flotante-de-nivel-para-liquidos-na-onoff.html>

Figura 2-9. Sensor de nivel inductivo

Para el sistema de control a diseñar se requieren la cantidad de 7 unidades de sensores de nivel para lograr el control deseado.

2.3.6 Sensores de posición

En la etapa de llenado de bidones de 20 Lts se requieren sensores de posición que permitirán informar al módulo controlador programable, que ya es posible realizar el proceso de

llenado una vez que los bidones se encuentren posicionados (3 bidones simultáneamente) y el pistón del cilindro logre su recorrido final, como se muestran en el Diagrama 2-8. Lazo de control de llenado de bidones de 20 Lts, lazo 3, por lo tanto, para este lazo de control se requieren 4 unidades de sensores de posicionamiento.

El interruptor de contacto seleccionado es el que se visualiza en la figura 2-10, el cual funciona básicamente como un interruptor normalmente abierto (NA), con la señal eléctrica de 12 volt DC.



Fuente: <https://visionminer.com/products/micro-switch>

Figura 2-10. Interruptor por contacto para detectar posicionamiento de cada uno de los bidones ubicados para su llenado

2.3.7 Cilindro electromecánico doble efecto

En la etapa de llenado de bidones como se observa en la figura 2-11, se requiere que las boquillas ingresen a la boca del bidón de 20 Lts para realizar el respectivo llenado y luego de completar este proceso se requiere que retornen a su posición inicial (3 boquillas simultáneamente). Es por este motivo que se requiere el apoyo de un cilindro eléctrico de doble efecto de un recorrido de 100 mm, movimiento del vástago mediante un motor eléctrico, para cargas de trabajo de 300 N (30 kg), con un voltaje de alimentación de 12/24 VDC y con una posición de trabajo de forma vertical.



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=vSb2XobT_Xk

Figura 2-11. Secuencia de cilindro en proceso de llenado de bidones

El motivo de seleccionar un actuador lineal electromecánicos según figura 2-12, es porque entrega una excelente solución para reemplazar tecnologías como la hidráulica y la neumática, las cuales se caracterizan por sus problemas de mantenimiento y de instalación.

Los actuadores lineales con tecnología electromecánica, en sí mismos, brindan los siguientes beneficios:

- Garantizan un desempeño impecable a alta velocidad y con gran fuerza.
- Son flexibles y fáciles de programar para adaptarse a una variedad de condiciones de carga.
- Tienen alta precisión y repetibilidad.
- Son fáciles de instalar.
- Requieren poco mantenimiento.
- Son amigables con el medio ambiente.
- Implican costos operativos más bajos.



Fuente: <https://cl.urany.net/blog/actuadores-de-acero-inoxidable>

Figura 2-12. Estructura actuador lineal electromecánico seleccionado

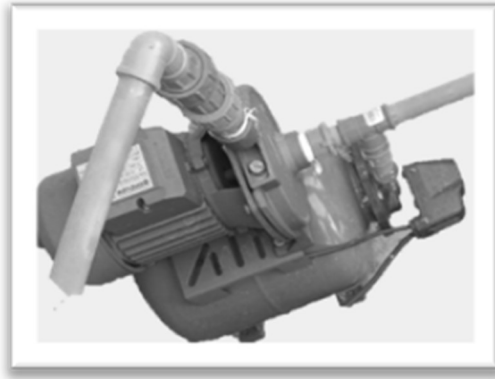
2.3.8 Actuadores existentes

La planta actual contempla dos actuadores, los cuales son dos bombas monofásicas controladas manualmente, estas bombas son como se visualiza en la imagen 2-13 y 2-14, cuyas características técnicas se visualizan en la tabla 2-1 y 2-2.

Tabla 2-1. Características técnicas bomba de entrada.

Bomba presurizadora de línea de agua	
Capacidad	1560 Lts/Hrs
Potencia de consumo	120W
Tipo de energía	220 VAC monofásico

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia fotografía capturada de la planta

Figura 2-13. Bomba eléctrica de entrada

Tabla 2-2. Características técnicas bomba de salida.

Bomba de salida	
Capacidad	4600 Lts/Hrs
Potencia de consumo	1050W
Tipo de energía	220 VAC monofásico

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia fotografía capturada de la planta

Figura 2-14. Bomba eléctrica de salida

Es importante mencionar que estos actuadores necesitaran un control de potencial debido a su alto consumo, este control de potencia será comandado por el módulo lógico programable seleccionado.

El control de potencia no será considerado dentro de este estudio debido a que es un interfaz eléctrico y será solicitado como un único servicio al especialista eléctrico de potencia con su respectivos protectores térmicos y diferencial.

2.4 IDENTIFICAR LAS SEÑALES DE I/O DE CONTROL

Teniendo definido el módulo lógico programable a utilizar, los sensores y actuadores se debe tener en consideración las señales eléctricas para los estados de conexión como se visualiza

en la tabla 2-3, también definir las señales de salida/control (Ver Tabla 2-4) y señales de entrada (ver Tabla 2-5) con su respectiva identificación de puerto de entrada o salida del módulo lógico programable.

Pero antes de identificar las señales de entrada y salida se debe tener en consideración lo visualizado en la figura 2-15 con respecto al módulo LOGO! 12/24 RCE y también la figura 2-16 con respecto al módulo de ampliación LOGO! DM8 12/24R:

Tabla 2-3. Estado de conexión y especificaciones electricas

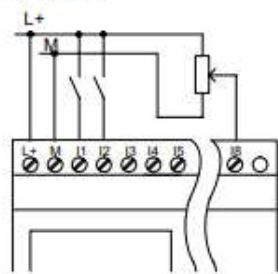
LOGO! 12/24 RC/Rco LOGO! DM8 12/24	
Estado de conexión 0	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA
Estado de conexión 1	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA

Fuente: Manual LOGO!

Conexiones de sensores

Para conectar los sensores a LOGO!:

LOGO! 12/24

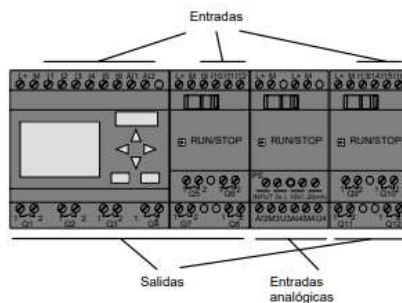


Las entradas de estos dispositivos no están aisladas galvánicamente, por lo que requieren el mismo potencial de referencia (masa) que la tensión de alimentación.

En LOGO! 12/24RC/RCo y LOGO! 24/24o puede recoger señales entre la tensión de alimentación y masa.

Fuente: Manual LOGO!

Figura 2-15. Conexiones de Sensores digitales



Fuente: Manual LOGO!

Figura 2-16. Combinación de módulos e identificación de entradas y salidas

Teniendo en consideración lo indicado anteriormente, se procede a identificar las entradas y salidas con sus respectivas señales, funciones y lazo correspondiente según se visualiza en las tablas 2-4 y 2-5.

Tabla 2-4. Lista de señales de salidas

SEÑALES DE SALIDA					
COMPONENTE	SALIDA MÓDULO	FUNCIÓN	LAZO	TIPO DE SEÑAL DC	CONDICIÓN
Electroválvula N°1	Q1	Activación/desactivación proceso de llenado de agua no tratada	1	Discreta 12V	No Existente
Electroválvula N°2	Q2	Activación/desactivación salida de estanque de agua no tratada	1	Discreta 12V	No Existente
Bomba de entrada	Q3	Activación/desactivación ingreso de agua a la planta purificadora	1	Discreta 12V	Existente
Electroválvula N°3	Q4	Activación/desactivación proceso de llenado agua purificada	2	Discreta 12V	No Existente
Bomba de salida	Q5	Activación/desactivación ingreso de agua al llenado de bidones	3	Discreta 12V	Existente
Cilindro doble efecto	Q6	Avance/retroceso cilindro doble efecto para el movimiento vertical de las boquillas de llenado	3	Discreta 12V	No Existente
Disponible	Q7				
disponible	Q8				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-5. Lista de señales de entradas

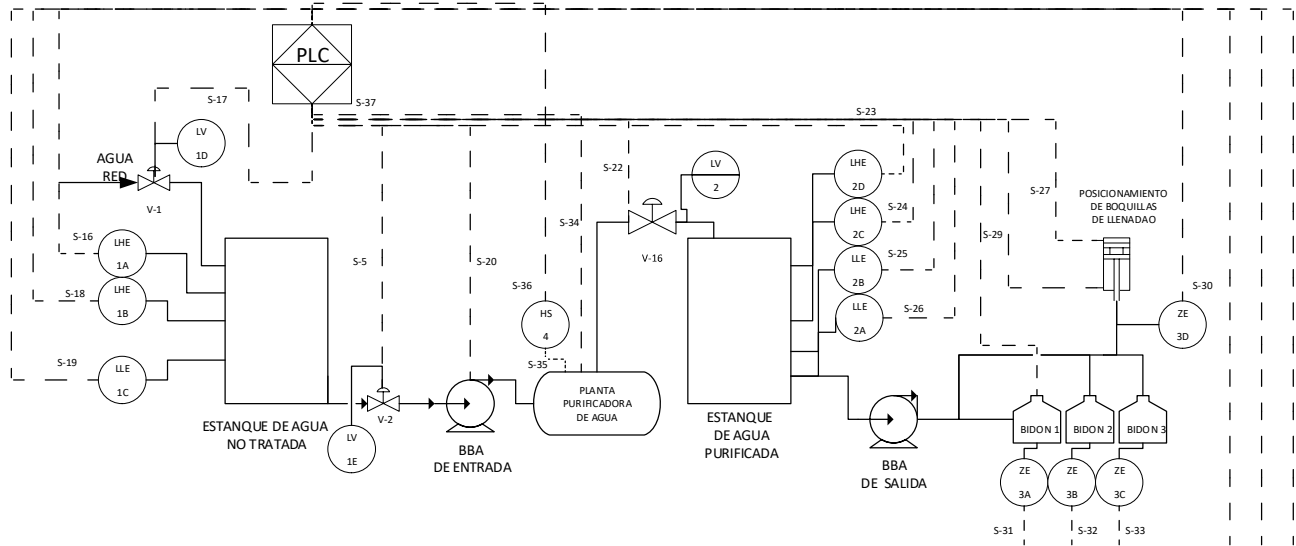
SEÑALES DE ENTRADA					
SENSOR	ENTRADA MÓDULO	FUNCIÓN	LAZO	TIPO DE SEÑAL DC	CONDICIÓN
Sensor de nivel alto	I1	Deshabilitar/habilitar llenado de estanque de agua no tratada	1	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel alto Seguridad	I2	Deshabilitar llenado de estanque de agua no tratada	1	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel bajo	I3	Deshabilitar salida de estanque de agua no tratada (Consumo)	1	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel alto	I4	Deshabilitar llenado de estanque de agua purificada	2	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel bajo	I5	Habilitar llenado de estanque de agua purificada	2	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel alto Seguridad	I6	Deshabilitar llenado de estanque de agua purificada	2	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de nivel bajo seguridad	I7	Habilitar llenado de estanque de agua purificada y deshabilita salida de agua purificada para la etapa de llenado de bidones	2	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de posición bidón N°1	I8	Bidón en postura para su llenado y activa avance de cilindro doble efecto.	3	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de posición bidón N°2	I9		3	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor de posición Bidón N°3	I10		3	Discreta 0-12 V	No existente
Sensor Limite 1	I11	Boquillas de llenados se encuentran en el interior boca de bidón.	3	Discreta 0-12 V	No existente

Fuente: Elaboración propia

2.5 DISEÑO DIAGRAMA P&ID UNIFICACIÓN DE LAZOS

El diagrama P&ID permite que se pueda identificar gráficamente la cantidad de sensores, actuadores, cantidad de lazos existente, los tipos de señal y comprender generalmente cual es el objetivo del sistema de control a diseñar.

A continuación, en el diagrama 2-10 se encuentra el diagrama P&ID del diseño de control que se requiere diseñar.



Fuente: Elaboración propia

Diagrama 2-10. Diagrama P&ID de control etapas de llenado planta Purificadora de agua

2.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL DE LAS ETAPAS DE LLENADO

Antes de mostrar el diagrama de flujo de control, es importante explicarlo para lograr una mayor comprensión.

Para iniciar el proceso lógico se debe activar manualmente, permitiendo con esto realizar simultáneamente el chequeo de niveles de los estanques de la planta (agua no tratada y agua purificada) y el chequeo si los bidones se encuentran ubicados para iniciar el proceso de llenado de estos mismos.

Para controlar el nivel del estanque de agua no tratada, se deberá contar con el chequeo simultaneo de 3 niveles, siendo estos el nivel bajo, nivel alto y nivel alto de seguridad. Cuando el sensor de nivel bajo se encuentra desactivado significa que el nivel de agua no tratada está por debajo del nivel límite inferior por lo cual se deberá priorizar el llenado de agua no tratada abriendo válvula 1, actuando en el proceso de purificación de agua cerrando la válvula 2, parando la planta purificadora, parando la bomba de entrada, también se actúa sobre el proceso de llenado de bidones accionando el retroceso del cilindro de boquilla de llenado, parar bomba de salida y finalmente desactivando el enclavamiento 1 que es una acción que permitirá asegurar que el llenado de agua no tratada logre llegar hasta en nivel alto establecido antes de permitir nuevamente el consumo hacia la planta purificadora. Cuando el sensor de nivel bajo cambia al estado activado permitirá el respectivo consumo hacia la planta purificadora siempre y cuando también se encuentre activado el enclavamiento 1 que significa que el nivel ya llegó a su límite

superior establecido y que es seguro el consumo hacia la planta purificadora sin el riesgo que exista un posible vaciado. Las acciones por realizar son abrir válvula 2, activar bomba de entrada y activar planta purificadora.

Cuando el sensor de nivel alto no se encuentra activado la única acción que se realiza es asegurar el llenado de agua no tratada abriendo la válvula 1. El sensor de nivel alto al cambiar de estado activado actúa sobre la válvula 1 cerrándola para finalizar el proceso de llenado y activando el enclavamiento 1 explicado anteriormente.

El sensor de nivel alto de seguridad su principal función es evitar rebalse por posible falla del sensor de nivel alto, por lo cual actúa solamente en la válvula 1 aplicando la acción de cierre para finalizar el proceso de llenado.

Para controlar el nivel del estanque de agua purificada, se deberá contar con el chequeo simultaneo de 4 niveles, siendo estos el nivel bajo de seguridad, nivel bajo, nivel alto y nivel alto de seguridad. Cuando el sensor de nivel bajo de seguridad se encuentra desactivado significa que el nivel de agua purificada está por debajo del nivel límite inferior, por lo cual se deberá priorizar el llenado de agua purificada abriendo válvula 3, activando la planta purificadora, también actuando sobre el proceso de llenado de bidones accionando el retroceso del cilindro de boquilla de llenado, parar bomba de salida y finalmente desactivando el enclavamiento 2, siendo este último una acción que permitirá asegurar que la planta purificadora no trabaje de forma On/Off en los cambios de estado de los sensores de nivel alto, es decir una vez que se completa el llenado de agua purificada se desactivara la planta hasta que el nivel llegue al sensor nivel bajo.

Cuando el sensor de nivel bajo de seguridad cambia al estado activado no se realizará acción alguna debido que su principal función es alertar por posible vaciado.

Al encontrarse desconectado en sensor de nivel bajo se realizará la acción de activar planta purificadora, abrir válvula 3 para realizar el proceso de llenado y detener todo consumo parando bomba de salida, activando el retroceso del cilindro de boquilla de llenado y desactivando el enclavamiento 2.

Para asegurar el llenado de agua purificada se deberá tener activado el sensor de nivel bajo, desactivado el sensor de nivel alto y enclavamiento 2 distinto a 1, cumpliendo con esta condición se activará la planta purificadora, abrirá válvula 3 y se detendrá todo consumo parando bomba de salida, activando el retroceso del cilindro de boquilla de llenado y desactivando el enclavamiento 2.

Cuando el sensor de nivel alto está en el estado activado se actúa sobre la válvula 3 cerrándola para finalizar el proceso de llenado, parar la planta purificadora y se activa el enclavamiento 2 explicado anteriormente.

El sensor de nivel de seguridad su principal función es evitar rebalse por posible falla del sensor de nivel alto por lo cual actúa sobre la válvula 3 aplicando la acción de cierre, parar planta purificada para finalizar el proceso de llenado y activar enclavamiento 2.

Para controlar el llenado de agua purificada de los bidones de 20 lts, se cuenta con tres sensores de posicionamiento, los cuales al estar los 3 activados permitirá actuar extendiendo el

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la evaluación económica del proyecto, se definirá como moneda de transacción el dólar estadounidense USD y peso chileno, también se definirá al día 03.03.25 el valor del dólar a \$ 954.22 CLP.

Considerando que el objetivo principal de este proyecto es aumentar la producción sin necesidad de aumentar la curva de dotación de la empresa, por lo cual será necesario realizar un análisis de costo de mano de obra adicional para llegar a una producción diaria de 500 un de bidones con agua purificada sin realizar modificaciones a la planta existente.

Por la falta de un historial de las pérdidas ocurridas durante el periodo 2024 no se podría realizar un estudio de costo de estos, ya que serían valores referenciales, por lo tanto no se considerará este análisis, pero se debe tener en consideración que este es uno de los puntos importantes por lo cual se requiere un control de nivel de ambos estanques, para eliminar esas pérdidas.

Para determinar la viabilidad del presente proyecto se tendrá que definir los siguientes costos para ser finalmente comparados:

- Costos de implementación del proyecto en estudio
- Costos por aumento de dotación para aumentar producción aumentando manteniendo la planta actual
- Costo por la inversión de un módulo de llenado semiautomático de bidones de 20 Lts de la marca IMPORTLAND

3.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Los costos asociados a la implementación del proyecto se definirán de acuerdo con 2 etapas:

- Evaluación de costos mano de obra
- Evaluación de costos de materiales

3.1.1 Costos de mano de obra

En esta etapa se determinarán los recursos humanos a utilizar en la fase del proyecto, Ver Tabla 3-1, donde se definirán por especialidad; horas de trabajo en el proyecto, días de trabajo de acuerdo con lo planificado por Carta Gantt (Ver Figura 3-1), costos por horas de trabajo acorde al mercado, también dentro de este análisis se contemplará el costo de implementación del sistema eléctrico y control de fuerza. En el apartado de Anexo D - F se podrán visualizar cotizaciones que respaldan los valores indicados en la tabla 3-1.

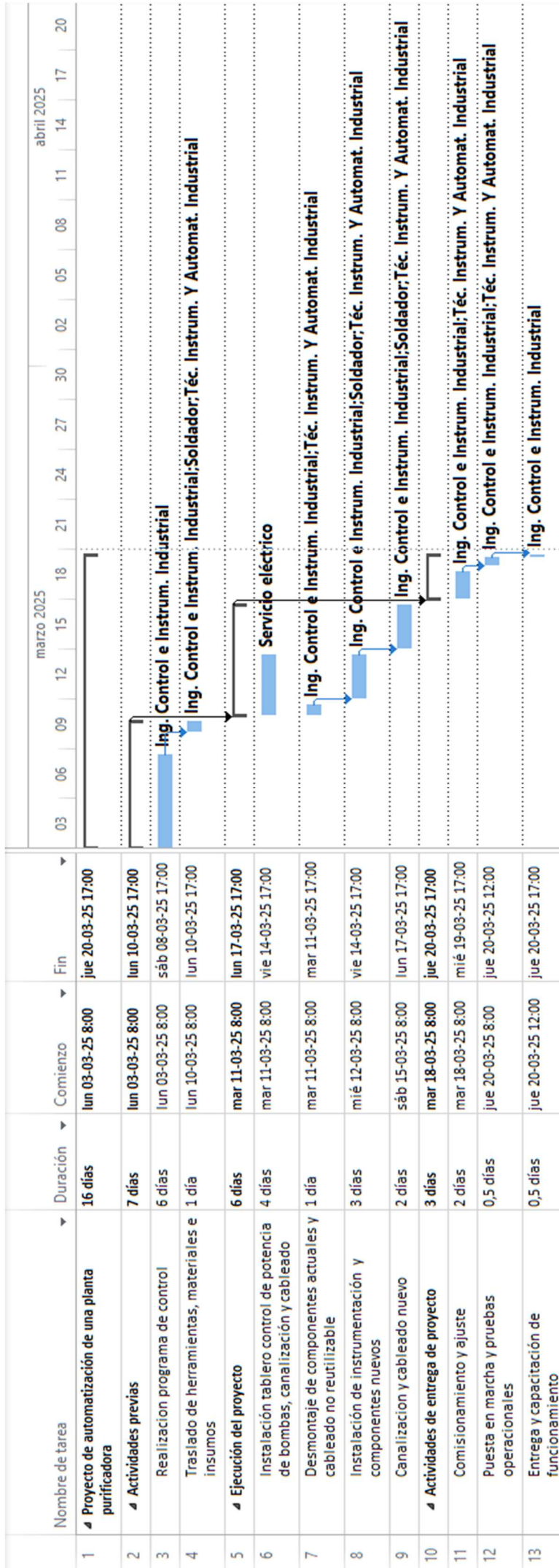
Tabla 3-1. Costos de Mano de Obra

ÍTEM	PERSONAL	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DÍAS	HH DÍA	PRECIO HRS	PRECIO DÍA	TOTAL CLP	TOTAL USD
1	Ing. Control e Instrumentación Industrial	1	Ing. a cargo del proyecto	8	8	\$23.000	\$184.000	\$1.472.000	1.542,62
			Creación de programa PLC Configuración	-	-	-	-	\$980.000	1.027
2	Técnico en Instrumentación y automatización industrial	1	Cableado, Conexionado, montaje, etc.	8	8	\$14.000	\$112.000	\$896.000	939
3	Soldador	1	Montaje de equipos, soldadura de bases y soportes	5	8	\$13.000	\$104.000	\$520.000	545
4	Obra vendida circuito potencia	1	Servicio control de potencia.	4	-	-	-	\$1.200.000	1.258
TOTAL								\$5.068.000	\$5.311,14
								CLP	USD
Valor dólar					USD 954,22				

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar las funciones principales que desempeñarán los siguientes cargos indicado en el costo de mano de obra:

- Ingeniero control e instrumentación industrial: Es el responsable de llevar a cabo este proyecto y también realizar seguimiento, velar por el cumplimiento de todas las etapas a realizar y finalmente liderar la puesta en marcha del proyecto.
- Técnico en instrumentación y automatización industrial: es el responsable de ejecutar las actividades de implementación, montaje de componentes, canalizaciones y cableado. También apoyara al ingeniero durante la etapa de pruebas para la puesta en marcha del proyecto.
- Soldador: responsable de apoyar al instrumentista en trabajos misceláneos relacionado con instalación de estructura y aplicación de soldadura, como anclaje de canalizaciones, modificaciones, etc.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1 Carta Gantt proyecto

En base a la planificación de las actividades mediante la carta Gantt visualizada en la figura 3-1, es posible obtener una vista general de las etapas del desarrollo del proyecto, se debe destacar que se consideran un total de 16 días de planificación, separadas en 3 etapas:

- Actividades previas
- Ejecución del proyecto
- Actividades de entrega de proyecto

La etapa de actividades previas se consideró dentro de la planificación, pero no así dentro del costo de mano de obra, ya que se consideró como un valor único de programación.

La etapa de ejecución y actividades de entrega del proyecto si se encuentra considerado dentro del costo de mano de obra con los mismos días de ejecución.

De la Figura 3-1 se puede visualizar la planificación de los tiempos para una jornada de 8 horas laborales, con días laborales de lunes a sábado, considerando 1 hora de colación y no laboral el domingo.

3.1.2 Costos de materiales

Se incorporan todos los materiales, así como dispositivos de control, sensores, etc., donde se detallan sus modelos y costos asociados a su valor unitario, con su respectiva totalización. Ver Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Costos de PLC y dispositivos asociados

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MODELO/N° DE PARTE	MARCA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO CLP	TOTAL CLP	TOTAL USD
1	Modulo Lógico ¡LOGOTIPO!	6ED1052-1MD08-0BA2	SIEMENS	1	\$204.750	\$204.750	215
2	Módulo E/S Siemens LOGO!, 12 → 24 V DC	6ED1055-1MB00-0BA2	SIEMENS	1	\$107.449	\$107.449	113
3	Fuente de alimentación conmutada integrada (SMPS)	12V DC, 12.5A, 150W, 2 salidas, Montaje en panel	RS PRO	1	\$36.367	\$36.367	38
4	Electroválvula Motorizada con Llave de Bola Bidireccional	IP50 12-24VDC DN25	MAXELECTRONICA	3	\$48.990	\$146.970	154
5	Boquilla de llenado con reflujo	BIDONES 20 LTS	TKFM	3	\$210.899	\$632.697	663
6	Sensor Magnético Horizontal Metálico Flotante de Nivel	ESC12	MAXELECTRONICA	7	\$19.990	\$139.930	147
7	Micro limit switch	CONTACTO NC-NA	HUBOT	4	\$480	\$1.920	2
8	Actuador Lineal DC 12v	2000N-20CM	HANGAR	1	\$56.000	\$56.000	59
9	Cables multiconductores SPOOL NATURAL	22AWG 4C UNSHLD 150 Mts	Belden Wire & Cable	1	\$129.102	\$129.102	135

10	Otros insumos estructurales	Tubos aceros inoxidables - soldadura - entre otros	N/A	1	\$250.000	\$250.000	262
11	Otros insumos de canalización y conexionado.	Cinta aisladora - canalización - abrazaderas - entre otros	N/A	1	\$180.000	\$180.000	189
TOTAL						\$1.705.185	1.787
Valor dólar						CLP	USD
Valor dólar						USD 954,22	

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Resumen costos de implementación del proyecto

En la Tabla 3-3, se muestra el resumen total de la implementación del proyecto. En esta tabla se incluyen el costo de mano de obra y el costo total de materiales. También se debe considerar un costo por imprevistos cuyo porcentaje será el 10% del costo obtenido entre mano de obra y materiales.

Tabla 3-3. Resumen de costos de implementación del proyecto

ÍTEM	COSTOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO CLP	TOTAL CLP	TOTAL USD
1	MANO DE OBRA	1	\$5.068.000	\$5.068.000	USD 5.311
2	MATERIALES	1	\$1.705.185	\$1.705.185	USD 1.787
3	IMPREVISTOS 10%	1	\$677.319	\$677.319	USD 710
TOTAL				\$7.450.504	USD 7.808
Valor dólar				CLP	USD
Valor dólar				USD 954,22	

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos realizados

3.2 COSTOS DE AUMENTO DE DOTACIÓN PARA AUMENTAR PRODUCCIÓN.

En análisis con personal de la empresa Agua&hielo Candela, se llega a un resultado de aumentar en 2 operarios para obtener una producción de 500 bidones diarios, siendo un operador exclusivo para el lavado de bidones, 1 para el llenado manual de bidones y 1 tercer operario para apoyos misceláneos como el control de llenados de los estanques u otros.

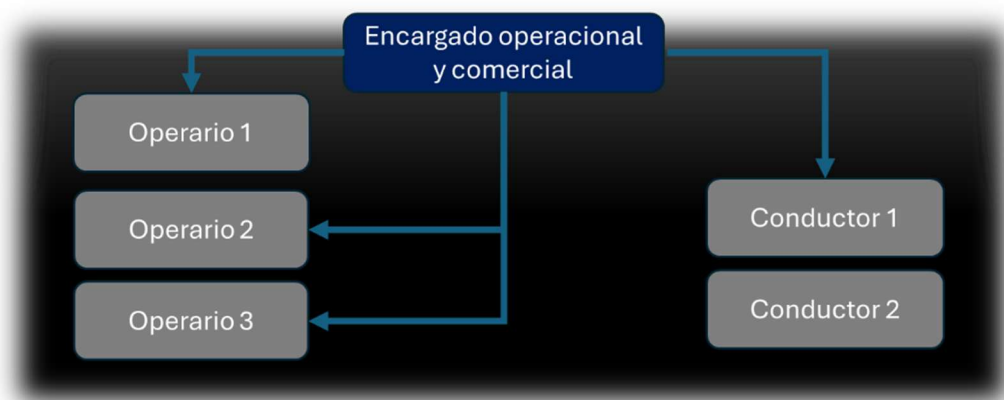
Actualmente la planta se encuentra distribuido según el organigrama de la figura 3-2:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2. Organigrama actual

Considerando el aumento de dotación de operarios para aumentar la producción el nuevo organigrama quedaría según figura 3-3



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3. Organigrama modificado

En base al organigrama modificado, se deberá analizar los costos asociados de forma anual el aumento de dotación de operario, tomando en consideración el total de haberes imponible de cada trabajador correspondiente al sueldo base vigente (Ver anexo F). A continuación, se realiza el análisis respectivo en la tabla 3-4.

Tabla 3-4. Costo anual incorporación de 2 operarios

ÍTEM	CARGO	SUELDO BASE	TOTAL, HABERES	MESES DEL AÑO	TOTAL CLP	TOTAL USD
1	OPERARIO 1	1	\$661.250	12	\$7.935.000	8.316
2	OPERARIO 2	1	\$661.250	12	\$7.935.000	8.316
TOTAL				24	\$15.870.000 CLP	16.631 USD
Valor dólar				USD 954,22		

Fuente: Elaboración propia

3.3 COSTO DE INVERSIÓN DE MÓDULO DE LLENADO SEMIAUTOMÁTICO.

Dentro de las alternativas de solución se propuso la implementación de un módulo de llenado semiautomático de bidones de 20 Lts de la marca IMPORTLAND, como se explicó en el capítulo 1 este módulo consiste en llenar simultáneamente 3 bidones y sellado de un bidón de forma automatizada, para evaluar el costo de inversión se solicitó una cotización a la empresa IMPORTLAND (Ver anexo C), cuya cotización solo refleja el valor del módulo y se debe considerar por separado la implementación, traslado (Ver anexo C) y el equipo neumático como lo es el compresor. A continuación, en la tabla 3-5, se realiza un resumen de la cotización recibida.

Tabla 3-5. Costo de inversión módulo semiautomático de llenado con tapador

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UN. CLP	TOTAL CLP	TOTAL USD
1	LLENADOR SEMIAUTOMATICO NEUMÁTICO DE 3 BIDONES CON TAPADOR	1	\$3.490.000	\$3.490.000	3.657
2	COMPRESOR 25 LTS - 1,5 HP	1	\$200.000	\$200.000	210
3	IMPLEMENTACIÓN	1	\$1.200.000	\$1.200.000	1.258
4	TRASLADO DESDE SANTIAGO - COPIAPÓ	1	\$1.150.000	\$1.150.000	1.205
TOTAL				\$6.040.000	6.330
				CLP	USD
Valor dólar				USD 954,22	

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que este módulo no incluye el control de nivel de llenado del estanque de agua no tratada y agua purificada, tampoco permitirá realizar un enlace de control como lo realiza el proyecto que se encuentra en estudio. Otro punto importante mencionar es que este módulo es limitado en caso de ampliar el proceso y condicionado con el proveedor en caso de querer ampliar el control de la planta.

Es importante mencionar que la empresa Agua&Hielo Candela cuenta con un capital de ahorro cercano al costo de implementación de la tabla 3-3, teniendo siempre en consideración en ir mejorando este diseño como por ejemplo implementar en un futuro dispositivos HMI, aumentar la línea de llenado de bidones de 20 lts, entre otros .

CONCLUSIONES

En la actualidad las empresas que se dedican a la producción y ventas de agua purificada embotelladas se encuentran obligadas a mejorar continuamente sus procesos de producción para poder mantenerse vigente dentro del mercado, el cual cada vez se convierte más competitivo y difícil de mantener por los factores relacionado a la inflación de los productos de materia prima, lo cual generan un aumento en los costos operacionales.

Por este motivo la integración de la automatización y control a los procesos productivos permiten generar un producto con mayor precisión, minimizan las mermas, aumentan la producción y sin necesidad de aumentar significativamente la mano de obra.

Analizando el estudio técnico de este proyecto, el diseño de un sistema de control de las respectivas etapas de producción de la empresa Agua&Hielo Candela permitirá minimizar las pérdidas o mermas existente en los procesos de llenado de los estanques, aumentar la producción a la capacidad máxima de la planta sin la necesidad de aumentar la mano de obra y también un punto bien importante que permite unificar el control de las 4 etapas principales del proceso de producción (almacenamiento de agua potable – purificación de agua potable – almacenamiento de agua purificada – llenado de bidones).

Económicamente al analizar los datos entregados en el capítulo 3, se puede decir que este proyecto es bastante factible puesto que la inversión que se requiere para la implementación de este proyecto no supera el costo acumulado en 12 meses generado por concepto de aumentar la dotación para lograr el objetivo de la máxima producción. Por otro lado también sigue siendo factible en comparación en invertir por un módulo semiautomático de llenado cuyo valor es similar a la implementación de este proyecto, cuyo módulo trae consigo varias desventaja como limitación de ampliación de la línea de producción obligando a mantener al mismo proveedor dueño de la programación, cuya mejora se centra en la etapa de llenado obligando a realizar una inversión adicional para los demás procesos como la etapa de almacenamiento de agua potable, purificación de agua potable y almacenamiento de agua purificada.

Este proyecto entregará bastantes beneficios a la empresa Agua&Hielo Candela productiva y económicamente, a su vez permitiendo aumentar a mediano largo plazo sus líneas de producción según a sus necesidades sin depender de un solo proveedor teniendo en consideración que la única limitación es el módulo lógico, el cual también se podrá ir aumentando según la necesidad que se requiera.

BIBLIOGRAFÍA

Watpro S.A. COMO FUNCIONA UNA PLANTA PURIFICADORA DE AGUA QUE PRODUCE 1200 BIDONES AL DIA. [en línea]. <https://www.youtube.com/watch?v=ZCtqTTYUsJg> [consulta: 10 octubre 2024].

Puritec de México. Procesos de purificación de una purificadora de agua. [en línea]. <https://www.puritecdemexico.com/procesos-de-purificacion/> [consulta: 15 agosto 2024].

Superintendencia de Servicios Sanitarios. Recurso 1 – Artículo 11005. [en línea]. https://www.siss.gob.cl/586/articles-11005_recurso_1.pdf [consulta: 05 agosto 2024].

Siemens. Módulo lógico LOGO! 12/24 RCE – 6ED1052-1MD08-0BA2. [en línea]. <https://cl.rsdelivers.com/product/siemens/6ed1052-1md08-0ba2/modulo-logico-siemens-logo-12-v-cc-24-v-cc-8-4/2825512> [consulta: 25 octubre 2024].

Siemens. LOGO! Manual A5E00228594-01 – Edición 06/2003. [en línea]. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf [consulta: 01 agosto 2024].

Tacuri Montaña, J. A. Diseño de un sistema de lavado y llenado de bidones de 20 L con agua purificada para una capacidad de 200 bidones por hora. [en línea]. ESPOL, Guayaquil. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/41553> [consulta: 25 julio 2024].

DALI. Manual Planta de Ósmosis Inversa. [en línea]. Importadora Dali Ltda. <https://importadoradali.cl/manuales/Manual-planta-de-osmosis-inversa.pdf> [consulta: 15 julio 2024].

Tierra Amarilla. “Copiapó tiene el agua potable más dura del país, según estudio”. [en línea]. <https://www.tierraamarilla1.blogspot.com/2014/10/copiapo-tiene-el-agua-potable-mas-dura.html> [consulta: 26 abril 2024].

Siemens 6ED10521MD080BA2. LOGO! Módulo lógico 12/24 RCE, 8 DI (4 AI)/4 DO. [en línea]. https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/docus/6633/6ED10521MD080BA2_datasheet_en.pdf [consulta: 25 julio 2024].

Siemens. Módulo ampliación LOGO! DM8 12/24 R – 6ED10551MB000BA2. [en línea]. <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/cl/Catalog/Product/6ED1055-1MB00-0BA2> [consulta: 25 julio 2024].

República de Chile. Decreto Supremo N° 735 de 1969. Aprueba el Reglamento de los Servicios de Agua destinados al consumo humano. [en línea]. <https://www.suseso.cl/612/w3-propertyvalue-135918.html> [consulta: 25 julio 2024]. SUSESO. Gobierno de Chile+1

NCh 409/1 “Agua potable – Parte 1: Requisitos”. [en línea]. https://www7.uc.cl/sw_educ/hidrologia/Capitulo_1/modulo1/nch409.html [consulta: 25 julio 2024].

ANEXOS

ANEXO A: HOJA DE DATO MODULO LOGICO

Hoja de datos

6ED1052-1MD08-0BA2



Pigassimlar

LOGO! 1224RCE, módulo lógico, displ. FAERS: 12/DC 24 V/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, mem. 400 bloques, modularmente ampliable, Ethernet, servidor web integrado, Datalog, variantes personalizadas de páginas web, variante estándar de tarjeta microSD para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.4, versiones anteriores de proyectos ejecutables, conexión a la nube, MQTT en todas las unidades base LOGO! 8.4

Display	
Con display	SI
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	SI
• 24 V DC	SI
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máj. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No, requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	SI; Desparasitado según EN 55011, clase límite B
Normas, homologaciones, certificados	
Mercado CE	SI
Homologación CSA	No, cubierto por la certificación UL
Homologación UL	SI
Homologación FM	SI
desarrollado conforme a IEC 61131	SI
según VDE 0831	SI
Homologaciones navales	SI; en preparación
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Altud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altud de instalación	Tmín ... Tmáj a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm

Última modificación:

10/4/2024

ANEXO B: HOJA DE DATOS MODULO DE AMPLIACIÓN

Hoja de datos

6ED1055-1MB00-0BA2



Módulo ampl. LOGO! DMB 12/24R, FV/E/S: 12, 24V/12V/24V/relé, ZTE, 4 DI/4 DO para LOGO! B

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 2 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Si
• 24 V DC	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	4
Tensión de entrada	
• Tipo de tensión de entrada	DC
• para señal "0"	< 5 V DC
• para señal "1"	> 8,5 V
Intensidad de entrada	
• para señal "0", máx. (intensidad de reposo admisible)	0,88 mA
• para señal "1", tip.	1,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	1,5 ms
— en transición "1" a "0", máx.	1,5 ms
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No
Ataque de una entrada digital	Si
Poder de corte de las salidas	
• con carga tipo lámpara, máx.	1 000 W
Intensidad de salida	
• para señal "1" valor nominal	5 A
• para señal "1" intensidad de carga mínima	100 mA
Conexión en paralelo de dos salidas	
• para aumentar la potencia	No
Frecuencia de conmutación	
• con carga resistiva, máx.	2 Hz
• con carga inductiva, máx.	0,5 Hz
• mecánico, máx.	10 Hz
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	5 A
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación CSA	Si
Homologación UL	Si
Homologación FM	Si
desarrollado conforme a IEC 61131	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	0 °C; A partir de E603: -20 °C
• máx.	55 °C
Dimensiones	
Ancho	35,5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	58 mm




Última modificación:


25/4/2024

ANEXO C: COTIZACIÓN MODULO SEMIAUTOMATICO

 <p>IMPORTLAND SPA 77.340.669-3 www.importland.cl import@importland.cl +569 4243 4193</p>	<h2 style="margin: 0;">COTIZACIÓN</h2> <p>Fecha: 30-07-2024 N° de Cotización: 000591</p>
--	--

Cliente
 Wilson Alvarez Luna
 +56 9 6679 2177
 wilsonalvarez.86@gmail.com

Empresa
 Aguas y Hielo Candela
 16.260.182-2
 Copiapó

ITEM	CODE	QT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL NETO
1	FV2	1	LLENADOR AUTOMÁTICO NEUMÁTICO CONTAPADOR LLENADOR 3BOQUILLALLENADO, 1 TAPADOR, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO, REQUIERE DE COMPRESOR DE AIRE NO INCLUIDO, REQUIERE 220V. SISTEMA CUENTA CON BOQUILLA REBAL. SE INOX	\$ 3.480.000	\$ 3.480.000
					
			*Imagen referencial puede variar disposición y dimensiones.		

Términos y Condiciones:

1. Duración de la Oferta: Válida durante 5 Días Hábiles, excepto en caso de fluctuaciones bruscas del USD.
2. Plazo de Entrega: 60-70 Días Aprox. Este plazo corresponde a Importación Directa.
3. Lugar de Entrega: Vuestros dependencias Santiago o su Transporte para envío a regiones.
4. Montaje y Flete: Esta oferta no considera servicios de montaje.
5. Forma de Pago: El proceso de pago consta de dos etapas: a) 30% como reserva y gestión de Importación, y b) 70% al momento de solicitud de provisión de fondos, llegada a puerto y posterior liberación (Todos los Pagos son Facturados) (Facturación Sujeta a liberación)

Sub Total	\$	3.480.000
NETO	\$	3.490.000
IVA 18%	\$	663.100
Envío	\$	-
Total	\$	4.153.100

ANEXO D: COTIZACIÓN CIRCUITO DE POTENCIA

lunes, 12 de Diciembre de 2024

Señores
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS – WILSON ALVAREZ
Presente

Propuesta Técnico : OOS010549 REV00
Comercial

Proyecto : MONTAJE CIRCUITO DE POTENCIA DE PLANTA PURIFICADORA
DE AGUA

Estimados Señor:

En respuesta a su solicitud de cotización nos complace presentar a ustedes nuestra oferta por el Servicio / Montaje sujeto a los términos y condiciones comerciales mencionadas en la presente oferta.

Sin otro particular y agradeciendo la oportunidad que nos brindan de presentarles esta oferta, les saluda atentamente.

Carlos Sotomayor
Gerencia Servicios
Eaton Industries Chile SpA
Panamericana Norte Km 15 ½, Santiago, Chile.
Chorrillos 1677 Of. 701, Calama, Chile
Cel: +56 9 68446462
CarlosSotomayor@eaton.com
www.eaton.com

1. ALCANCE

1.1. SERVICIO DE MONTAJE, CABLEADO Y CONEXIONADO DEL CIRCUITO DE POTENCIA DE PLANTA PURIFICADORA DE AGUA

Las actividades que conforman este ítem son los siguientes:

- Obra vendida.
- Montaje.
- Cableado y conexionado
- Pruebas de componentes.
- Pruebas funcionales y operativas de Nivel 0 asociados a relés de protección/Interruptor de poder (Cierres/Apertura y Enclavamientos Mecánicos/Eléctricos).
- Pruebas de resistencia de contacto
- Pruebas de aislación.
- Generación y entrega de protocolos de pruebas

2. TABLA DE DIAS DE ESPECIALIDADES POR ITEM

Especialidad	Cantidad Especialistas	Dias
Ingeniero eléctrico	1	4
Especialista eléctrico	1	4

3. CONDICIONES DE LA EJECUCION DEL SERVICIO

Alcance del servicio

El alcance de los presentes servicios está acotado a lo indicado en los distintos ítems que conforman esta oferta.

Otros servicio relacionados con equipos suministrados por cliente o por terceros, determinación de parámetros para relés de protección, cálculos de cortocircuito, coordinación u otros estudios, configuración y pruebas del sistema de comunicación, cableado de fuerza y/o control por escalerillas, capacitación en software y entrenamiento el uso de relés de protección o requieran el suministro de equipos, repuestos y/o materiales no incluidos en la presente oferta, podrán ser ofertados en casos de ser requerido.

No se considera la reparación de equipos u otras correcciones no especificadas en la presente oferta y que represente un desvío de recursos y tiempos.

Se considera que cliente proveerá tensión auxiliar de (380 – 220V 50Hz), para alimentación de equipos de pruebas, limpieza e iluminación que se requieran para el desarrollo normal y sin contratiempos de las actividades del presente servicio.

4. PRECIOS

Ítem	Servicio	Unidad	Precio Total USD
1	SERVICIO DE OBRA VENDIDA Y MONTAJE CIRCUITO DE POTENCIA DE PLANTA PURIFICADORA DE AGUA	USD	1.258
Total sin I.V.A.			1.258

ANEXO E: LIQUIDACION DE SUELDO

EMPRESA: AGUA&HIELO CANDELA
 RUT: 15.029.469-K
 DIRECCION: DAGOBERTO GODOY 2173

LIQUIDACION DE REMUNERACIONES			
NOMBRE:		CARLOS FERNANDO OSSANDON MANRIQUEZ	
R.U.N. N°:	15.029.469-K	MES:	MARZO 2025
AFF:	UNO PLAN UF	FECHA DE NACIMIENTO:	01-01-1990
ISAPRE:	0 0,0000	BASE TRIBUTABLE	\$ 541.630
PLAN DE SALUD:	7% FONASA	BASE IMPONIBLE	\$ 661.250
CARGO:		TIPO DE CONTRATO	INDEFINIDO
		FECHA CONTRATO DE TRABAJO	
DIAS TRABAJADOS	30		
DIAS LICENCIA	0		
DIAS FALTADOS	0		
Nro. DE HORAS EXTRAS	0		
DESCUENTOS			
SUELDO BASE DIAS TRABAJADOS	\$ 529.000	AFF	\$ 69.369
GRATIFICACION MENSUAL	\$ 132.250	7% SALUD FONASA	\$ 46.288
		SEGURO DE CESANTIA	\$ 3.968
*** TOTAL HABERES IMPONIBLES ***	\$ 661.250	TOTAL DESCUENTOS LEGALES	\$ 119.620
BONO COLACION		IMPUESTO UNICO	
BONO MOVILIZACION		ANTICIPO QUINCENAL	
ASIGNACION FAMILIAR	\$ 0	CUOTA SINDICAL	
*** TOT. HABERES NO IMPONIBLES ***	\$ 0	OTROS DESCUENTOS	\$ 0
*** TOTAL HABERES ***	\$ 661.250	*** TOTAL DESCUENTOS ***	\$ 119.620
SALDO LIQUIDO A PAGAR....S			\$ 541.630
SON QUINIENTOS CUARENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TREINTA PESOS			
VALOR CANCELADO VIA TRANSFERENCIA BANCARIA.			
Certifico que he recibido de EMPRESA: A mi entera satisfacción la suma antes indicada y no tengo cargo ni cobro alguno posterior que hacer, por ninguno de los conceptos comprendidos en esta liquidación			
Vº Bº REMUNERACIONES		RECIBI CONFORME Cedula de Identidad N° 15.029.469-K	

ANEXO F: COTIZACION EMPRESA SERVICE CHILE-SPA

	<p>CV Service Chile SPA RUT 77.099.238-1 Servicios de Ingeniería, Asesorías Técnicas, Compra y Venta de Repuestos Industriales</p>	<p>Cotización N° CV WA 25/11-05 Fecha: 05-05-25</p>
---	---	--

COTIZACION**Servicio Programación PLC Siemens**

Item	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Ingeniero en Control e Instrumentación.	1	\$1.472.000	\$1.472.000
2	Servicio de programación PLC Siemens Logo por Ingeniero en Control e Instrumentación.	1	\$980.000	\$980.000

Incluye:

- Programación PLC Logo.
- Entrega de PLC Logo con programación cargada.
- Entrega respaldo de Programa y plano de conexión.

3	Montaje, Cableado y cableado de PLC por instrumentista	1	\$896.000	\$896.000
---	--	---	-----------	-----------

Incluye:

- Montaje PLC Logo.
- Cableado sistema control planta.
- Conexión eléctrico según plano.

4	Trabajos estructural e instalacion de soportes a realizar por soldador	1	\$520.000	\$520.000
---	--	---	-----------	-----------

Incluye:

- Equipos y herramientas
- Instalación de soportes.
- Trabajos puntuales de soldaduras referente a canalizaciones electricas.

TOTAL	\$3.868.000
--------------	--------------------

Duración del servicio 08 días
 Excepto trabajos de soldadura que son 5 días.
 Validez de la oferta 30 días.
 Condiciones de pago 30 días.
 Valores Neto sin IVA

Dirección: Baquedano 239 of 316, Antofagasta, Chile.
 Mail: cvillegas@cvservicechile.cl; Cel +56 933851163