

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO AUTOMATIZADO DE UN MÓDULO DE
TRATAMIENTOS DE AGUA PARA EL DESARROLLO DE
PRÁCTICAS EN EL “LABORATORIO DE PROCESOS
INDUSTRIALES – USAT”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

DIEGO FERNANDO JIBAJA LORA

ASESOR

JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO AUTOMATIZADO DE UN MÓDULO DE
TRATAMIENTOS DE AGUA PARA EL DESARROLLO DE
PRÁCTICAS EN EL “LABORATORIO DE PROCESOS
INDUSTRIALES – USAT”**

PRESENTADA POR:

DIEGO FERNANDO JIBAJA LORA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Sonia Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Alejandro Vera Lázaro
SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres: Gloria Lora Guerrero y Gary Jibaja Aguirre, que me apoyaron en todo lo que estaba dentro de sus posibilidades y que siempre fueron un incentivo para seguir adelante.

A todas aquellas personas que me alentaron a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mis padrinos Martín Lora Guerrero y Julissa del Río Valdivieso, que me apoyaron de tantas formas, que este trabajo no habría sido el mismo sin su intervención, apoyo y guía. Muchísimas gracias a ellos.

De igual forma a todos mis profesores y guías, que fueron la clave para formar la persona que soy actualmente, y el profesional que seré en un futuro. Gracias a todos ellos por el excelente trabajo que hicieron.

PRESENTACIÓN

En la actualidad, las tecnologías están acaparando todos los mercados a nivel mundial, ya sea industria manufacturera, de distribución y logística o de servicios específicos. En la búsqueda de mejorar la productividad y disminuir los costos operativos, se implementan sistemas automáticos que simplifican los trabajos y mejorar el resultado. En la búsqueda de la implementación de estos sistemas, nace la necesidad de personal calificado para el diseño, manejo y control de estos.

Esta investigación lleva el nombre de “Diseño Automatizado de un Módulo de Tratamientos de Agua para el Desarrollo de Prácticas en el Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.”, teniendo como finalidad elaborar el diseño para un módulo automatizado donde los nuevos estudiantes de la universidad puedan interactuar con este y aprender tanto de automatismos, como de tratamientos de purificación de agua y en la forma que podemos enlazarlos.

Para poder concretar este proyecto, se ha hecho uso de los conocimientos adquiridos a lo largo de esta etapa universitaria, como la de extracción de información mediante una encuesta de opinión por sondeo, triangulación de información mediante distintas fuentes científicas, modelado de sólidos en 3D, programación en lenguaje Ladder, etc.

RESUMEN

La presente investigación se centra en el Laboratorio de Procesos Industriales de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; siendo esta una universidad católica privada sin fines de lucro. La investigación se realizó gracias a que se notó una influencia positiva en los estudiantes al interactuar con los módulos automáticos, por lo que ésta se analizó a través de una encuesta de sondeo, teniendo como resultado, la afirmación de esta influencia. Por tal motivo, se decidió realizar el diseño de un módulo automatizado de tratamientos de agua para extender el conocimiento de este creciente rubro, y de la misma forma, servir de instrucción para los futuros estudiantes de Ingeniería Industrial.

En primera instancia, se determinó la relación de beneficio del Laboratorio de Proceso Industriales con los estudiantes, obteniendo de este, datos como que el 90% de los estudiantes creen que lo han ayudado con su aprendizaje; como también se pudo determinar que el Laboratorio cuenta con 4 módulos de alimentación eléctrica trifásica, basados en: un módulo de llenado y mezclado de sólidos, uno de control de variables líquidos, un módulo de control de caudal y uno de llenado de líquidos.

Para establecer los criterios de desinfección, se analizaron las características propias del agua obtenida a través de la red pública del Laboratorio de Procesos Industriales que, a su vez, es brindada por EPSEL; obteniendo que sus principales deficiencias están en los parámetros microbiológicos y parasitológicos, como la presencia de E. Coli con un “<1 UFC/100 mL a 44,5 °C”, o Bacterias Heterotróficas con “3 200 UFC/100 mL a 35 °C”.

Continuando con el diseño, se obtuvo un módulo con una capacidad de producción de 130 L/min, 200 L de almacén de agua pura y alimentación trifásica de 220 V. Finalmente se hizo una simulación del sistema a través de programas de modelado 2D y 3D como AutoCAD, y también automático, haciendo uso de softwares de programación como el SoMachine y el CitecSCADA.

Finalmente, se estimó un beneficio económico en base de: mandar a diseñar el módulo vs realizarlo en base a esta investigación. Teniendo como resultado una diferencia a favor de nuestra investigación de S/. 18 897,72, lo que generará una ayuda para la universidad y sus futuros proyectos.

PALABRAS CLAVE: Tratamientos de Agua, Desarrollo de Prácticas, Módulo Automatizado, SCADA.

ABSTRACT

This research focuses on the Laboratory of Industrial Processes of the Santo Toribio de Mogrovejo Catholic University; this being a private non-profit catholic university. The research was carried out thanks to the fact that a positive influence was noted on the students when interacting with the automatic modules, so it was analyzed through a probing survey, resulting in the affirmation of this hypothesis. For this reason, it was decided to design an automated water treatment module to extend the knowledge of this growing area, and in the same way, serve as instruction for future Industrial Engineering students.

In the first instance, the relationship of benefit of the Industrial Process Laboratory with the students was determined, obtaining from it, data such as that 90% of the students believe that they have helped them with their learning; as it was also possible to determine that the Laboratory has 4 three-phase power modules, of different composition and complexity.

To establish the disinfection criteria, the characteristics of the water obtained through the public network of the Industrial Processes Laboratory were analyzed, which, in turn, is provided by EPSEL; obtaining that its main deficiencies are in the microbiological and parasitological parameters, such as the presence of E. Coli with a " <1 CFU / 100 mL at 44.5° C", or Heterotrophic Bacteria with " $3\ 200$ CFU / 100 mL at 35° C".

Continuing with the design, a module with a production capacity of 130 L / min, 200 L of pure water storage and a three-phase supply of 220 V was obtained. Finally, a simulation of the system was made through 2D and 3D modeling programs. like AutoCAD, and also automatic, making use of programming software such as SoMachine and CitecSCADA.

Finally, an economic benefit was estimated based on: having the module designed vs performing it based on this research. Resulting in a difference in favor of our investigation of S /. 18 897,72, which will generate aid for the university and its future projects.

KEYWORDS: Water Treatments, Development of Practices, Automated Module, SCADA.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	19
2.2.1. AUTOMATIZACIÓN.....	19
2.2.2. PLC.....	20
2.2.3. DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS	22
2.2.4. SENSORES	23
2.2.5. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL.....	23
2.2.6. PRINCIPALES INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	25
2.2.7. TRATAMIENTOS PARA PURIFICAR EL AGUA	30
III. RESULTADOS	32
3.1. DIAGNOSTICAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS MÓDULOS EXPERIMENTALES EN EL “LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES – USAT”	32
3.1.1. ESTADO DE SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES QUE YA CURSARON POR LA ASIGNATURA	32
3.1.2. MÓDULO DE LLENADO Y MEZCLADO DE SÓLIDOS	37
3.1.3. MÓDULO DE CONTROL DE VARIABLES.....	38
3.1.4. MÓDULO DE CAUDAL.....	39
3.1.5. MÓDULO DE LLENADO DE LÍQUIDOS	40
3.2. CARACTERIZAR FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICAMENTE EL AGUA DE INGRESO A LA UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	41
3.2.1. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA.....	41
3.2.2. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA.....	44
3.2.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA	44
3.3. PROPONER UN DISEÑO DE PURIFICACIÓN DE AGUA AUTOMATIZADO.....	46
3.3.1. Técnicas de purificación.....	46
3.3.2. Equipos de purificación.....	47
3.3.3. Cálculos para determinar especificaciones del sistema	53
3.3.4. Equipos de almacenamiento.....	68
3.3.5. Componentes secundarios del sistema:	71

3.3.6.	Diseño del Sistema de Control:	78
3.4.	SIMULAR EL DISEÑO PROPUESTO.	97
3.4.1.	AutoCAD.....	97
3.4.2.	SoMachine.....	103
3.4.3.	CitecSCADA:	109
3.5.	ANALISIS COSTO-BENEFICIO	112
3.5.1.	Costo de Adquisición.	112
3.5.2.	Relación Costo-Beneficio.....	114
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
4.1.	CONCLUSIONES.	115
4.2.	RECOMENDACIONES.....	116
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
VI.	ANEXOS	120
Anexo 01.	Carta de aceptación de datos USAT.	120
Anexo 02.	Encuesta de estado de experiencias con los módulos actuales y nivel de aceptación para el módulo propuesto	121
Anexo 03.	Instrucciones generales del laboratorio Cerper S.A. para la toma de muestras de agua del Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.....	123
Anexo 04.	Evidencia de toma de muestra	125
Anexo 05.	Resultados entregados por el laboratorio Cerper S.A.....	127
Anexo 06.	Ficha técnica de filtro de cartucho PolyKLEAN	131
Anexo 07.	Ficha técnica de tanque para carbón activado Poly Glass 8x40”.....	137
Anexo 08.	Ficha técnica de válvula manual Pentair 42229.....	139
Anexo 09.	Ficha técnica de filtro UV VIQUA S5Q-PA.	142
Anexo 10.	Ficha técnica de tanque Rotoplas de 600 litros.....	144
Anexo 11.	Ficha técnica de pulsador rojo Schneider XB5AA42 y pulsador verde Schneider XB5AA31.....	147
Anexo 12.	Ficha técnica de válvula reguladora de presión FESTO LR ¼ QS-10. ...	148
Anexo 13.	Ficha técnica de electroválvula SMC VXZ252JG.....	156
Anexo 14.	Ficha técnica de variador de frecuencia Schneider Altivar ATV 312H037M3.....	160
Anexo 15.	Ficha técnica de electrobomba Pedrollo CP600.	169
Anexo 16.	Ficha técnica de disyuntor Schneider GV2 ME.....	173
Anexo 17.	Ficha técnica de sensor de presión KOBOLD SEN-3297.	176
Anexo 18.	Ficha técnica de interruptor de nivel KOBOLD RFS-1200 N4.....	179

Anexo 19. Ficha técnica de sensor de nivel Siemens SITRANSP LH100.....	181
Anexo 20. Ficha técnica de PLC Schneider M241-TM241CE40R.	185
Anexo 21. Ficha técnica de módulo de ampliación Schneider TM3AM6G.	192
Anexo 22. Resultados detallados de la encuesta.	196
Anexo 23. Cotización DEPROTEC S.A.C.....	198

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Variables, valores y descripciones de datos para encuesta.	33
Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.	42
Tabla 3: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.	43
Tabla 4: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos.	43
Tabla 5: Resultados de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.	44
Tabla 6: Resultados de Parámetros de Calidad Organoléptica.	45
Tabla 7: Resultados de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos.	45
Tabla 8: Parámetros incumplidos y sus respectivas medidas y técnicas correctivas.	46
Tabla 9: Criterio de Selección de Filtro de 5 μ	48
Tabla 10: Criterio de Selección de Filtro de 1 μ	48
Tabla 11: Criterio de Selección del Tanque de Carbón Activado.	49
Tabla 12: Criterio de Selección para el Carbón Activado.	50
Tabla 13: Criterio de Selección de Válvula para el tanque de Carbón Activado.	51
Tabla 14: Criterio de Selección para el Filtro UV.	52
Tabla 15: Pérdida de carga específica (SPD) del Filtro PolyKLEAN.	55
Tabla 16: Pérdida de carga o energía.	65
Tabla 17: Criterio de Selección del Tanque de Agua Clorada.	68
Tabla 18: Criterio de Selección para Distribuidor de Tanque.	69
Tabla 19: Especificación técnicas del tanque de cloro.	70
Tabla 20: Criterio de Selección para Pulsador de Inicio.	71
Tabla 21: Criterio de Selección para Pulsador de Paro.	72
Tabla 22: Criterio de Selección para Válvula de Alivio.	74
Tabla 23: Criterio de Selección para Tablero Eléctrico.	75
Tabla 24: Criterio de Selección para Carcasa de Filtros.	77
Tabla 25: Diagrama de Movimientos, Caso 1.	79
Tabla 26: Diagrama de Movimientos, Caso 2.	80
Tabla 27: Criterio de Selección para Electroválvulas.	81
Tabla 28: Criterio de Selección para el Variador de Frecuencia.	82
Tabla 29: Criterio de Selección para la Electrobomba de 1,5 HP.	83
Tabla 30: Criterio de Selección para Electrobomba de 0,5 HP.	83
Tabla 31: Especificaciones de la Bomba Centrífuga Pedrollo.	84
Tabla 32: Criterio de Selección para Disyuntor.	85
Tabla 33: Criterio de Selección para el Sensor de Presión.	86
Tabla 34: Criterio de Selección para Interruptor de Nivel.	87
Tabla 35: Criterio de Selección para Sensor de Nivel.	88
Tabla 36: Criterio de Selección para PLC.	90
Tabla 37: Caracterización de Variadores de 1,5 HP.	92
Tabla 38: Caracterización de Variador de 0,5 HP.	92
Tabla 39: Caracterización de Sensor de Presión.	93
Tabla 40: Caracterización de Sensor de Nivel.	93
Tabla 41: Costeo de Equipos y Accesorios.	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Módulo de Llenado y Mezclado de Sólidos.....	37
Figura 2: Módulo de Control de Variables.....	39
Figura 3: Módulo de Control de Caudal.....	40
Figura 4: Módulo de Llenado de Líquidos.....	41
Figura 5: Filtro de cartucho de polipropileno PolyKlean.....	49
Figura 6: Tanque Poly Glass Pentair.....	50
Figura 7: Carbón activado granular Biostat.....	51
Figura 8: Válvula manual Pentair 42229.....	52
Figura 9: Filtro UV VIQUA VH410.....	53
Figura 10: Tanque de recepción de agua potable.....	54
Figura 11: Gráfico de pérdida de carga inicial vs Caudal.....	56
Figura 12: Diagrama de Moody.....	58
Figura 13: Longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas.....	59
Figura 14: Pérdida de carga, tramo 01.....	61
Figura 15: Pérdida de carga, tramo 02.....	62
Figura 16: Pérdida de carga, tramo 03.....	62
Figura 17: Pérdida de carga, tramo 04.....	63
Figura 18: Pérdida de carga, tramo 05.....	63
Figura 19: Pérdida de carga, tramo 06.....	64
Figura 20: Pérdida de carga, tramo 07.....	65
Figura 21: Especificaciones de cartuchos filtrantes PolyKLEAN.....	67
Figura 22: Tanque Rotoplas de 600 Litros.....	69
Figura 23: Ejemplificación del Tanque de Agua Pura de 200L.....	70
Figura 24: Representación 2D del Tanque de Cloro.....	71
Figura 25: Pulsador Verde Schneider XB5AA31.....	72
Figura 26: Pulsador Rojo Schneider XB5AA42.....	73
Figura 27: Válvula de Control Plástica de 1 Pulgada.....	73
Figura 28: Válvula reguladora de presión Festo LR ¼ QS-10.....	74
Figura 29: Tablero eléctrico BY PASS Protecline TBTEV-30K.....	75
Figura 30: Unión de tuberías de acero inoxidable.....	76
Figura 31: Te Confluencia de Ramal de Acero Inoxidable.....	76
Figura 32: Codo de 90° de Acero Inoxidable.....	76
Figura 33: Carcasa de Filtro CUNO 1BHN1.....	77
Figura 34: Diagrama de Lazo Cerrado del Sistema.....	78
Figura 35: Electroválvula SMC VXZ262JG.....	81
Figura 36: Variador de Frecuencia Schneider Altivar ATV 312HU11M3.....	82
Figura 38: Electrobomba Pedrollo Serie CP 6.....	84
Figura 38: Disyuntor Schneider GV2 ME.....	85
Figura 39: Sensor de presión Kobold SEN 3297.....	86
Figura 40: Válvula de llenado con Flotador.....	87
Figura 41: Interruptor de Nivel Kobold RFS-1200 N4.....	88
Figura 42: Sensor de Nivel Siemens Sitrans LH100.....	89
Figura 43: Controlador Schneider M241-TM241CE40R.....	91
Figura 44: Módulo de Ampliación Schneider TM3AM6G.....	91
Figura 45: Plano Esquemático Eléctrico.....	95
Figura 46: Diagrama en 2D del Flujo del Módulo de Tratamientos.....	96
Figura 47: Módulo de Tratamientos de Agua en 3D Renderizado.....	98
Figura 48: Simulación gráfica del sistema. Paso 1,2 y3.....	99

Figura 49: Simulación gráfica del sistema. Paso 4 y 5.....	100
Figura 50: Simulación gráfica del sistema. Paso 6 y 7.....	101
Figura 51: Simulación gráfica del sistema. Paso 8.....	102
Figura 52: Programación del PLC. Parte 1.....	103
Figura 53: Programación del PLC. Parte 2.....	104
Figura 54: Programación del PLC. Parte 3.....	104
Figura 55: Programación del PLC. Parte 4.....	105
Figura 56: Programación del PLC. Parte 5.....	106
Figura 57: Programación del PID.....	106
Figura 58: Programación SCADA. Parte 1.	107
Figura 59: Programación SCADA. Parte 2.	108
Figura 60: Programación SCADA. Parte 3.	108
Figura 61: Presentación gráfica en Software CítecSCADA.....	110
Figura 62: Cuadro de Tag de Variables.....	111
Figura 63: Comparación Económica de Cotizaciones.....	114

I. INTRODUCCIÓN

La educación es la base para una sociedad sana y competitiva. Es por eso que la inversión en la educación es lo que diferencia a un país desarrollado y a uno en vía de desarrollo; tal como nos indica la UNESCO [1]: “nunca antes en la historia fue más importante la inversión en educación superior, en tanto ésta constituye una base fundamental para la construcción de una sociedad del conocimiento inclusiva y diversa y para el progreso de la investigación, la innovación y la creatividad”.

Los aumentos de costos y requisitos de calidad están provocando un cambio hacia la automatización. La automatización es una herramienta indispensable si se desea mejorar las utilidades, eficiencia y calidad de los procesos. Es usado a nivel mundial por compañías de gran prestigio, como Toyota, Volkswagen, Coca Cola, Samsung, etc.

A nivel nacional, la automatización aún está en un proceso de desarrollo, pues los pequeños y medianos empresarios piensan que la automatización es una técnica reservada para las grandes empresas. Sin embargo, existen industrias que han logrado romper este pensamiento y han expandido sus planes para lograr finalmente automatizar sus procesos. Claro ejemplo de esto son la Algodonera Peruana S.A.C que se encarga de elaborar hilos de algodón, como también Facusa, que se encarga de producir cubiertos de mesa, o Avivel, que se encarga de la producción y manejo de huevos a nivel industrial.

Teniendo en cuenta la demanda del país por profesionales competentes, se fundó la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, y a su vez, se introdujo la carrera de Ingeniería Industrial, con el fin de formar profesionales altamente capacitados en el control, gestión y mejora de procesos. Contando dentro de la currícula, la asignatura de Automatización de Procesos Industriales, que introduce a los estudiantes en el campo de la automatización de procesos industriales a través de experiencias educativas con cuatro módulos automatizados (módulo de mezclado de sólidos, de control de variables, de control de caudal y llenado de líquidos) y sus respectivas prácticas. Como toda institución universitaria, la USAT tiene como objetivo formar profesionales de calidad. Pensando en este objetivo es que se presenta la propuesta del diseño de un módulo de tratamientos de agua, que complementará al módulo de llenado de líquidos y generará una experiencia más completa durante las prácticas en el Laboratorio de Procesos Industriales - USAT.

Para la realización de este módulo, nos basaremos en cuatro objetivos progresivos. Siendo el primero “Diagnosticar el estado actual de los módulos experimentales en el Laboratorio de Procesos Industriales - USAT”, en el que analizaremos los módulos existentes en el Laboratorio para tener una idea de las necesidades y características generales de nuestro módulo a diseñar, así como también la relación que tienen con los estudiantes. El segundo objetivo será “Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente el agua de ingreso del Laboratorio de Procesos Industriales”, en el que mandaremos a analizar el estado del agua de la USAT a un laboratorio certificado, así ver cuáles son las deficiencias físicas y microbiológicas para poder eliminarlas. El tercer objetivo será “Proponer un diseño de purificación de agua automatizado”, en el que se propondrá el diseño del sistema a nivel teórico y automático. El cuarto objetivo se basará en “Simular el diseño propuesto”, a través de software de diseño automático (CADeSimu, SoMachine y CitecSCADA) y de modelado (AutoCAD). Finalmente, se realizará un análisis costo beneficio, donde se

determinó que habría un ahorro de S/. 18 897,92, en comparación de hacerlo con una institución especializada en el desarrollo de módulos automáticos.

Este módulo de tratamientos de agua consistiría en una serie de filtros y tratamientos químicos y físicos necesarios para asegurar la óptima calidad de agua. Como también consistirá en que todos estos filtrados y tratamientos, se hagan de forma completamente automática, con la finalidad de asegurar la inocuidad del agua y de demostrar el proceso de tratamientos para agua purificada.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Rahul Gadkari *et al.* [2], en su artículo “Filtración de agua mediante un sistema de filtros con cartuchos no tejidos”, plantea la fabricación de cartuchos no tejidos para el filtrado de aguas en reservorios para comunidades rurales. De forma que permita reducir el costo de producción.

Utilizando el método de “nonwovens” o de no tejido, se fabricaron 9 cartuchos o muestras, con una máquina de tela no tejida punzonada (DILO) y fibras de polipropileno al 100%. Teniendo dos tipos de densidad en los cartuchos, uno de 2,5 den¹ y otro de 6 den, cada uno fabricado a distintas presiones (400, 500 y 600 g/m²). A continuación, se diseña un sistema básico para las pruebas de filtrado, constando de un reservorio de agua no filtrada, una tubería, una válvula, un recipiente que conectará con el filtro, el filtro, una lata donde almacenará el agua filtrada y un dispensador o caño.

Para las pruebas de los filtros, se usarán distintas técnicas en cada uno de sus características, como para: la eficiencia de filtración (FE), se hará uso de la prueba de DQO (demanda química de oxígeno) del agua antes y después de filtrar, lo que nos dará un porcentaje de eficiencia. El tamaño de poros, se hará uso de un porómetro (Modelo: POROLUX 500) con muestras húmedas de los filtros. La permeabilidad al aire, se midió usando un probador de permeabilidad TEXTTEST FX330 a una presión de 98 Pa.

Llegando a la conclusión, que es viable la producción de un filtro de cartucho no tejido, teniendo como características que la FE mejora a mayor presión, menor densidad de punción (den) y fibras más finas. Siendo el “ganador” de las muestras el cartucho F7, con una densidad de 2,5 den, fabricado a 400 g/m² y con un 78% de FE.

- Angela Carreño-Mendoza, *et al.* [3], en su artículo nos plantea un tratamiento de aguas para las comunidades de Bala en Medio, Julián y Severino; el cual consiste en filtrado en arenas más gravas, seguido de filtración con zeolitas clinoptilolita y finalmente, cloración. De manera que sea de fácil operación, mantenimiento y de costes aceptables.

Para conocer el estado actual del agua en las comunidades anteriormente mencionadas, se tomaron 4 muestras en cada una, de las cuales se determinará el DBO₅, sólidos totales, coliformes fecales y turbiedad; así como también los tenores de metales pesados como Cobre, Plomo, Hierro, Aluminio, Cobalto y Cromo. En lo que respecta al análisis de datos, se usó un “diseño experimental completamente aleatorizado, con cuatro repeticiones. Previo al análisis de varianza (ANAVA), los valores de las características determinadas en las muestras de agua fueron examinados por las pruebas de normalidad de Wilk-Shapiro y la de homogeneidad de varianza de Bartlett por el ASSISTAT, y los análisis de varianza se realizaron con el software InfoStat. Las comparaciones de promedios se realizaron a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad”.

¹ Denier (den), es una unidad de medida del sistema inglés de la densidad lineal de masa de fibras.

“A nivel de laboratorio, se construyó un filtro conformado por la siguiente secuencia: grava gruesa, grava fina, arena gruesa, arena fina, arena gruesa y arena fina en la proporción 8,5: 2,6: 1: 25: 1: 3, respectivamente”. De forma paralela se elaboraron intercambiadores de cationes para complementar el filtrado, utilizando empaquetaduras de zeolita clinoptilolita y zeolita mordenita. Finalmente, y para complementar el tratamiento, el agua filtrada se someterá a un tratamiento de cloro.

Teniendo como resultados: en el filtrado de arena más grava, un GR (grado de remoción en %) promedio de 84,23% para el DBO₅, 96,92% para los sólidos totales, 91,32% para los coliformes fecales y 88,00% para la turbiedad. En lo que respecta a los metales pesados, la zeolita mordenita fue el mecanismo de filtrado más eficiente, teniendo una eficiencia de reducción de 55,56% para el cobre, 93,46% para el plomo, 27,03% para el hierro, 35,71 para el aluminio, 9,52% para el cobalto y 92,11 para el cromo. Y en lo que respecta al clorado, para cada una de las pruebas, arrojó una eficiencia de remoción de coliformes fecales del 87%.

Concluyendo, el sistema de filtrado propuesto anteriormente, es ampliamente eficiente y pone dentro de los límites máximos permisibles al agua que actualmente consumen dichas comunidades. Teniendo un costo de implementación para cada comunidad de unas 311 personas aproximadamente, \$/ 9 242, 55, lo que en moneda nacional sería S/. 33 711,68 (cambio de divisa por dólar en S/. 3,65).

- En el artículo de Edison Villacres Cevallos *et al.* [4], “Sistema de medios de enseñanza tecnológicos de neumática y automatización para ingenieros”, propone la creación de actividades de aprendizaje apoyadas en el software de diseño y simulación “Festo Fluid Sim”, integradas con prácticas de laboratorio y entornos virtuales, bajo la concepción del B-learning (Blended learning), diseñado para que el alumno profundice el objeto de estudio a su propio ritmo de aprendizaje.

En el sistema propuesto, presentan tres fases en su ejecución: “Neumática”; fase en que se estudian sus fundamentos físicos, preparación y distribución del aire comprimido, cálculos básicos de compresores, elementos neumáticos de trabajo y mando, como cilindros, válvulas 3/2, válvulas antirretornos, reguladores de caudal y tipos de diagramas. “Electroneumática y Control”; introducen a los estudiantes en las técnicas de automatización por programadores lógicos controlables (PLC), basándose en los esquemas de circuitos electro neumáticos previamente construidos por símbolos eléctricos, de igual forma se aprendió a determinar su utilidad e importancia en máquinas y equipos dentro de los procesos. “Entorno Virtual de Aprendizaje”; esta fase consiste en integrar las aulas virtuales y la educación presencial, creando un entorno virtual bajo el enfoque del B-learning, es decir, un espacio compartido entre la educación presencial y el soporte virtual, facilitándoles a través de la combinación eficiente de diferentes métodos de impartición, modelos de enseñanza y estilos de aprendizaje, y basado en una comunicación transparente de todas las áreas implicadas en el curso.

Esta investigación permitió comprobar si la aplicación de este sistema de medios mejoraba el rendimiento de los estudiantes de Ingeniería Industrial en Neumática y Automatización a través de una prueba T, con un nivel de significancia. Teniendo como resultado una mejora de 5,64 a 7,84 en el rendimiento académico validado sobre una calificación máxima de 10 puntos.

Finalmente se puede concluir que, el sistema propuesto mejoró el rendimiento académico de los estudiantes en un 22%, así como también, que la integración de medios tecnológicos y virtuales permite que los alumnos analicen y entiendan el principio de funcionamiento de todos los componentes que intervienen en la automatización y neumática, reforzando y mejorando su capacidad cognitiva.

- De acuerdo a Gregorio Castillo Quiroz, *et al.* [5], en su artículo “Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola”, plantea proporcionar a la parvada un ambiente que permita lograr una velocidad de crecimiento óptima y uniforme, así como una buena eficiencia alimenticia. Asegurándose de no afectar adversamente la salud ni el bienestar de las aves.

En primera instancia se determinó la situación actual del avícola, que cuenta con una propiedad de dos hectáreas y 11 galpones de 4500 aves aproximadamente. Para tener una base, se tomó la temperatura, humedad relativa y monitoreo de aire durante varios días para garantizar la fiabilidad de los datos. El diseño y distribución planta se realizó con ayuda de los softwares de AutoCad y SolidWorks.

En el apartado automático, se usó PCL Master CM10 ABB, que cuenta con un controlador de procesos PID flexible y *autotune*, que se encargará de mantener las variables en los rangos establecidos. El control de temperatura es un Termopar tipo K, con un rango de temperatura de -200 °C a 1 250 °C. Para el control de humedad relativa (RH), se usó un termohigrómetro que cuenta con un rango de medición de 0% a 100%, con una precisión típica de ± 3 %RH en -20 °C.

Como resultado, para una población de 1 100 pollos, se obtuvo una reducción de temperatura promedio de 31 °C a 26 °C y la humedad relativa se mantuvo en un margen de 87 a 80 %RH, cuando antes oscilaba entre 90 y 75 %RH. La mortalidad se redujo de 28 a 8 aves en un periodo de 7 semanas.

Concluyendo, tuvimos una reducción del índice de mortalidad del 3% al 0,72% y también se tuvo una reducción del 95% en enfermedades virales debido a la circulación efectiva del aire. Finalmente, teniendo un costo de implementación de \$ 19 115, y ahorro de \$ 11 100 por cada galpón.

- *Sergio Vaca-Vargas* [6], “*Automated greenhouse, instrumentation and fuzzy logic*”:
 - ... Crops are vulnerable to climatic conditions; therefore, their quality may vary according to environmental behavior. Under optimal conditions the crop can

have a good productive development and an increase in the yield per unit area, reducing the risks caused by climatic changes, pests and diseases. With the electronic application in greenhouses it is possible to make efficient use of the resources since these can be controlled according to each stage of the development of the crop. Being in an isolated environment, in other words, independent of the external environment, it is possible to carry out production at any time of the year, thanks to the microclimates. The following paper shows the development of an automated greenhouse using electronic instrumentation to control its irrigation, lighting, humidification and ventilation systems using fuzzy logic.

Sergio Vaca-Vargas 2020, en su artículo “Automated greenhouse, instrumentation and fuzzy logic” plantea la aplicación de la lógica difusa, con la cual, se conseguiría controlar y monitorizar algunos de los sistemas que influyen en la producción de cultivos, como la luz y el riego, además de ser un sistema de bajo consumo energético. Para el diseño, se realiza una jaula de aluminio y policarbonato, adicional a esto se adaptará en base a bibliografía sobre los tipos de cultivos, y sus necesidades. Bajo las mismas necesidades mencionadas anteriormente, se seleccionan las redes sensoriales del sistema (control de riego, iluminación, humidificación, etc.) Para el control de estas magnitudes físicas, se utilizarán actuadores de temperatura (termómetro), de humedad y de luz. Para el controlador difuso se crean las etiquetas de cada una de las variables a controlar, luego se define el objeto difuso por donde entrarán las variables y las señales que saldrán a los actuadores. Finalmente, está el conjunto de reglas que rigen la lógica difusa, estas reglas permiten convertir, y entregar la información al usuario sobre el estado del sistema. Concluyendo, se desarrolló e implementó el prototipo donde es posible controlar y monitorear las distintas magnitudes físicas fluctuantes de tres cultivos distintos (orégano, perejil y tomillo) de forma exitosa, pudiendo replicar las condiciones naturales de cualquier cultivo.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. AUTOMATIZACIÓN

Tal y como menciona Asensio Pere [7], “la Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas”. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la conocemos actualmente: la aplicación de la automática al control de procesos industriales. “Ahora, por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto”.

Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, discretos y batch.

- Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo del material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad.
- Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles.

- Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.

2.2.2. PLC

Tal y como se menciona en “Controlador Lógico Programable (PLC)” [8]:

...la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos define a un PLC– Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) como un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, que permite la implementación de funciones específicas como pueden ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. La ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más importante es la garantía de ejecución completa del programa principal.

2.2.2.1. PID:

El mecanismo de control PID (Proporcional-Integral-Derivativo) es un mecanismo que mediante un sistema lazo cerrado permite regular las variables de un proceso. Calculando la diferencia (error) entre la variable real (variable de salida) contra la variable de referencia (set point) y toma las medidas necesarias para corregir y reducir esa diferencia a cero (o cercana lo más posible), así mantener nuestro sistema en equilibrio y control.

El mecanismo de control PID, se basa en la regulación del error a través de sus tres acciones: proporcional, integral y derivativo. Tal como lo menciona Virginia Mazzone [27]: estos controladores son los denominados P, I, PI, PD y PID. A continuación, se detalla brevemente sus funciones.

- **P:** acción de control proporcional, da una salida del controlador que es proporcional al error, es decir: $u(t) = KP \cdot e(t)$, que descripta desde su función transferencia queda:

$$C_p(s) = K_p$$

Donde K_p es una ganancia proporcional ajustable. Un controlador proporcional puede controlar cualquier planta estable, pero posee desempeño limitado y error en régimen permanente (off-set) [27].

- **I:** acción de control integral: da una salida del controlador que es proporcional al error acumulado, lo que implica que es un modo de controlar lento.

$$u(t) = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad C_i(s) = \frac{K_i}{s}$$

La señal de control $u(t)$ tiene un valor diferente de cero cuando la señal de error $e(\tau)$ es cero. Por lo que se concluye que, dada una referencia constante, o perturbaciones, el error en régimen permanente es cero [27].

- **PI:** acción de control proporcional-integral, se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau$$

donde T_i se denomina tiempo integral y es quien ajusta la acción integral. La función de transferencia resulta:

$$C_{PI}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

Con un control proporcional, es necesario que exista error para tener una acción de control distinta de cero. Con acción integral, un error pequeño positivo siempre nos dará una acción de control creciente, y si fuera negativo la señal de control será decreciente. Este razonamiento sencillo nos muestra que el error en régimen permanente será siempre cero.

Muchos controladores industriales tienen solo acción PI. Se puede demostrar que un control PI es adecuado para todos los procesos donde la dinámica es esencialmente de primer orden. Lo que puede demostrarse en forma sencilla, por ejemplo, mediante un ensayo al escalón [27].

- **PD:** acción de control proporcional-derivativa, se define mediante:

$$u(t) = K_p e(t) + K_p T_d \left(\frac{de(t)}{dt} \right)$$

donde T_d es una constante denominada tiempo derivativo. Esta acción tiene carácter de previsión, lo que hace más rápida la acción de control, aunque tiene la desventaja importante que amplifica las señales de ruido y puede provocar saturación en el actuador. La acción de control derivativa nunca se utiliza por sí sola, debido a que solo es eficaz durante periodos transitorios. La función de transferencia de un controlador PD resulta:

$$C_{PD}(s) = K_p + sK_p T_d$$

Cuando una acción de control derivativa se agrega a un controlador proporcional, permite obtener un controlador de alta sensibilidad, es decir que responde a la velocidad del cambio del error y produce una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande. Aunque el control derivativo no afecta en forma directa al error en estado estacionario, añade amortiguamiento al sistema y, por tanto, permite un valor más grande que la ganancia K , lo cual provoca una mejora en la precisión en estado estable [27].

- **PID:** acción de control proporcional-integral-derivativa, esta acción combinada reúne las ventajas de cada una de las tres acciones de control individuales. La ecuación de un controlador con esta acción combinada se obtiene mediante [27]:

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{de(t)}{dt}$$

Y su función transferencia resulta:

$$C_{PID}(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

2.2.2.2. Auto-sintonía:

La auto-sintonía, es un mecanismo automático mediante el cual, se determinan los valores ideales para las constantes PID (proporcional, integral y derivada) a partir de distintos y complejos algoritmos. Hablando técnicamente, “la auto-sintonización consiste en ajustar los valores de K_p , K_i y K_d de manera que los valores propios del sistema en lazo cerrado tengan una ubicación geométrica predeterminada basada en el comportamiento aproximado de un modelo de referencia de segundo orden.” [9].

2.2.3. DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS

Tal y como menciona MICRO [10], “el aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce y utiliza el hombre para reforzar sus recursos físicos”.

2.2.3.1. Compresores de Aire:

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al vapor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. El aire comprimido proviene del compresor y llega a las instalaciones (demanda), a través de tuberías. Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear dos tipos básicos de compresores:

- El primero trabaja según el principio de desplazamiento: la compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo oscilante o rotativo.
- El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos: el aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa de aire en la turbina.

2.2.3.2. Válvulas Neumáticas:

Genéricamente, se denomina válvula a una pieza que sirve para cerrar o abrir un orificio o conducto, o para interrumpir la comunicación entre dos órganos. Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan el aire comprimido; gobiernan la salida y la entrada, el cierre o habilitación, la dirección, la presión y el caudal de aire comprimido.

2.2.3.3. Cilindros Neumáticos:

Los cilindros neumáticos son las unidades encargadas de transformar la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas de prensa. Básicamente, consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al émbolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo.

2.2.4. SENSORES

Según Torres Fernando [11], “los sensores son un dispositivo electro – mecánico capaz de convertir magnitudes físicas (presión, temperatura, caudal) a valores medibles de dicha magnitud. Generalmente, los valores medibles son señales eléctricas codificadas en analógico o digital”.

Estos sensores tienen formas distintas al momento de codificar la señal, siendo:

- **Analógicas:** La salida es un valor que está en un rango de distintos valores. Por ejemplo:
 - Caudalímetro: Sensores encargados de medir el caudal de un fluido.
 - Termostato: Sensores encargados de medir la temperatura de una sustancia.
 - Manómetro: Sensores encargados de medir la presión de un sistema o elemento.
 - Vacuómetro: Sensores encargados de medir la presión de vacío de un sistema.
 - Tacómetro: Sensores encargados de medir la velocidad de un sistema o elemento.
- **Digitales:** La salida solo toma dos valores. Por ejemplo:
 - Sensor de Proximidad Inductivo: Sensores capaces de detectar la proximidad de un objeto a través de un campo magnético.
 - Sensor de Proximidad Capacitivo: Sensores capaces de detectar la proximidad de un objeto por medio de la interferencia de un campo eléctrico entre sus electrodos.
 - Sensor de Proximidad Ópticos: Sensores capaces de detectar la proximidad de un objeto por medio de la reflexión de luz roja o infrarroja.
 - Sensor de Proximidad Ultrasónico: Sensores capaces de detectar la proximidad de un objeto a través de la emisión de una onda ultrasónica y recepción de su eco.

2.2.5. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL

De acuerdo Luis Acebes [12], “Un sistema es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo”.

- **Dispositivos de entradas:** De acuerdo con Moreno M. [13]: “Los dispositivos de entrada son aquellos equipos que intercambian (o envían) señales con el PLC. Cada dispositivo de entrada es utilizado para conocer una condición particular de su entorno, como temperatura, presión, posición, entre otras”.
Entre estos otros podemos encontrar: Sensores inductivos magnéticos, ópticos, pulsadores, termocuplas, termoresistencias, encoders, etc.
- **Dispositivos de salida:** De acuerdo con Moreno M [13]. “Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno. Entre los dispositivos típicos de salida podemos hallar: Contactores de motor, electroválvulas, indicadores luminosos o simples relés”.
- **Perturbación:** De acuerdo Luis Acebes [12]: “es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema

se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada”.

- **Variable de controlada:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es la cantidad o condición que arbitrariamente se denota como la salida del sistema, es la variable que se mide y se controla. Las variables controladas más comunes son posición, velocidad, temperatura, presión, nivel y rata de flujo”.
- **Variable manipulada:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es la cantidad o condición que arbitrariamente se denota como la entrada del sistema. Es la cantidad o condición modificada por el controlador a fin de afectar la variable controlada. Esta variable debe ser capaz de afectar la condición de la variable controlada”.
- **Referencia, Consigna o Setpoint:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es el valor deseado en la variable del proceso o variable controlada”.
- **Control:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es el conjunto de acciones aplicadas sobre un proceso con la intención de que las variables controladas alcancen y se mantengan en un valor deseado”.
- **Controlador:** De acuerdo con José Rodríguez:
 - ...es la parte física de un equipo (electrónico, neumático o mecánico) que resulta de aplicar la teoría de control automático a un problema de control en sistema industrial. Su función es mantener la variable de control del proceso en un predeterminado valor, para ello calcula el error y en función de su magnitud, controla un actuador con el fin de reducir tal diferencia al valor más pequeño que le permita su capacidad [14].
- **Acción de control o salida del controlador:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es la señal calculada por el controlador que va directamente al actuador del proceso”.
- **Actuador:** De acuerdo con José Rodríguez [14]: “es el dispositivo que recibe como entrada la acción de control, la cual usa para modificar su salida, la cual es la variable manipulada”.

2.2.5.1. Tipos de sistemas de control:

- **Sistema de Control en Lazo Abierto:** Tal y como menciona Luis Acebes [12]: “el control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables, sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos (event-driven) o por tiempo (timed-driven)”. Se realiza la programación utilizando PLCs (controladores de lógica programable). Por ejemplo, una lavadora es controlada únicamente por el tiempo con el que se programa, independientemente si la ropa es lavada de manera correcta o no.
- **Sistema de Control en Lazo Cerrado:** Tal y como menciona Luis Acebes [12]: “son aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable

controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control)”. Es decir, los sistemas de control en lazo cerrado tendrán variables controladas que se compararán con un valor estándar que permitirá que un controlador pueda regularlas en caso de que salgan de su valor estandarizado.

Los sistemas de control en lazo cerrado también poseen una clasificación:

- **Manuales:** Que vendrían a ser los sistemas manejados por un operador humano basado en comparar visualmente los valores estándares con los presentados en el sistema. Por ejemplo: Un operador está activando y desactivando una válvula que permite el paso de agua de acuerdo con el nivel de agua de un tanque. El abre o cierra la válvula de agua, dependiendo si el tanque está lleno o vacío.
- **Automático:** Este vendría a ser los sistemas manejados por un controlador automático. Por ejemplo: El mismo caso que el anterior, pero en vez de tener un operador humano, tenemos un sensor de nivel y un controlador digital como un PLC; este PLC compara los niveles estandarizados y los reales, y de acuerdo con eso abre o cierra la válvula.

2.2.5.2. Tipos de Controladores:

- **Controladores Digitales:** Tal y como lo menciona Francisco Jimenez [15]: “los controladores digitales se activan cuando se supera un cierto umbral, previamente programado o seleccionado (ya sea de forma manual o de fabricación)”. Solo tienen dos estados de salida (encendido-apagado, ON-OFF, 0-1). Ejemplos: Interruptores, los sensores de umbral de temperatura, de umbral de viento, humedad, humo, escape de agua o gas, etc.
- **Controladores Analógicos:** Igualmente, como menciona Francisco Jimenez [15]: “los controladores analógicos realizan la medición del parámetro físico en un rango de valores. El valor del parámetro puede ser enviado al sistema de forma analógica (tensión o intensidad en función del valor del parámetro a medir) o de forma digital (convierte previamente el valor analógico en un dato digital que es interpretado por el controlador)”.

2.2.6. PRINCIPALES INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

2.2.6.1. Indicadores Microbiológicos y Parasitológicos:

Tal y como se menciona la Organización Mundial de Salud [16], “los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). La carga para la salud pública es función de la gravedad de la enfermedad o enfermedades relacionadas con los agentes patógenos, de su infectividad y de la población expuesta”.

a) **Bacterias Coliformes:** De acuerdo con la Organización Mundial de Salud:

...el “total de bacterias coliformes” (o “coliformes totales”) incluye microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente, no son útiles como índice de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse como indicador de la eficacia de tratamientos y para evaluar la limpieza e

integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una re proliferación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas [16].

b) Escherichia Coli y Bacterias Coliformes Termotolerantes: Como se menciona en la Guía para Calidad del Agua Potable:

...las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es Escherichia, pero algunos tipos de bacterias de los géneros Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter también son termotolerantes. Se considera que Escherichia coli es el índice de contaminación fecal más adecuado. En la mayoría de las circunstancias, las poblaciones de coliformes termotolerantes se componen predominantemente de E. coli; por lo tanto, este grupo se considera un índice de contaminación fecal aceptable, pero menos fiable que E. coli. Escherichia coli (o bien los coliformes termotolerantes) es el microorganismo de elección para los programas de monitoreo para la verificación, incluidos los de vigilancia de la calidad del agua de consumo. La presencia de E. coli (o bien de coliformes termotolerantes) es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de las posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones de la integridad del sistema de distribución [16].

c) Recuentos de Heterótrofos en Placa: Según la Organización Mundial de la Salud:

...el RHP detecta un amplio espectro de microorganismos heterótrofos, incluidas bacterias y hongos, basándose en la capacidad de estos microorganismos de crecer en medios ricos en nutrientes, sin agentes selectivos ni inhibidores, durante un periodo de incubación especificado y a una temperatura definida. El análisis tiene poco valor como índice de la presencia de microorganismos patógenos, pero puede utilizarse en el monitoreo operativo como indicador de tratamiento y desinfección del agua, con el objetivo de mantener los recuentos en los valores más bajos que sea posible. Después de la desinfección, cabe esperar que los RHP sean bajos; no obstante, para la mayoría de los usos de los RHP, los resultados concretos son menos importantes que sus variaciones en lugares determinados [16].

d) Virus: Tal y como menciona la Organización Mundial de la Salud:

...la mayoría de los virus asociados con la transmisión por el agua son los que pueden infectar el aparato digestivo y son excretados en las heces de las personas infectadas (virus entéricos). Exceptuando el virus de la hepatitis E, el ser humano se considera la única fuente de especies de virus que infectan a nuestra especie. Los virus entéricos habitualmente ocasionan enfermedades agudas con un periodo de incubación corto. El agua puede también contribuir a la transmisión de otros virus con modos de acción diferentes. Hay muy diversos tipos de virus que pueden ocasionar muy diversas infecciones y síntomas, con diferentes vías de transmisión, vías y lugares de infección y vías de excreción [16].

- e) **Protozoos patógenos:** La Organización Mundial de la Salud, para este apartado nos dice que:

...los protozoos y helmintos están entre las causas más comunes de infecciones y enfermedades que afectan al ser humano y otros animales. Las enfermedades que ocasionan tienen una gran repercusión socioeconómica y en la salud pública. El agua desempeña una función importante en la transmisión de algunos de estos agentes patógenos. El control de la transmisión por el agua plantea retos importantes, porque la mayoría de los agentes patógenos produce quistes, ooquistes o huevos que son extremadamente resistentes a los procesos utilizados generalmente para la desinfección del agua, y en algunos casos puede ser difícil eliminarlos mediante procesos de filtración [16].

2.2.6.2. Indicadores Organolépticos:

- a) **Olor y sabor:** Según Chavez de Allain:

...el olor y sabor es de suma importancia pues actúan como indicadores de aceptabilidad, siendo pues posibles motivos de rechazo. Por lo general, las personas relacionan la ausencia de olor con ausencia de contaminantes; incluso generalmente se emiten juicios sobre la calidad del agua por el olor o sabor de la misma, cuando en realidad puede pasar que tenga un buen sabor y olor, sin embargo, es de muy mala calidad. De esta manera, dan solo una primera idea de la calidad del agua. Muchas veces pueden revelar la existencia de algún tipo de contaminación, o el funcionamiento deficiente de algún proceso durante el tratamiento o la distribución de ésta [17].

- b) **Color:** En lo que respecta a este indicador, el agua tratada no debe presentar ningún tipo de coloración, pues implicaría la presencia de sólidos suspendidos en grandes concentraciones. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud [16], “el color del agua se debe principalmente a la presencia de materia orgánica coloreada, presencia de hierro, manganeso y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión. De igual manera, otra posible causa es la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales”. En general, puede haber diversas causas, por ello es necesario determinar el origen de la coloración y tomar acciones sobre ello.

- c) **Turbiedad:** Como menciona la Organización Mundial de la Salud:

...La turbiedad se origina por partículas en suspensión o coloidales (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la suspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Otra posible causa es debido a la presencia de partículas de materia orgánica en algunas aguas subterráneas o el desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución [16].

De la misma forma, señala que un agua turbia representa la presencia de partículas que pueden proteger a los microorganismos durante el proceso de la desinfección, e incluso estimular la proliferación de bacterias. Es por tal motivo que, siempre que se someta el agua a cualquier proceso de desinfección, para que éste sea eficaz, la turbiedad debe ser baja.

- d) **Sólidos Totales Disueltos:** Como ya se había mencionado anteriormente de sólidos totales disueltos, Chavez de Allain [17] nos acota que:

...los sólidos totales disueltos es el residuo remanente después de evaporar una muestra de agua a 103°C – 105°C. En general, la presencia de estos sólidos

produce la turbiedad del agua. Incluye los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos totales, los sólidos disueltos totales y los coloidales. La diferencia entre uno y otro es el tamaño de partícula, siendo los de mayor tamaño los sólidos sedimentables con un diámetro mayor a 10 μm ; y los más pequeños los sólidos disueltos totales (SDT), con un diámetro menor a 0.001 μm . Estos últimos son una medida de la concentración total de iones en solución, principalmente de sales minerales.

- e) **Conductividad Eléctrica:** Según la Dirección General de Salud Ambiental [18], la conductividad eléctrica del agua no es más que la capacidad que tienen las sales inorgánicas presentes en el agua para conducir corriente eléctrica. Por ello, la conductividad eléctrica es un excelente indicador de la cantidad de sales disueltas en el agua, pues a mayor cantidad de éstas, mayor será la conductividad del agua.
- f) **pH:** De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud:
 ...no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 mantuvieron el intervalo 6,5-9,2 del pH como intervalo admisible o permisible [16].
- g) **Cloruros:** Tal y como menciona la Organización Mundial de la Salud:
 ...las altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua y las bebidas. Hay diversos umbrales gustativos para el anión cloruro en función del catión asociado: los correspondientes al cloruro sódico, potásico y cálcico están en el intervalo de 200 a 300 mg/l. A concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor del cloruro, pero algunos consumidores pueden acostumbrarse al sabor que produce en concentraciones bajas [16].
- h) **Sulfatos:** Como menciona la Organización Mundial de la Salud:
 ...los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. En general, la ingesta diaria media de sulfato procedente del agua de consumo, el aire y los alimentos es de aproximadamente 500 mg, siendo los alimentos la principal fuente. Sin embargo, en regiones cuyas aguas de consumo contienen concentraciones altas de sulfato, el agua de consumo puede ser la principal fuente de ingesta [16].
- i) **Dureza total:** Según la Organización Mundial de la Salud:
 ...la dureza del agua, derivada de la presencia de calcio y magnesio, generalmente se pone de manifiesto por la precipitación de restos de jabón y la necesidad de utilizar más jabón para conseguir la limpieza deseada. La aceptabilidad por la población del grado de dureza del agua puede variar en gran medida de una comunidad a otra, en función de las condiciones locales. Los consumidores, en particular, notarán probablemente los cambios de la dureza del agua. El valor del umbral gustativo del ión calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el

del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l [16].

j) Amoníaco: Según la Organización Mundial de la Salud:

...además del amoníaco en su forma no ionizada (NH₃), se incluye la forma ionizada, o ión amonio (NH₄). El amoníaco presente en el medio ambiente procede de procesos metabólicos, agropecuarios e industriales, así como de la desinfección con cloramina. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0,2 mg/l, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/l y la ganadería intensiva puede generar concentraciones mucho mayores en aguas superficiales. También pueden producir contaminación con amoníaco los revestimientos de tuberías con mortero de cemento. El amoníaco es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales [16].

k) Hierro: Según la Organización Mundial de la Salud:

...en las aguas subterráneas anaerobias puede haber concentraciones de hierro ferroso de hasta varios miligramos por litro sin que se manifieste alteración alguna del color ni turbidez al bombearla directamente desde un pozo. Sin embargo, al entrar en contacto con la atmósfera, el hierro ferroso se oxida a férrico, tiñendo el agua de un color marrón rojizo no deseable. El hierro también potencia la proliferación de bacterias ferruginosas, que obtienen su energía de la oxidación del hierro ferroso a férrico y que, en su actividad, depositan una capa viscosa en las tuberías. En niveles por encima de 0,3 mg/l, el hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería [16].

l) Manganeso: De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud:

...la presencia de manganeso a concentraciones mayores que 0,1 mg/l en sistemas de abastecimiento de agua produce un sabor no deseable en bebidas y mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. Al igual que sucede con el hierro, la presencia de manganeso en el agua de consumo puede dar lugar a la acumulación de depósitos en el sistema de distribución. Las concentraciones menores que 0,1 mg/l suelen ser aceptables para los consumidores. Incluso en una concentración de 0,2 mg/l, el manganeso formará con frecuencia una capa en las tuberías, que puede desprenderse en forma de precipitado negro. El valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el manganeso es cuatro veces mayor que el mencionado umbral de aceptabilidad de 0,1 mg/l [16].

m) Aluminio: Como menciona la Organización Mundial de la Salud:

...las fuentes más comunes de aluminio en el agua de consumo son el aluminio de origen natural y las sales de aluminio utilizadas como coagulantes en el tratamiento del agua. La presencia de aluminio en concentraciones mayores que 0,1–0,2 mg/l suele ocasionar quejas de los consumidores como consecuencia de la precipitación del flóculo de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución y el aumento de la coloración del agua por el hierro. Por lo tanto, es importante optimizar los procesos de tratamiento con el fin de reducir al mínimo la presencia de residuos de aluminio en el sistema de abastecimiento. En buenas condiciones de funcionamiento, pueden alcanzarse, en muchas circunstancias, concentraciones de aluminio menores que 0,1 mg/l [16].

n) Cobre: Según la Organización Mundial de la Salud:

...la presencia de cobre en un sistema de abastecimiento de agua de consumo se debe, por lo general, a la acción corrosiva del agua que disuelve las tuberías de cobre. Las concentraciones pueden sufrir variaciones significativas en función del tiempo que el agua haya estado retenida en contacto con las tuberías; por

ejemplo, una muestra de agua tomada nada más abrir el grifo tendrá, previsiblemente, una concentración de cobre mayor que una tomada después de que haya corrido el agua abundantemente. Las concentraciones altas pueden interferir con los usos domésticos previstos del agua. El cobre en el agua de consumo puede aumentar la corrosión de accesorios de acero y hierro galvanizados. Cuando la concentración de cobre del agua es mayor que 1 mg/l, mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. A niveles mayores que 5 mg/l, el cobre también tiñe el agua y confiere un sabor amargo no deseado [16].

o) Zinc: Según la Organización Mundial de la Salud:

...el zinc confiere al agua un sabor astringente indeseable y su umbral gustativo (como sulfato de zinc) es de aproximadamente 4 mg/l. El agua con concentraciones de zinc mayores que 3–5 mg/l puede tener un color opalino y producir una película oleosa al hervir. Aunque el agua de consumo rara vez contiene zinc en concentraciones mayores que 0,1 mg/l, los niveles en el agua de grifo pueden ser sustancialmente mayores debido al zinc utilizado en materiales de fontanería galvanizados antiguos [16].

p) Sodio: Según la Organización Mundial de la Salud: “el umbral gustativo del sodio en el agua depende del anión asociado y de la temperatura de la solución. A temperatura ambiente, el umbral gustativo promedio del sodio es de 200 mg/l aproximadamente. No se ha calculado ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud”.

2.2.7. TRATAMIENTOS PARA PURIFICAR EL AGUA

Tal y como nos menciona Mendoza Leonardo [19], “que el agua que se suministra por la red pública del país es agua potable, es decir, está libre de sustancias y microorganismos que puedan afectar la salud”. Sin embargo, una gran parte (si no es toda) de esta agua se contamina en el trayecto o en el interior de los domicilios: muchas cisternas tienen pequeñas filtraciones, grietas y orificios que permiten la entrada de insectos y animales portadores de bacterias. A su vez, muchos tanques están mal tapados y permanecen expuestos al ambiente. Por tal motivo se necesitan tratamientos extras para asegurar la inocuidad del agua.

Los métodos de purificación se pueden dividir en: Físicos o Químicos.

2.2.7.1. Tratamientos Físicos:

Los tratamientos físicos como nos menciona Lenntech [20], “se refieren sobre todo a técnicas de filtración. La filtración es un instrumento de purificación para quitar los sólidos de los líquidos. Hay varios tipos de técnicas de filtración”.

a) Filtración de la arena:

La filtración de la arena, tal como nos menciona Lenntech:

...es un método usado con frecuencia, muy robusto para quitar los sólidos suspendidos del agua. El medio de filtro consiste en una capa múltiple de arena con una variedad de tamaño y gravedad específica. Cuando el agua atraviesa el filtro, los sólidos suspendidos en el agua precipitan en la arena donde quedan como residuo y en el agua se reduce los sólidos suspendidos, esta fluye del filtro [20].

b) Filtración de membrana:

La filtración de membrana, de acuerdo con Lenntech [20]: “quita las sales y materia orgánica disuelta, usando una membrana permeable que impregne solamente los

contaminantes. El concentrado permanece mientras que el flujo pasa adelante a través de la membrana”. Existen diversas técnicas de filtración con membranas, las más importantes son: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y osmosis inversa (OI). Las técnicas mencionadas anteriormente, se ponen en ejecución dependientemente de la clase de compuestos que necesiten ser quitados, así como su tamaño de partícula.

c) Filtración de carucho:

Como mencionaba Lennetch [20]: “las unidades de filtración de cartucho consisten en fibras. Funcionan generalmente con más eficacia económica en los usos que tienen niveles de contaminación de menos de 100 PPM. Para usos donde la contaminación es más alta, los cartuchos se utilizan normalmente como filtro en las etapas finales”.

d) Filtración con carbón activado:

Como nos comenta Mendoza Leonardo [19] de este método de filtración: “el agua pasa por un filtro de carbón activado, el cual contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores desagradables y los sólidos pesados en el agua”. Estas partículas también retienen algunos contaminantes orgánicos, como son los insecticidas, pesticidas y herbicidas.

2.2.7.2. Tratamientos Químicos:

En lo que respecta a este apartado, podemos decir que los tratamientos químicos se refieren a la intervención de productos químicos (valga la redundancia), naturales o artificiales para la eliminación de contaminantes. Siendo los más comunes los siguientes:

a) Cloración:

Como menciona Orellana Jorge:

...el cloro puede utilizarse si el agua que se desea desinfectar no contiene materia orgánica o contaminantes químicos capaces de formar compuestos que den mal sabor al agua. Este riesgo se reduce al mínimo cuando se efectúa la desinfección ligeramente por encima del punto crítico, a condición de que la dosis de cloro residual a la salida de la instalación no sea demasiado elevada, en este caso, para el mismo sabor a cloro sería necesario una reducción parcial con hiposulfito o aún mejor con dióxido de azufre [21].

b) Ozonización:

Continuando con Orellana Jorge, esta vez nos dice que:

...el ozono es mejor desinfectante, de un precio de costo más elevado, pero de una eficacia muy superior, que sobrepasa netamente la fase de desinfección. El ozono tiene un efecto oxidante por adición de un átomo de oxígeno, su acción de ozonólisis le permite actuar sobre los enlaces dobles, fijando la molécula completa de ozono sobre los átomos del doble enlace (proteínas, enzimas, etc.). El conjunto de estas propiedades hace que actúe sobre los virus, los sabores, el color y sobre ciertos microcontaminantes [21].

III. RESULTADOS

La Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) fue fundada por Mons. Ignacio María de Orbegozo y Goicoechea en el año 1998. Es una universidad de derecho privado, sin fines de lucro. Desde su fundación está ubicada en la Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer N° 855, carretera Lambayeque, Chiclayo – Perú. Actualmente (ciclo 2018 – I), la universidad tiene una población estudiantil de 8 091 alumnos; contando con 18 escuelas universitarias, agrupándose a su vez en 5 facultades. Siendo actualmente 689 estudiantes de Ingeniería Industrial.

La Escuela de Ingeniería Industrial inicia sus operaciones en agosto del 2005, creándose con el propósito de aportar a la sociedad, profesionales altamente capacitados y calificados para realizar una óptima gestión en las operaciones de empresas industriales de bienes o de servicios. Teniendo dentro de la malla curricular de Ingeniería Industrial, la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales.

3.1. DIAGNOSTICAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS MÓDULOS EXPERIMENTALES EN EL “LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES – USAT”

Actualmente, en el Laboratorio de Procesos Industriales, se cuenta con cuatro módulos para simulación y prácticas de procesos automatizados: el Módulo de Llenado y Mezclado de Sólidos, el Módulo de Control de Variables, el Módulo de Caudal y el Módulo de Llenado de Líquidos.

A continuación, como parte del diagnóstico, se presentará una encuesta de sondeo, para demostrar la importancia de los módulos e influencia en los alumnos, así como también, se detallará cada módulo, su proceso y sus componentes necesarios para la automatización.

3.1.1. ESTADO DE SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES QUE YA CURSARON POR LA ASIGNATURA

Con la finalidad de conocer la importancia de la asignatura para los estudiantes que ya cursaron por esta, se realizó una encuesta de opinión virtual que se muestra el formato en el Anexo 02 y los resultados, en el Anexo 22.

La encuesta se realizó teniendo en cuenta que sería un sondeo de opinión. De acuerdo con el Centro de Estudios de Opinión:

...los sondeos de opinión por muestreo consisten en la aplicación en un área específica de investigación social de ciertos procedimientos matemáticos, en particular de una parte de la teoría matemática de las probabilidades o estadística matemática. Una vez asumido esto, es posible emplear métodos y técnicas (diseños muestrales, por ejemplo) adecuados para establecer cuál es el mejor modo para conocer un determinado aspecto bajo investigación. Estos métodos son procedimientos estandarizados y validados, como lo son todos los procedimientos científicos [22].

Considerando finalmente que es que el margen de error será del 9% y el nivel de confianza de 90%. A continuación, se muestra la fórmula y los datos usados para determinar el tamaño de muestra.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Tabla 1: Variables, valores y descripciones de datos para encuesta.

Variable		Valor	Descripción
N	=	105	Tamaño del universo (población)
Z	=	1.64	Valor crítico de la distribución Z (90%)
p	=	0.5	Probabilidad de ocurrencia
q	=	0.5	Probabilidad de no ocurrencia
d	=	0.09	Error muestral (9%)
n	=	46	Tamaño de la muestra

Elaboración: Propia

Como podemos observar en la tabla 01, tenemos que el tamaño de nuestra población a encuestar, siendo esta de 46 alumnos que ya hayan pasado el curso de Automatización y Control de Procesos Industriales. Teniendo los resultados en el Anexo 22 y gráficamente demostrados a continuación:

1. ¿Cree usted que los módulos automatizados ayudaron a su aprendizaje de la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales?

¿Cree usted que los módulos automatizados ayudaron a su aprendizaje de la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales?

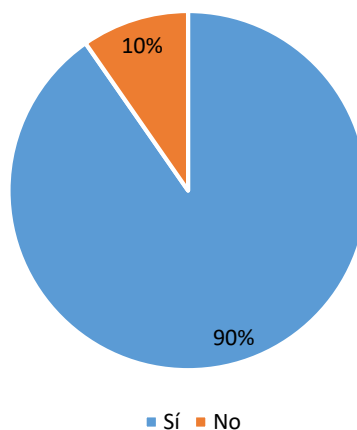


Gráfico 01: Ayuda para aprendizaje por los módulos.

Como se puede observar en el gráfico 01 el 90% de los estudiantes creen que los módulos automatizados ayudaron a su aprendizaje.

2. De ser su respuesta sí, ¿qué tanto le facilitó el aprendizaje?

De ser su respuesta sí, ¿qué tanto la facilitó el aprendizaje?

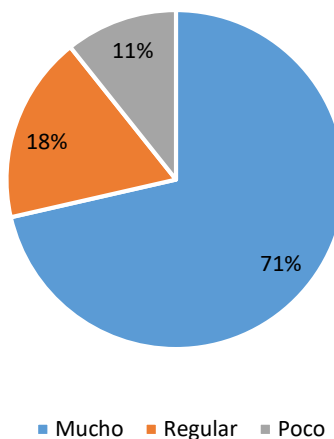


Gráfico 02: Nivel de facilitación de aprendizaje

Como se puede observar en el gráfico 02, el 71% de los estudiantes encuestados creen que los módulos le facilitaron mucho el aprendizaje de la asignatura, mientras que a un 18% les facilitó de forma regular y a un 11% les facilitó poco el aprendizaje.

3. ¿Diría usted que los módulos automatizados son importantes para el aprendizaje de la asignatura?

¿Diría usted que los módulos automatizados son importantes para el aprendizaje de la asignatura?

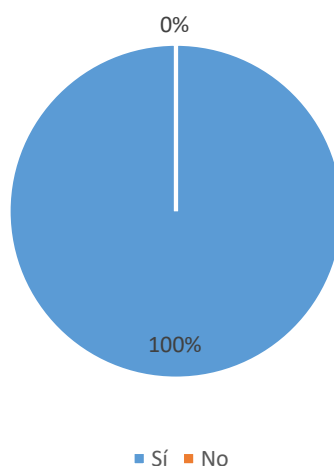


Gráfico 03: Importancia de los módulos para el aprendizaje.

Como se puede observar en el gráfico 03, el 100% de los estudiantes creen que son importantes los módulos para el aprendizaje en general.

4. En general, ¿qué tan buena fue su experiencia en la interacción con los módulos automatizados?

En general, ¿qué tan buena fue su experiencia en la interacción con los módulos automatizados?

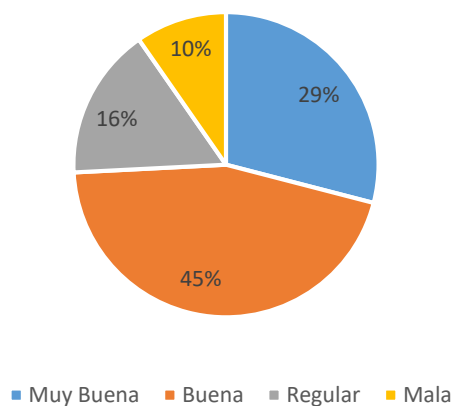


Gráfico 04: Experiencia en la interacción con los módulos

En el gráfico 04, podemos observar que un 29% de los estudiantes encuestados han tenido una experiencia muy buena en la interacción con los módulos automatizados, mientras que un 45% ha tenido una experiencia buena en la interacción con los módulos. Sin embargo, un 16% ha tenido una experiencia regular y un 10% ha tenido una mala experiencia en la interacción con los módulos automatizados.

5. ¿Le interesaría aprender el proceso de purificación de agua?

¿Le interesaría aprender el proceso de purificación de agua?

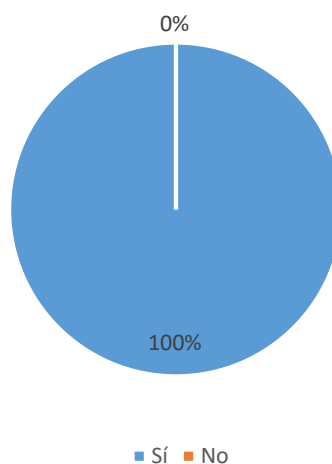


Gráfico 05: Interés en aprender el proceso de purificación de agua.

En el gráfico 05, podemos observar que el 100% de los estudiantes encuestados tienen interés en aprender el proceso de purificación de agua.

6. ¿Cree usted que sería académicamente bueno implementar un módulo de tratamientos de agua en el Laboratorio de Procesos Industriales?

¿Cree usted que sería académicamente bueno implementar un módulo de tratamientos de agua en el Laboratorio de Procesos Industriales?

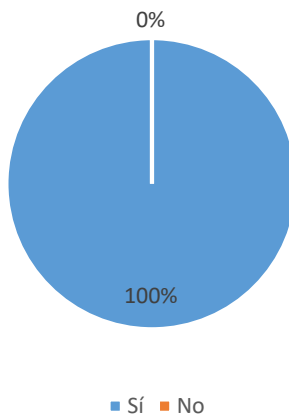


Gráfico 06: Interés en implementar un módulo de tratamientos de agua.

Como se puede observar en el gráfico 06, el 100% de los estudiantes encuestados creen que sería académicamente bueno implementar un módulo de tratamientos de agua en el Laboratorio de Procesos Industriales.

7. Si usted llevara un curso de automatización de procesos, ¿qué tanto le interesaría interactuar con este módulo?

Si usted llevara un curso de automatización de procesos, ¿qué tanto le interesaría interactuar con este módulo?

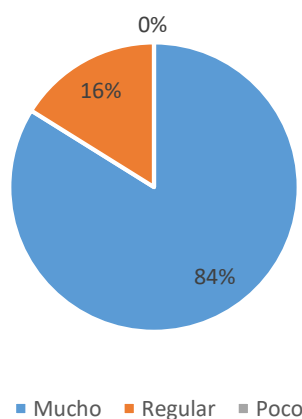


Gráfico 07: Interés en llevar un curso con la interacción del módulo de tratamientos de agua

En el gráfico 07, se puede observar que el 84% de los estudiantes encuestados estarían interesados en interactuar con el módulo propuesto, en el caso que se implemente.

3.1.2. MÓDULO DE LLENADO Y MEZCLADO DE SÓLIDOS

- a) **Función:** Este módulo refleja el proceso automatizado de llenado y mezclado de tres tipos de alimentos balanceados para aves.
- b) **Proceso:** Consiste básicamente en la carga de tres tolvas con la materia prima a usar, estas por acción de un pistón neumático abre una compuerta que posteriormente da a un elevador de cangilones y lo ubica en su tolva respectiva a través de una brida; así sucesivamente con las otras dos tolvas. Al tener las tres tolvas llenas, con la ayuda de sus respectivos pistones neumáticos para abrir las compuertas, caerán las tres materias primas en una tolva mezcladora cilíndrica, donde por acción de una paleta impulsada por un motor, es mezclado el producto. Por último, al terminar el mezclado, se enciende una faja transportadora impulsada por su respectivo motor y lleva una lata para que una última compuerta de al llenado de la lata con el producto correspondiente.
- c) **Componentes:**
- **Componentes Eléctricos:**
 - Motores de CC: 3 motores de 12 V de corriente continua.
 - Motor de AC: 1 motor de corriente alterna de 0,5 HP a 220V y 60 Hz.
 - **Componentes Neumáticos:**
 - Cilindros: 7 cilindros neumáticos de 2.5 cm de longitud de carrera.
 - Electroválvula Neumática: 7 electroválvulas de 5/2.
 - Compresor de Aire: 1 compresor de aire de 2,5 HP a 220V y 60 Hz.
 - **Componentes Automáticos:**
 - Sensor Óptico: 1 sensor óptico de sistema por infrarrojo.
 - PLC: 2 PLC Zelio, un SR2A201FU y un SR2A101FU.



Figura 1: Módulo de Llenado y Mezclado de Sólidos.

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.

Como se muestra en la figura 01, tenemos el módulo de llenado y mezclado de sólidos de alimentación trifásica desde una vista lateral.

3.1.3. MÓDULO DE CONTROL DE VARIABLES

- a) **Función:** Este módulo refleja el control automático de variables como la temperatura, nivel, y presión de un fluido, en este caso, agua.
- b) **Proceso:** Comienza con la recepción del agua a través de las tuberías de red pública, almacenándose en un tanque de acero inoxidable; posteriormente, cuando el tanque está lleno, un sensor de nivel activa una bomba, la cual extrae el agua, midiendo a su vez la presión en las tuberías con un manómetro y el caudal con un caudalímetro; todo esto, controlado por un PLC. El agua es llevada hasta otro tanque de acero inoxidable, que, a diferencia del anterior, este al llenarse activa el sensor de nivel y cierra una electroválvula impidiendo el ingreso del fluido. Posteriormente, al activarse el sensor de nivel, también se activa una bomba y una electroválvula que permite el paso de aire comprimido de un tanque hidroneumático; ambos llevan agua a presión hasta un tercer tanque, que con ayuda de una resistencia y su respectivo termómetro calentará y medirá la temperatura de esta agua.
- c) **Componentes:**
- **Componentes Eléctricos:**
 - Bomba AC: 2 motores de corriente alterna de 1,2 HP a 220V y 60 Hz.
 - Electroválvula: 2 electroválvulas de 12 V.
 - **Componentes Neumáticos:**
 - Tanque Hidroneumático: 1 tanque hidroneumático Varem a 220V y 60 Hz.
 - **Componentes Automáticos:**
 - Sensor de Presión: 3 manómetros con muelle tubular de 6 bar.
 - Sensor de Caudal: 1 caudalímetro Kobold de 100 L/min.
 - Sensor de Nivel: 2 sensores de nivel de líquidos.
 - PLC: Un PLC Schneider Modico M241 y un PLC Schneider Twido TWDLCAE40DRF.

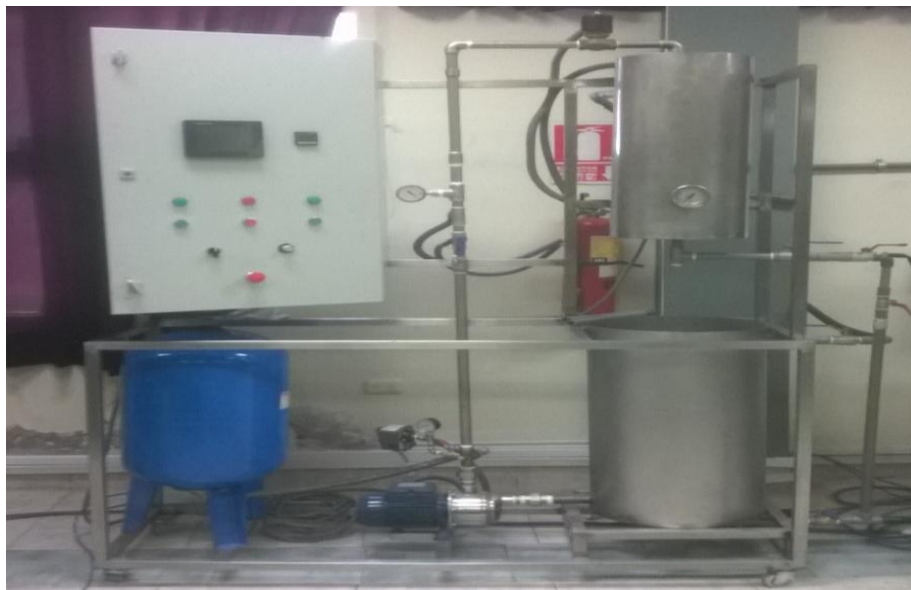


Figura 2: Módulo de Control de Variables.

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.

En la figura 02, tenemos el módulo de control de variables de alimentación trifásica capturado desde una vista frontal.

3.1.4. MÓDULO DE CAUDAL

- a) **Función:** Este módulo refleja el control automatizado del caudal de líquidos, que en este caso es, agua.

- b) **Proceso:** Su funcionamiento consiste básicamente (y como su mismo nombre lo dice) en la manipulación del caudal del líquido que circule en este. Todo comienza con el llenado del tanque de forma manual, una vez lleno el tanque hasta el nivel indicado por el sensor de nivel, se activará una bomba que, con ayuda de un variador de frecuencia, controlará su potencia y, a su vez, el caudal del líquido; siempre guiándose de los valores obtenidos a través del caudalímetro y manómetro, que a su vez son interpretados por el PLC y mostrados en el panel SCADA. Estos instrumentos ayudarán a determinar si es necesario aumentar o disminuir la potencia de la bomba y controlar su caudal.

- c) **Componentes:**
 - **Componentes Eléctricos:**
 - Bomba AC: 1 motor de corriente alterna de 1,2 HP PENTAX.
 - Variador de Frecuencia: 1 variador SCHNEIDER ALTIVAR ATV12.
 - Electroválvula: 1 electroválvula de 24 V DANFOSS EV260B.
 - Llave Termomagnética: 1 llave termomagnética SHNEIDER C60H
 - **Componentes Automáticos:**
 - Sensor de Caudal: 1 medidor de caudal KOBOLD DRG.
 - Sensor de Presión: 1 manómetro Baumer de 11 bares.
 - Sensor de Nivel: 2 sensores de nivel mecánico KOBOLD NKP.



Figura 3: Módulo de Control de Caudal.

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.

3.1.5. MÓDULO DE LLENADO DE LÍQUIDOS

- a) **Función:** Este módulo refleja el control automático del llenado y roscado de un fluido, en este caso, agua.
- b) **Proceso:** Su funcionamiento consiste básicamente en la recepción de envases a través de una faja de transporte, posteriormente un sensor óptico detectará la botella y ordenará a la estrella rotativa que la lleva hacia el llenado; con otro sensor óptico detecta la botella vacía y se detiene la estrella rotativa, el cilindro neumático baja y se procede al llenado de la botella; cuando la botella está llena un sensor capacitivo corta el flujo del líquido, sube el cilindro de llenado y lo hace continuar mediante la estrella rotativa; con un sujetador mecánico se pone la tapa superficialmente sin detener el proceso, otra vez un sensor óptico detiene la botella frente a un cilindro neumático que la sostendrá, de forma seguida un cilindro neumático bajará y roscará la tapa; cumpliendo con su función, el sensor capacitivo detendrá el roscado elevando el cilindro neumático de roscado y de retirando el de sujeción, permitiendo que la estrella rotatoria prosiga. Por último, la botella termina en una faja que lleva el producto terminado.
- c) **Componentes:**
- **Componentes Eléctricos:**
 - Motor AC: 2 motores de corriente alterna, EPLI de 220 V.
 - Llave Termomagnética: 4 llaves termomagnéticas o guardamotores; 3 trifásicas y 1 monofásica.
 - Variador de Frecuencia: 2 variadores o convertidores de frecuencia de 220 a 24 V.
 - Transformador de Corriente: 1 transformador de 220 a 24 V.
 - Rectificador de Corriente: 1 rectificador de AC a CC de 24 V.

- **Componentes Neumáticos:**
 - Compresor de Aire: 1 compresor de aire de 2,5 HP, con su respectiva unidad de mantenimiento.
 - Motor Neumático: 1 motor neumático para el roscado.
 - Cilindro Neumático: 3 cilindros neumáticos de 2,5 cm de carrera.
 - Electroválvula: 3 electroválvulas neumáticas de 5 a 2.
- **Componentes Automáticos:**
 - Sensor Óptico: 3 sensores ópticos Autonics, BEN300-DFR de 24 V.
 - Sensor Capacitivo: 2 sensores capacitivos CR30 de 24 V.
 - PLC: 1 controlador lógico programable Twido TWDLACAE40DRF de 220 V.

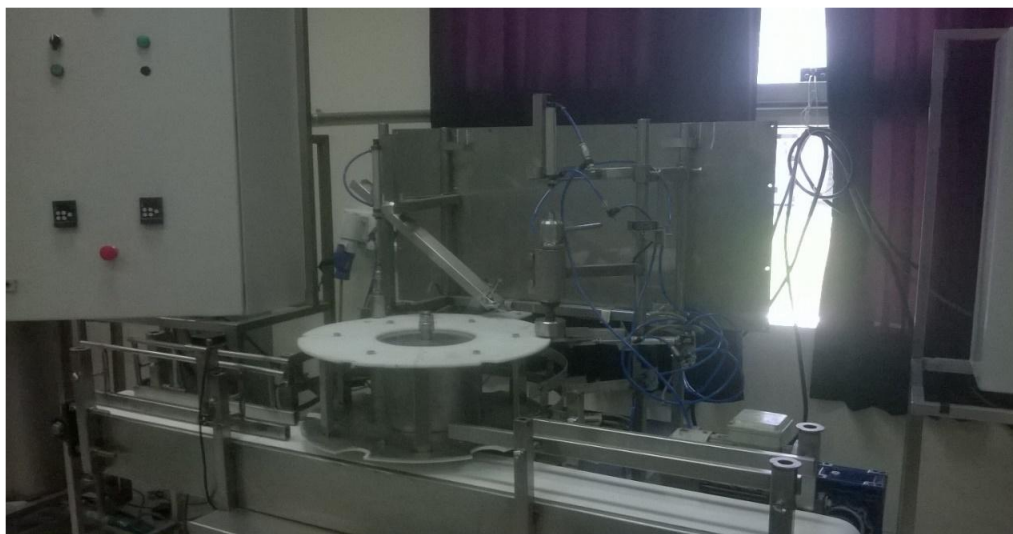


Figura 4: Módulo de Llenado de Líquidos.

Fuente: Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.

En la figura 04, tenemos el módulo de llenado líquidos de alimentación trifásica capturado desde una vista lateral derecha.

3.2. CARACTERIZAR FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICAMENTE EL AGUA DE INGRESO A LA UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Antes de iniciar con el desarrollo y diseño del sistema automatizado, primero se debe determinar las características actuales del agua en el Laboratorio de Procesos Industriales, así pueden establecer los tratamientos adecuados para asegurarse de cumplir con las especificaciones dadas de acuerdo con el reglamento nacional.

3.2.1. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Con lo que respecta a los parámetros establecidos para el consumo de agua, es el Ministerio de Salud (MINSA) quien lo determina y, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) quien se encarga del control y cumplimiento de estos parámetros. Todos sus requisitos, parámetros y artículos relacionados, se encuentran en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

De acuerdo con MINSA [23], en su Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, nos dice que: “El presente reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población”.

Siguiendo las disposiciones presentados en el reglamento, tenemos una serie de características y parámetros obligatorios que debe tener el agua purificada:

Tabla 2: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios y patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFC/mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC= Unidad de Colonias

(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples =< 1,8/100mL

Fuente: MINSA 2011.

Tabla 3: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	-	Aceptable
2. Sabor	-	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/ Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniacó	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Zn L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Tabla 4: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
7. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
8. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
9. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
10. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
11. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
12. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: MINSA 2011.

3.2.2. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA

Con la finalidad de obtener la información necesaria, se tomarán una serie de muestras de agua del Laboratorio de Procesos Industriales; eligiendo al laboratorio CERPER S.A., quien cuenta con certificación de INACAL (Instituto Nacional de Calidad), hasta julio del 2019 (Anexo 24). Para realizar las tomas respectivas se deberá seguir con los procedimientos establecidos por el laboratorio a cargo: CERPER S.A. (Anexo 03). Como también se anexará, evidencia de la toma de muestras respetando los procedimientos del laboratorio (Anexo 04).

3.2.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA

Luego de enviar las muestras al laboratorio a cargo, anteriormente mencionado, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5: Resultados de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Resultado	LMP
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	< 1	0
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	< 1 estimado	0
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	< 1	0
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	3 200	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios y patógenos	N° org/L	< 1	0
6. Virus	UFC/mL	< 1 estimado	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	< 1	0

UFC= Unidad de Colonias

(*) En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples =< 1,8/100mL

Fuente: Laboratorio CERPER.

Como podemos observar en la tabla 05, se están incumpliendo con todos los parámetros microbiológicos y parasitológicos, aunque los límites que sobrepasan no son excesivos, ya están incumpliendo y atentando contra la salud de la persona que consume esta agua.

Tabla 6: Resultados de Parámetros de Calidad Organoléptica.

Parámetros	Unidad de medida	Resultado	LMP
1. Olor	-	Aceptable	Aceptable
2. Sabor	-	Aceptable	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/ Co	1,14	15
4. Turbiedad	UNT	< 1	5
5. pH	Valor de pH	8,13	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 056	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	647,0	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	77,74	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	142,5	250
10. Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	157,2	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	0,021	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	< 0,01	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,008 05	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,120 5	0,2
15. Cobre	mg Zn L ⁻¹	0,006 73	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	0,004 5	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	175,7	200

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Laboratorio CERPER.

Como podemos observar en la tabla 06, tenemos a todos los parámetros dentro de lo establecido del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por lo que, en lo que respecta a la parte organoléptica no tendremos ningún problema.

Tabla 7: Resultados de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos.

Parámetros	Unidad de medida	Resultado	LMP
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	< 0,000 20	0,020
2. Arsénico	mg As L ⁻¹	< 0,007 08	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	< 0,032 92	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	0,370 0	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	< 0,000 050	0,003
6. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	< 0,000 50	0,050
7. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	< 0,000 05	0,001
8. Níquel	mg Ni L ⁻¹	< 0,000 35	0,020
9. Plomo	mg Pb L ⁻¹	< 0,000 20	0,010
10. Selenio	mg Se L ⁻¹	< 0,001 0	0,010
11. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,004 20	0,07
12. Uranio	mg U L ⁻¹	< 0,000 05	0,015

Fuente: Laboratorio CERPER.

En la tabla 07, tenemos los resultados de los parámetros químicos inorgánicos y orgánicos. Como podemos observar en esta tabla, los resultados obtenidos no sobrepasan en ningún parámetro al establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por lo que este apartado no representa ningún peligro para el consumo.

Cabe resaltar, que en las tablas anteriores están los resultados resumidos y sintetizados para la mejor comprensión y entendimiento del estado actual del agua en el Laboratorio de Procesos Industriales, sin embargo, en el Anexo 05 se presenta la información completa del análisis microbiológico y fisicoquímico realizado por parte del laboratorio CERPER.

3.3. PROPONER UN DISEÑO DE PURIFICACIÓN DE AGUA AUTOMATIZADO

Para el diseño del módulo de tratamientos de agua, se tendrá en consideración los parámetros que no cumplen con los límites máximos permisibles estipulados por el Ministerio de Salud. Es a partir de estos que se seleccionará los métodos de desinfección, como también, los equipos necesarios para cumplir con las normas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos y fisicoquímicos mostrados anteriormente, podemos concluir que las técnicas y equipos necesarios son los siguientes:

Tabla 8: Parámetros incumplidos y sus respectivas medidas y técnicas correctivas.

Parámetros Incumplidos	Equipo para medida correctiva	Técnica para medida correctiva
1. Bacterias Coliformes Totales	- Filtro Membrana - Filtro Carbón Activado - Filtro UV	-Micro Filtración por cartuchos - Cloración - Radiación UV
2. E. Coli		
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales		
4. Bacterias Heterotróficas		
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios y patógenos		
6. Virus		
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos		

UFC= Unidad de Colonias

Fuente: Laboratorio CERPER y Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

3.3.1. TÉCNICAS DE PURIFICACIÓN

a) **Cloración:** Tal y como se menciona en su artículo “Cloración” del sitio web de la Academia Nacional de Ciencias:

...el cloro es una opción de tratamiento de bajo costo que se utiliza para mejorar el sabor y la claridad del agua a la vez que se eliminan muchos microorganismos como bacterias y virus. El cloro elimina además sustancias como el manganoso, hierro y ácido sulfhídrico, el cual puede alterar el sabor del agua. Cabe resaltar

que el tratamiento con cloro tiene algunos efectos residuales y entre los más notorios se encuentra el sabor desagradable en el agua tratada [24].

b) Filtración: Tal y como se menciona en su artículo “Sistemas de Filtración” del sitio web de la Academia Nacional de Ciencias:

...los sistemas de filtración tratan el agua pasándola a través de lechos de materiales granulares (p.ej., arena) que retiran y retienen los contaminantes. Los sistemas de filtrado convencionales, directos, lentos de arena y de tierra diatomácea hacen todos unos buenos trabajos al eliminar la mayoría de protozoos, bacterias y virus (si se usa la coagulación). Usualmente, los filtros de bolsa y cartucho no eliminan los virus y muy pocas bacterias. Los filtros de bolsa y cartucho son sistemas sencillos y fáciles de usar que utilizan una bolsa tejida o un cartucho de filamento enrollado o un filtro fruncido para filtrar físicamente los microbios y sedimento del agua fuente [24].

c) Radiación UV: De acuerdo con los autores Wright y Cairns, la luz ultravioleta (UV) es:

...es esa porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos x y la luz visible. Se ha definido cuatro regiones del espectro UV- vacío UV entre 100 y 200 nm, UVC entre 200 y 280 nm, UVB entre 280 y 315 nm, y UVA entre 315 y 400 nm. En la actualidad es una alternativa establecida y de creciente popularidad al uso de químicos para la desinfección de agua, agua residual y de aguas industriales de varias calidades. El UV provee desinfección efectiva sin producción de subproductos de desinfección problemáticos [25].

3.3.2. EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

Para el desarrollo de este sistema, se ha tomado como referencia una planta productora de agua de mesa en funcionamiento (Procesadora de Bebidas del Norte S.R.L), que actualmente está siendo certificada para un sistema de calidad HACCP².

a) Filtro de Cartucho:

Con la finalidad de retener la mayor cantidad de organismos patógenos y reducir la cantidad de sólidos suspendidos en el agua, se usará un filtro de polipropileno de 5 μm y otro de 1 μm .

² HACCP: De sus siglas en inglés, que traducidas es Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

Tabla 9: Criterio de Selección de Filtro de 5 μ .

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	PolyKLEAN / (5 μ)	HYDRONIX / (5 μ)	TAOSHI / (5 μ)
Especificaciones Técnicas del equipo	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 5 μ de 2,5 x 40"	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 5 μ de 2,5 x 20"	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 5 μ de 2,5 x 40"
Costo	S/. 80,00	S/. 60,00	S/. 9,13
Disponibilidad	Disponible a nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 100 unidades
Disponibilidad de Repuestos	2 días	7 días	5 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Eligiéndose, la marca PolyKlean para los filtros de 5 μ . Es decir que se retendrán organismos y sólidos suspendidos mayores a 0,005 mm de diámetro. Se eligió este filtro de cartucho, debido a la fama y reputación que tiene en la industria del tratamiento de agua, además de la compatibilidad con nuestro sistema. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 06.

Tabla 10: Criterio de Selección de Filtro de 1 μ .

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	PolyKLEAN / (1 μ)	Inteligere / (1 μ)	TAOSHI / (1 μ)
Especificaciones Técnicas del equipo	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 1 μ de 2,5 x 40"	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 1 μ de 4,5 x 40"	Filtro de Sedimentos de Polipropileno de 1 μ de 2,5 x 40"
Costo	S/. 95,00	S/. 155,76	S/. 11,41
Disponibilidad	Disponible a nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 100 unidades
Disponibilidad de Repuestos	2 días	7 días	5 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Eligiéndose finalmente, la marca PolyKlean para los filtros de 1 μ , cómo se observa en la figura 05. Es decir que se retendrán organismos y sólidos suspendidos mayores a 0,001 mm de diámetro. Se eligió este filtro de cartucho, debido a la fama y reputación que tiene en la industria del tratamiento de agua, además de la compatibilidad con nuestro sistema. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 06.



Figura 5: Filtro de cartucho de polipropileno PolyKlean.

Fuente: 3M.com

b) Filtro de Carbón Activado:

Con la finalidad de retener los sabores y olores extraños, así como también el cloro residual (en el tratamiento previo de desinfección mediante el clorado), se usará un equipo de filtro de carbón activado, que cuenta con su tanque, su carbón activado granular y su válvula de control manual.

- **Tanque:** En lo que respecta al filtro de carbón activado necesitamos un tanque de 8" x 40" de polietileno o acero inoxidable.

Tabla 11: Criterio de Selección del Tanque de Carbón Activado.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	PolyGlass / (8"x40")	OC / (8"x40")	AQUASIN / (9"x48")
Especificaciones Técnicas del equipo	Tanque de Polietileno de 8" x 40"	Tanque de Polietileno de 8" x 40"	Tanque de Fibra de Vidrio de 9" x 48"
Costo	S/. 359,70	S/. 299,92	S/. 458,09
Disponibilidad	Disponible a nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	1 día	15 - 30 días	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se eligió el tanque para carbón activado Poly Glass Pentair de 8" x 40" de 130 L/min, debido a que posee gran compatibilidad con los accesorios necesarios para el filtrado, además de poseer una garantía de 10 años y tiempo de adquisición mucho menor que el resto. Podemos observarlo en la figura 06. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 07.



Figura 6: Tanque Poly Glass Pentair.

Fuente: Carbotecnia.info

- **Carbón activado granular:** El carbón activado que necesitamos debe ser granulado, y de preferencia con agentes bacteriostáticos adicionales.

Tabla 12: Criterio de Selección para el Carbón Activado.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Biostat	Carbón Activo	FIC
Especificaciones Técnicas del equipo	Saco 25 Kg. de Carbón activado granular de concha de coco y plata.	Saco 25 Kg. de Carbón activado granular de concha de coco	Saco 25 Kg. de Carbón activado granular de concha de coco
Costo	S/. 1 350,00	S/. 975,00	S/. 163,00
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 10 toneladas
Disponibilidad de Repuestos	3 días	10 días	30 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Se eligió el carbón activado granular de concha de coco marca Biostat, debido a que es el carbón activado más usado en la industria de purificación de agua, además de tener impregnado plata metálica, lo que lo convierte en un agente bacteriostático a su vez. Podemos observarlo en la figura 07.



Figura 7: Carbón activado granular Biostat.

Fuente: Carbotecnia.info

- **Válvula manual:** En lo que respecta a las válvulas, necesitaremos una que sea compatible con nuestro tanque de 8" x 40" y de preferencia manual ya que no es necesario una eléctrica.

Tabla 13: Criterio de Selección de Válvula para el tanque de Carbón Activado.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Pentair / (42229)	Pentair / (Logix 760)	CHKE / (Chke CK)
Especificaciones Técnicas del equipo	Válv. Manual. 32 GPM. Conexión 1". Compatible con Tanque PolyGlass	Valv. Automática. 25 GPM. Conexión 1". Compatible con Tanque PolyGlass	Valv. Manual. 32 GPM. Conexión 1". Compatible con Tanque PolyGlass
Costo	S/. 116,00	S/. 1 865,70	S/. 65,20
Disponibilidad	Disponible a nivel Nacional	Disponible a nivel Nacional	Sujeto a importación por más de 5 unidades
Disponibilidad de Repuestos	1 día	1 día	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Se eligió la válvula de control manual Pentair 42229, debido a que es un accesorio simple, de conexiones versátiles y resistente; además de ser recomendado por el mismo distribuidor del carbón activado y el tanque. Podemos observarlo en la figura 08. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 08.



Figura 8: Válvula manual Pentair 42229.

Fuente: Carbotecnia.info

- **Filtro UV:** Tratando de obtener la mejor calidad de agua, se necesitará un filtro de radiación de 32 GPM³, con acoples de 1", soporte de presión mayor a 4 bar y alimentación de 220 V.

Tabla 14: Criterio de Selección para el Filtro UV.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	VIQUA / (Viqua VH410)	Sterilight / (Viqua S8Q)	YLD / (YLCn-008)
Especificaciones Técnicas del equipo	Caudal 14 a 34 GPM. Conexión 1". Presión max. 8 bar. Alimentación 220 V y 60 Hz.	Caudal 10 a 28 GPM. Conexión 1". Presión max. 8,5 bar. Alimentación 220/230 V y 60 Hz.	Caudal 16 GMP. Conexión 1". Presión max. 6 bar. Alimentación 220 V y 50 Hz.
Costo	S/. 2 237,00	S/. 2 462,60	S/. 489,00
Disponibilidad	Sujeto a Importación	No Disponible para Perú	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	3 - 7 días	-	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Finalmente eligiendo el filtro UV VIQUA Standard de 34 GPM, como podemos ver en la figura 09. Se eligió este filtro UV, gracias a que cumple con nuestro requisito de purificación (purifica 130 litros por minuto), su acople de 1" con las tuberías, su funcionamiento de alimentación de 220 V soporta hasta una presión 8 bar, y además de tener una amplia gama de modelos, con la que se puede elegir exactamente lo que se adapta a nuestro módulo. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 09.

³ GPM: De sus siglas en español, Galones por minuto.



Figura 9: Filtro UV VIQUA VH410.

Fuente: Viqua.com

3.3.3. Cálculos para determinar especificaciones del sistema.

Como se mencionó anteriormente, se ha tomado como referencia una planta productora de agua de mesa de bidones de 20 L (Procesadora de Bebidas del Norte S.R.L); siendo esta la referencia del diseño físico y de flujo.

- a) **Velocidad del fluido:** Para iniciar con los cálculos necesarios, partimos de la velocidad con que el fluido se deberá desplazar a través de las tuberías. Para esto, utilizaremos la *Ecuación de Bernoulli*:

$$P_1 + \frac{\rho * V_1^2}{2} + \rho * g * h_1 = P_2 + \frac{\rho * V_2^2}{2} + \rho * g * h_2$$

$$\rho * g * h_1 = \frac{\rho * V_2^2}{2}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2 * (997 \text{ Kg/m}^3) * (9,81 \text{ m/s}^2) * (0,94\text{m})}{997 \text{ Kg/m}^3}}$$

$$V_2 = 4,2716 \text{ m/s}$$



Figura 10: Tanque de recepción de agua potable.

Fuente: Elaboración propia.

Como hemos podido observar en la ecuación anterior, se despreció las presiones (por tener valores atmosféricos), la velocidad inicial (por estar el agua en reposo) y la altura final (por estar a nivel del suelo). Si bien el tanque tiene 1,17 m de altura, solo se llenará hasta el 80% (94 cm), tal y como se observa en la figura 10. Teniendo finalmente, una velocidad de flujo de 4,27 m/s.

- b) Caudal del fluido:** El caudal es la cantidad de un fluido que se desplaza por una determinada sección de un ducto en un periodo de tiempo específico. Este es otro valor importante para determinar las capacidades de las bombas, así como también otros cálculos necesarios. Para determinar el caudal del fluido, se usará la ecuación de *Rapidez del Flujo de Volumen*, siendo la siguiente:

$$Q = A * v \approx (\text{Flujo volumétrico}) = (\text{Área de la sección}) * (\text{Velocidad del flujo})$$

$$Q = \left(\frac{\pi}{4}\right) * (0,0254 \text{ m})^2 * (4,2716 \text{ m/s})$$

$$Q = 0,002165 \text{ m}^3/\text{s}$$

- c) Material de tuberías, diámetro y velocidad:** Para el diseño de este sistema se consideró que el agua se desplazará a través de unas tuberías de acero inoxidable quirúrgico, pues tal y como menciona Posada Paulino [26]: “la principal característica del acero inoxidable es su gran resistencia a la corrosión y su mayor resistencia mecánica (duplica la del hierro galvanizado), lo que facilita la conducción del agua y disminuye la posibilidad de contaminación en proceso”.

Las primeras consideraciones que se deben tener es nuestro caudal y diámetro de tuberías. Ya sabemos que poseemos un caudal de 0,002 m³/segundo. Y en lo que respecta al diámetro, se elegirá por cuestiones de practicidad, accesibilidad comercial y compatibilidad con las carcasas de filtros y accesorios de acero inoxidable. En base a esto, se usará una tubería de 1 pulgada.

d) Pérdida de Carga en el sistema: La pérdida de carga no es más que la disminución del caudal del sistema debido a la fricción de un fluido con sus conductos transportadores. En este caso determinaremos la pérdida de carga para los filtros, las tuberías y accesorios.

- **Pérdida de Carga en Filtros:** Para determinar la pérdida de carga en los filtros, se usará una fórmula adjunta en la ficha técnica de este mismo.

Tabla 15: Pérdida de carga específica (SPD) del Filtro PolyKLEAN

Grado nominal (μm)	Pérdida de carga específica por filtro de 10" (mbar/lpm-Cp)	Pérdida de carga específica por filtro de 10" (psid/gpm-Cp)
1	1,330	0,073
5	0,765	0,042
10	0,455	0,025
25	0,273	0,015
50	0,182	0,010
75	0,109	0,006

Fuente: Ficha técnica de filtro PolyKLEAN.

Como podemos observar en la tabla 15, tenemos la pérdida de carga específica de acuerdo con el grado nominal en micrómetros de los filtros PolyKLEAN. En este caso se usarán los grados de 1 y 5 μm , pues son estos los que elegimos para nuestro sistema.

$$mbar\ admisible = \frac{(Caudal\ del\ sistema) \times (Viscosidad) \times (Valor\ SPD)}{(Número\ de\ Cartuchos\ equivalentes)}$$

- Filtro de 5 μm :

$$mbar\ admisible = \frac{(129,867\ L/min) * (1\ cP) * (0,765\ mbar/lpm \times cP)}{(1)}$$

$$mbar\ admisible = 99,348\ mbar \approx 0,099\ 348\ bar$$

- Filtro de 1 μm :

$$mbar\ admisible = \frac{(123,034\ L/min) * (1\ Cp) * (1,330\ mbar/lpm \times Cp)}{(1)}$$

$$mbar\ admisible = 163,635\ mbar \approx 0,163\ 635\ bar$$

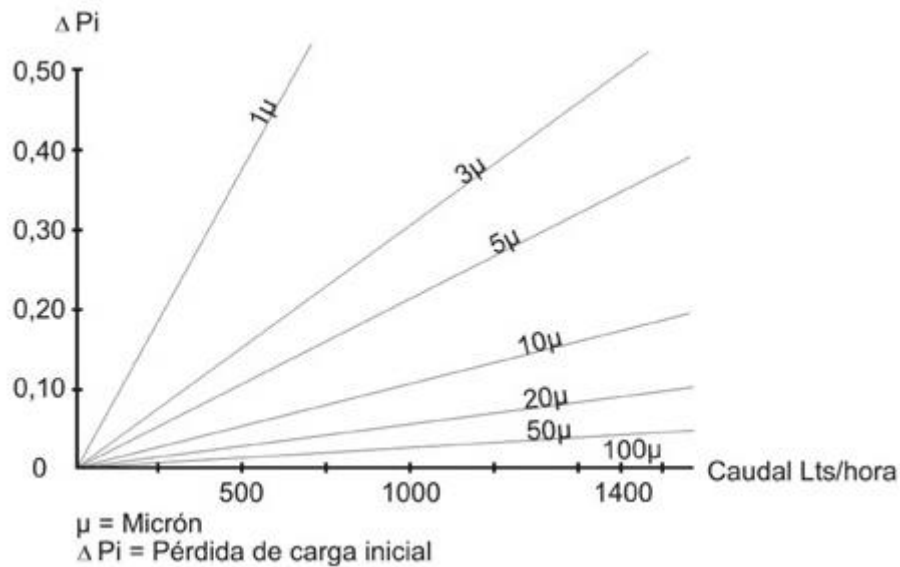


Figura 11: Gráfico de pérdida de carga inicial vs Caudal.

Fuente: www.filtronsrl.com.ar

Para poder determinar la disminución de caudal que representará los filtros en el sistema, nos basaremos en un gráfico representado en la figura 11. Donde podemos observar el caudal (en L/h) que disminuirá de acuerdo con su pérdida de carga (en bar) y su micraje respectivo.

Si tabulamos los datos obtenidos anteriormente en la figura 11 (0,099 348 bar y 0,163 635 bar), podemos obtener unos datos aproximados de caudales; siendo estos de: 410 L/hora para el filtro de 5 μ y 200 L/hora para el filtro de 1 μ .

Los caudales obtenidos a partir de la figura 11, se representarán de la siguiente forma:

- Velocidad y caudal antes de entrar al filtro de 5 μ :

$$Q = 0,002\ 165\ m^3/s$$

$$V = 4,271\ 6\ m/s$$

- Velocidad y caudal después de entrar al filtro de 5 μ :

$$Q = (0,002\ 165 - 0,000\ 114)\ m^3/s = 0,002\ 051\ m^3/s$$

$$V = (0,002\ 051\ m^3/s) / ((\pi/4) * (0,025\ 4\ m)^2) = 4,046\ 8\ m/s$$

- Velocidad y caudal después de entrar al filtro de 1 μ :

$$Q = (0,002\ 051 - 0,000\ 056)\ m^3/s = 0,001\ 995\ m^3/s$$

$$V = (0,001\ 995\ m^3/s) / ((\pi/4) * (0,025\ 4\ m)^2) = 3,937\ 2\ m/s$$

- **Pérdida de Energía en Tuberías y Accesorios:** Para determinar la pérdida de carga (o pérdida de energía) en tuberías (h_p) y accesorios (h_s), se usará la ecuación de *Darcy-Wiesbach*, siendo la siguiente:

$$h_L = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_L = Pérdida de energía debido a la fricción (m)

f = coeficiente de fricción adimensional

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro interior de la tubería (m)

V = velocidad del fluido (m/s)

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Al querer reemplazar nuestros datos en la ecuación de Darcy-Wiesbach, notamos que nos falta el coeficiente de fricción adimensional, este coeficiente depende del *número de Reynold*, el cual, puede ser laminar o turbulento, tal y como menciona Kleber Janampa [27]: “cuando un líquido fluye en un tubo y su velocidad es baja, fluye en líneas paralelas a lo largo del eje del tubo, a este régimen se le conoce como flujo laminar. Conforme aumenta la velocidad y se alcanza la llamada velocidad crítica, el flujo se dispersa hasta que adquiere un movimiento de torbellino, a este régimen se le conoce como flujo turbulento”. Cuando el número de Reynolds se encuentra por debajo de 2 100 se dice que el flujo es laminar y cuando es mayor a 4 000, se considera como flujo turbulento.

Para determinar el coeficiente de fricción adimensional, primero se debe determinar si el fluido es laminar o turbulento con la ecuación del Número de Reynolds, siendo el siguiente:

$$Re = \frac{\rho * v * d}{\mu}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido (Agua = 997 Kg/m³)

v = Velocidad del fluido en m/s

d = Diámetro de la tubería en m

μ = Viscosidad absoluta (Agua a 20 °C = 1,005 x 10⁻³ Kg/m.s)

$$Re = \frac{(997 \text{ Kg/m}^3) * (4,08 \text{ m/s}) * (0,0254 \text{ m})}{(1,005 \times 10^{-3} \text{ Kg/ms})}$$

$$Re = 102\,938,485$$

En la ecuación anterior, podemos ver una velocidad del fluido que no corresponde al determinado inicialmente, sin embargo, este dato se consiguió con el promedio de todas las velocidades, pues al calcular con el dato mayor y el menor, los valores obtenidos son insignificadamente diferentes, por lo que se decidió hacer un promedio y basarse en él. Como observamos en el resultado del Número de

Reynolds, tenemos un valor superior a 4 000, por lo que diremos que nuestro fluido es turbulento. Para poder hallar el coeficiente de fricción adimensional, usaremos una tabla o “Diagrama de Moody”, presentada a continuación:

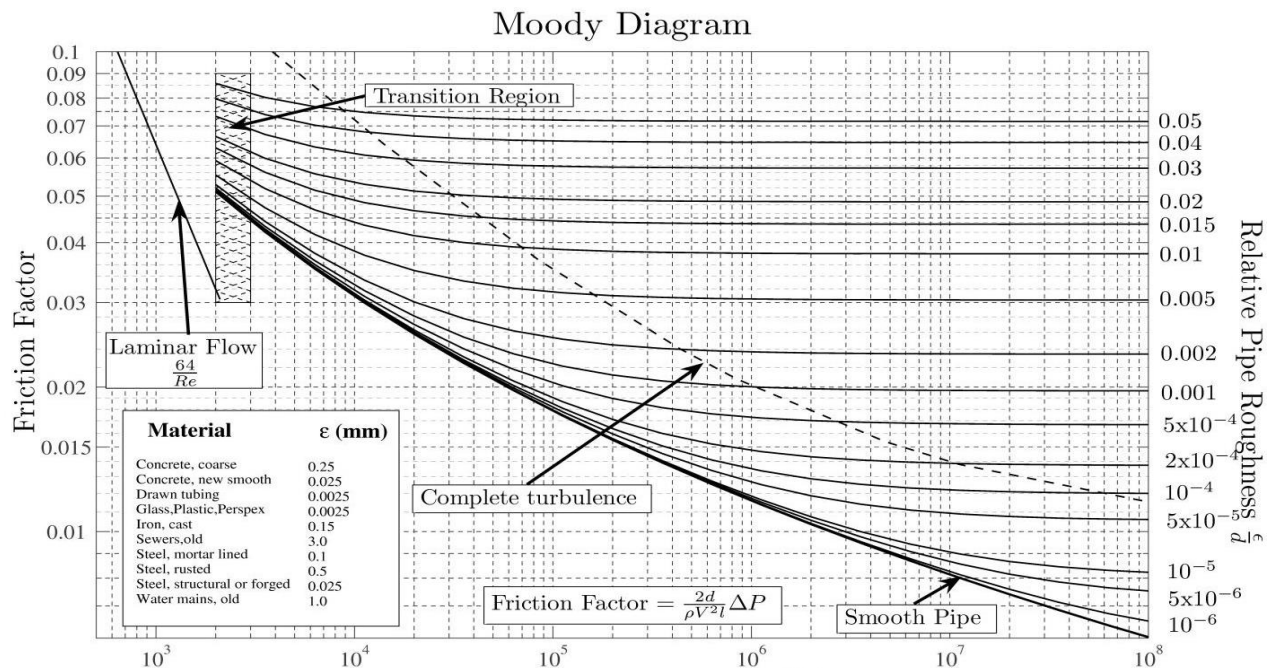


Figura 12: Diagrama de Moody.

Fuente: Mecánica de Fluidos Unah

Como podemos observar en la Figura 12, tenemos el diagrama de Moody, por el cual determinaremos el factor de fricción adimensional; solo faltándonos la Rugosidad Relativa del acero inoxidable. Debido a que la rugosidad del acero inoxidable no es estándar, pues depende del fabricante, se usará el tipo de acero más cercano estandarizado; siendo este el acero comercial. Por lo tanto:

$$\text{Rugosidad Relativa} = \frac{\epsilon}{d}$$

$$R. \text{ Relativa} = \frac{0,025 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}$$

$$R. \text{ Relativa} = 0,000 984$$

Finalmente, tabulando los datos obtenidos, podemos concluir que tenemos un factor de fricción adimensional de 0,022 5

Para continuar, necesitamos las longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas o de accesorios. Lo que vendría a ser, la longitud del accesorio entre el diámetro del mismo (L/D). Dentro de nuestros accesorios tenemos: “uniones”, “curvas de 90°”, “tes” y las “electroválvulas”. Algunos de estos valores están estandarizados, sin embargo, otros como los de la electroválvula y unión, no lo están, por lo que se determinará en base a su ficha técnica. Para el resto de valores los podemos ver en la siguiente figura:

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D
Válvula de globo —totalmente abierta	340
Válvula de ángulo —totalmente abierta	150
Válvula de compuerta —totalmente abierta	8
—abierta $\frac{3}{4}$	35
—abierta $\frac{1}{2}$	160
—abierta $\frac{1}{4}$	900
Válvula de retención —tipo oscilante	100
Válvula de retención —tipo bola	150
Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in	45
—10-14 in	35
—16-24 in	25
Válvula de pie —tipo disco de vástago	420
Válvula de pie —tipo disco de bisagras	75
Codo estándar de 90°	30
Codo de 90° y radio largo	20
Codo de 90° para calle	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de 45° para calle	26
Doble de retorno cerrado	50
Te estándar —con flujo por la línea principal	20
—con flujo por la ramificación	60

Figura 13: Longitudes equivalentes de las pérdidas localizadas.

Fuente: Mecánica de fluidos, Robert L. Mott, 7ma Edición. Pag: 242.

Como podemos observar en la figura 13, tenemos las longitudes equivalentes de algunos accesorios, que será necesario para poder obtener la pérdida de carga en el sistema.

- Pérdida de carga en Unión:

$$h_{\text{antes de filtros}} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = (0,0225) * \left(\frac{36 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = 0,02965748 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = (0,0225) * \left(\frac{36 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = 0,02661844 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = (0,0225) * \left(\frac{36 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = 0,02519563 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en Electroválvula:

$$h_{\text{antes de filtros}} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = (0,0225) * \left(\frac{95 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = 0,07826228 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = (0,0225) * \left(\frac{95 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = 0,07024310 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = (0,0225) * \left(\frac{95 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}}\right) * \frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = 0,06648847 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en Te con flujo por línea principal:

$$h_{\text{antes de filtros}} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = (0,0225) * (20) * \frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = 0,41900007 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = (0,0225) * (20) * \frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = 0,37600003 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = (0,0225) * (20) * \frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = 0,35600004 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en Codo largo de 90°:

$$h_{\text{antes de filtros}} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = (0,0225) * (20) * \frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{antes de filtros}} = 0,41850008 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = (0,0225) * (20) * \frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 5\mu} = 0,37561574 \text{ m}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = (0,0225) * (20) * \frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * (9,81 \text{ m/s}^2)}$$

$$h_{\text{después filtro } 1\mu} = 0,35553832 \text{ m}$$

Para determinar la pérdida de carga en el sistema, se aplicará la ecuación de *Darcy-Wiesbach* por tramos, teniendo como base el diagrama de flujo de la figura 47:

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 01:

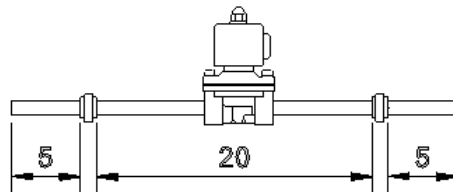


Figura 14: Pérdida de carga, tramo 01

Fuente: Elaboración propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{0,30 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}}\right) * \left(\frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2}\right)$$

$$h_p = 0,24714567 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (2 * \text{Unión}) + (\text{Electrov.})$$

$$h_s = 0,13757776 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 02:

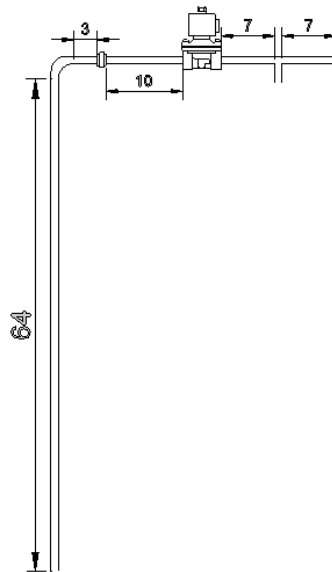


Figura 15: Pérdida de carga, tramo 02.

Fuente: Elaboración propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{0,92 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(4,27 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 0,75791339 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (4 * \text{Unión}) + (\text{Electrov.}) + (\text{Ted}) + (\text{Codo})$$

$$h_s = 1,03389272 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 03:

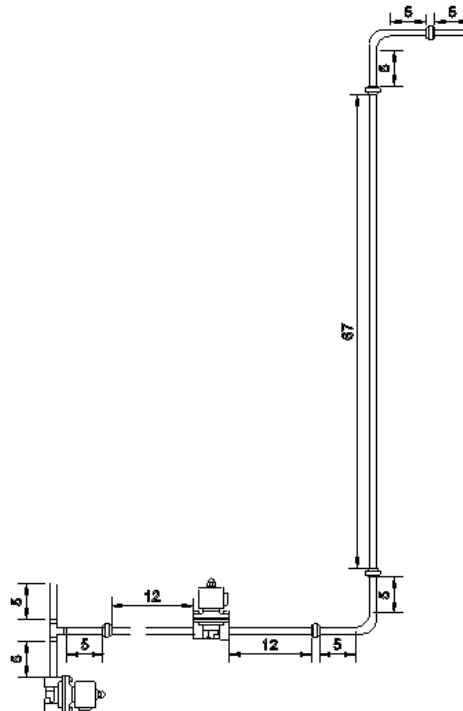


Figura 16: Pérdida de carga, tramo 03.

Fuente: Elaboración Propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{1,31 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 0,968 \ 615 \ 39 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (5 * \text{Unión}) + (2 * \text{Electrov.})$$

$$+ (\text{Ted}) + (2 * \text{Codo})$$

$$h_s = 1,400 \ 425 \ 61 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 04:

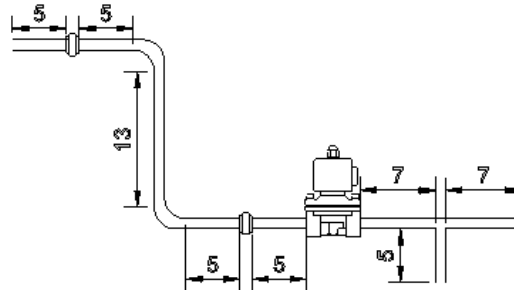


Figura 17: Pérdida de carga, tramo 04.

Fuente: Elaboración Propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{0,5 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(4,05 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 0,369 \ 700 \ 53 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (2 * \text{Unión}) + (\text{Electrov.})$$

$$+ (\text{Ted}) + (2 * \text{Codo})$$

$$h_s = 1,250 \ 327 \ 20 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 05:

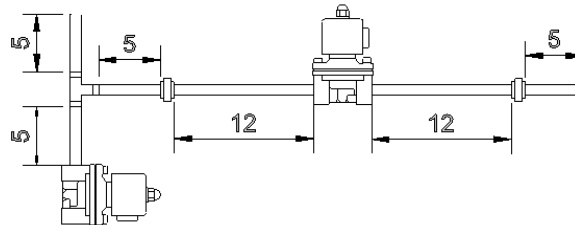


Figura 18: Pérdida de carga, tramo 05.

Fuente: Elaboración Propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{0,44 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 0,307 \ 946 \ 58 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (2 * \text{Unión}) + (2 * \text{Electrov.})$$

$$+ (\text{Ted})$$

$$h_s = 0,538 \ 906 \ 51 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en filtrado - Tramo 06:

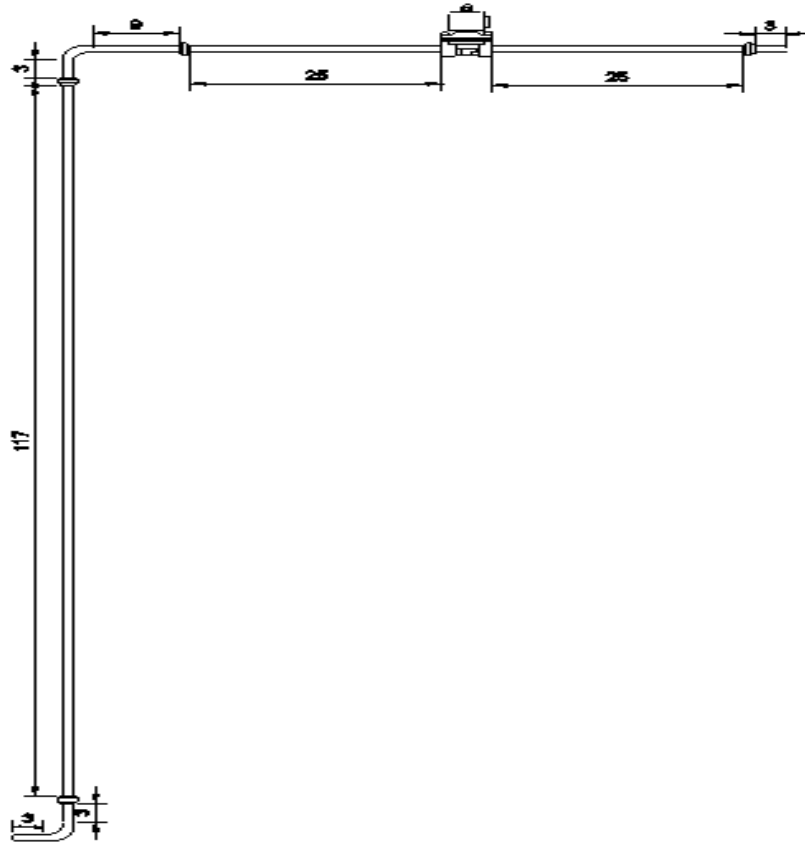


Figura 19: Pérdida de carga, tramo 06.

Fuente: Elaboración Propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{1,88 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(3,94 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 1,31577174 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (4 * \text{Unión}) + (\text{Electrov.})$$

$$+ (2 * \text{Codo})$$

$$h_s = 0,87834762 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en purgado - Tramo 07:

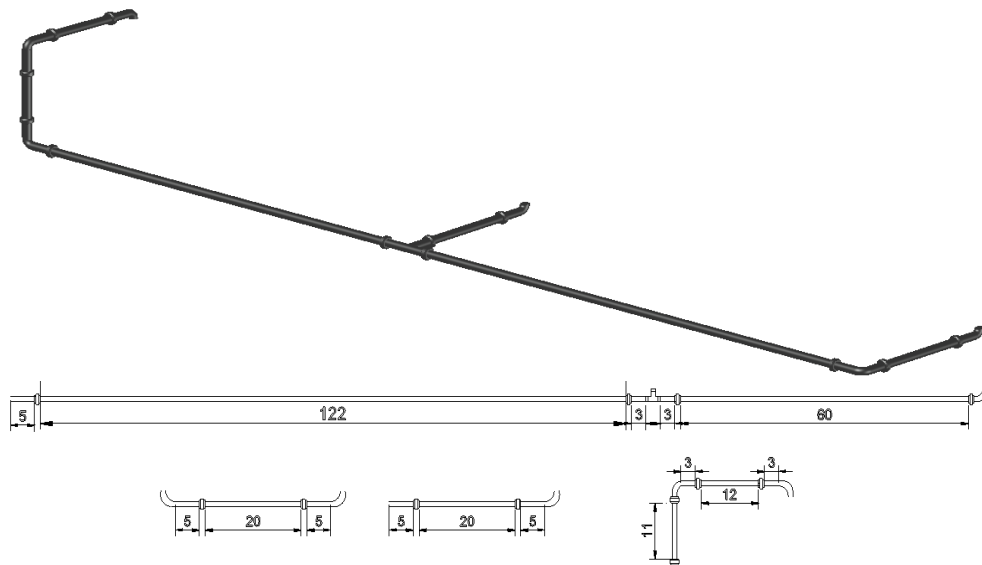


Figura 20: Pérdida de carga, tramo 07

Fuente: Elaboración propia.

$$h_p = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

$$h_p = (0,023) * \left(\frac{2,82 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \right) * \left(\frac{(6,41 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_p = 5,227 130 91 \text{ m}$$

$$h_s = \sum \text{Pérdidas de accesorios}$$

$$h_s = (12 * \text{Unión}) + (\text{Ted}) + (6 * \text{Codo})$$

$$h_s = 7,392 126 97 \text{ m}$$

En lo que respecta a la pérdida de carga en el purgado, se considerará un aumento teórico del 50% de la velocidad del fluido inicial, siendo este de 6,41 m/s².

Para finiquitar con el apartado de pérdidas de carga en el sistema, se procederá a realizar la sumatoria de todas las pérdidas de carga obtenidas anteriormente, como podemos observar en la tabla 16.

		Hp (m)	Hs (m)	HI (m)
Pérdida en Filtrado	Pérdida en tramo 02	0,757 913 39	1,033 892 72	1,791 806 10
	Pérdida en tramo 03	0,968 615 39	1,400 425 61	2,369 041 01
	Pérdida en tramo 04	0,369 700 53	1,250 327 20	1,620 027 73
	Pérdida en tramo 05	0,307 946 58	0,538 906 51	0,846 853 09
	Pérdida en tramo 06	1,315 771 74	0,878 347 62	2,194 119 36
Pérdida de Carga Total Filtrado		3,719 947 63	5,101 899 66	8,821 847 29
Pérdida en Purgado	Pérdida en tramo 07	5,227 130 91	7,392 126 97	12,619 257 87

Tabla 16: Pérdida de carga o energía.

Fuente: Elaboración propia.

- e) **Potencia de Bombas:** Tal y como menciona Robert L. Mott [29]: la potencia de una bomba se puede definir como la rapidez con la que se transfiere energía a un cuerpo/fluido. Para poder determinar esta transferencia de rapidez necesaria que

se debe suministrar a nuestro fluido (agua), se usará la ecuación de la *Potencia de una bomba suministrada a un fluido*:

$$P_A = h_A * \gamma * Q$$

Donde:

P_A = Potencia añadida en Watts

γ = Peso específico del fluido en N/m^3

h_A = Pérdida de energía en metros

Q = Rapidez del flujo volumétrico en m^3/s

$$P_{Filtrado} = (8,821\ 847\ 29\ m) * (9\ 800\ N/m^3) * (0,002\ 164\ 46\ m^3/s)$$

$$P = (187,125\ 899\ Watts) * \left(\frac{1\ HP}{745,7\ Watts}\right)$$

$$Potencia = 0,251\ HP$$

$$P_{Purgado} = (12,619\ 257\ 87\ m) * (9\ 800\ N/m^3) * (0,002\ 705\ 58\ m^3/s)$$

$$P = (334,595\ 016\ 10\ Watts) * \left(\frac{1\ HP}{745,7\ Watts}\right)$$

$$Potencia = 0,448\ HP$$

En la ecuación de filtrado, solo se consideró en la suma de pérdidas de energía, del tramo 02 al tramo 06, debido que son los tramos que impulsará la electrobomba de filtrado. Como podemos ver en los resultados obtenidos, necesitaremos una electrobomba centrífuga que genere una potencia mínima de 0,251 HP para desplazar el fluido desde la succión, hasta el tanque de agua pura. Y debido a que, no existen electrobombas comerciales de esta potencia, lo ideal sería optar por una electrobomba de 0,5 HP.

Para la ecuación de purgado, se consideró el tramo 07, que es el tramo de tubería por el que la electrobomba conducirá el agua pura hacia los filtros. Como se comentó anteriormente, la velocidad del fluido aumentará un 25%, por ende, el caudal de igual manera. Obteniendo un resultado de 0,448 HP. Al igual que le resultado anterior, no existe una electrobomba de esta capacidad, por lo que se sería ideal usar una de 1 HP (para no trabajar cerca de su límite y poder maniobrar las velocidades a gusto).

- f) **Presión en filtros:** Con la finalidad de no tener un bajo caudal por falta de presión o una ruptura de filtros por exceso de la misma, se establecerá una presión máxima y mínima.

Las presiones mínimas y máximas son establecidas por el fabricante del filtro, por lo que, para el diseño de la planta se tendrá que adecuar a la presión del filtro establecido.

Estructura	
Medio filtrante, conector extremo	Polipropileno
Opciones de embocadura y juntas tóricas (consúltese la guía de pedido)	Silicona, Fluorocarbono, EPR, Nitrilo y Polietileno
Condiciones de Funcionamiento	
Temperatura máxima de servicio	60°C
Presión diferencial máxima	1,7 bar a 60°C
	4,1 bar a 20°C
Presión diferencial recomendada para la sustitución	2,4 bar a 20°C
Dimensiones del cartucho	
Diámetro interior (nominal)	1,1" (28 mm)
Diámetro exterior (nominal)	2,6" (66 mm)
Longitud (nominal) (consúltese la guía de pedido)	9 34" - 40" (248 - 1016 mm)
Certificación	
Los filtros PolyKLEAN cumplen lo dispuesto por USP para los Ensayos Biológicos con Plásticos, Clase VI-70°C. Los materiales utilizados en la fabricación de los filtros PolyKLEAN cumplen las exigencias de la USFDA 21 CFR para contacto con alimentos y bebidas.	

Figura 21: Especificaciones de cartuchos filtrantes PolyKLEAN.

Fuente: 3M

Como podemos observar en la figura 21, tenemos las especificaciones de un cartucho filtrante de polipropileno, donde el mismo fabricante del filtro (PolyKLEAN), especifica las presiones máximas, mínimas y recomendadas para su funcionamiento. Teniendo como presión recomendada 2,4 bar a 20 °C. Cabe resaltar que estas presiones se manejan para filtros de las dimensiones establecidas en la figura y de un grado nominal de 1 a 75 µm.

g) Cloración: Como se mencionó anteriormente, la cloración es un tratamiento esencial en el proceso de purificación del agua. Por lo que se determinará las concentraciones necesarias y las cantidades a usar en el sistema.

En lo que respecta a la concentración de hipoclorito de sodio a usar, es relativo, pues si se usa un hipoclorito de sodio al 10% de concentración, se tendrá que usar la mitad de hipoclorito de sodio que usaría en uno de concentración del 5%. Bajo ese criterio, se decide usar hipoclorito de sodio al 2,5%, siendo este, el cloro comercial más fácil de adquirir.

Para obtener la cantidad necesaria a suministrar a nuestro tanque, primero tendremos en cuenta el *Reglamento de la Calidad del Agua para el Consumo Humano* [23], en donde estipulan que el cloro residual en cualquier punto del almacenamiento, debe ser de no menos de 0,5 ppm. Sin embargo, en base a experiencias adquiridas durante las prácticas en Procesadora de Bebidas del Norte S.R.L., la mezcla de agua y cloro, debe estar en un rango de 2 a 3 ppm; de esa manera se asegura la inactivación de microorganismos perjudiciales, siendo esta técnica llamada "shot de cloración". Por lo que, finalmente, se optará por mantener una concentración de 2,5 ppm en su almacenamiento.

$$\text{Volumen de Cloro (mL)} = \frac{\text{Volumen de Agua (L)} \times \text{Concentración deseada (ppm)}}{10 \times P (\% \text{ de Hipoclorito de Sodio})}$$

$$V_{Cl} = \frac{(600 \text{ L}) * (2,5 \text{ ppm})}{10 * (2,5\%)}$$

$$V_{Cl} = 60 \text{ mL}$$

Como podemos ver en la ecuación anterior, tenemos el cálculo necesario para determinar la cantidad necesaria de Hipoclorito de Sodio a suministrar. Teniendo que suministrar 60 mL para nuestro tanque de 600 L. La cual será suministrada a través de una bomba en programación con un PLC.

3.3.4. EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO

Como es lógico, necesitamos tanques para almacenar tanto, el agua clorada, el agua pura y el cloro puro.

- **Tanque de agua clorada:** Para almacenar el agua que recibimos de la red, mezclada con cloro que suministraremos, necesitaremos un tanque de 600 L, que es suficiente para mantener nuestro sistema.

Tabla 17: Criterio de Selección del Tanque de Agua Clorada.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Rotoplas / (600 L)	Eternit / (600 L)	Humbolt / (600 L)
Especificaciones Técnicas del equipo	Capacidad 600 L. Válvula Flotante. Capa Antibacteriana	Capacidad 600 L. No incluye Válvula Flotante. No especifica Capa Antibacteriana	Capacidad 600 L. No incluye Válvula Flotante. Capa Antibacteriana
Costo	S/. 370,00	S/. 269,00	S/. 340,00
Disponibilidad	Disponible a nivel Nacional	Disponible a nivel Nacional	Disponible a nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	Inmediata	Inmediata
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente usaremos un tanque Rotoplas de 600 Litros, el cual podemos ver en la figura 22. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 10.



Figura 22: Tanque Rotoplas de 600 Litros.
Fuente: Rotoplas.com

- **Tanque de agua pura:** Para poder almacenar el agua pura, no se podrá utilizar un tanque común, como el mencionado anteriormente, ya que se debe asegurar la mayor protección contra la contaminación. Para esto se usará un tanque de acero inoxidable 304-2B y 2,5 mm de 200 Litros hecho a medida.

Tabla 18: Criterio de Selección para Distribuidor de Tanque.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo	
	LIEM / (LM-YMJ)	DEPROTEC
Especificaciones Técnicas del equipo	Acero inoxidable 304-2B. Capacidad 200 L (personalizable)	Acero inoxidable 304-2B. Capacidad 200 L
Costo	S/. 4 053,80	S/. 7 849,00
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	25 días	Inmediata
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente eligiendo a una empresa especializada en fabricarlos; siendo esta DEPROTEC SAC. Podemos ver un ejemplo de esta en la figura 23.



Figura 23: Ejemplificación del Tanque de Agua Pura de 200L.

Fuente: Stainlesssteel-storage-tank.com

- **Tanque de cloro puro:** Para poder almacenar el cloro puro, será necesario un tanque de acero inoxidable 304-2B y 2,5 mm para poder reducir al mínimo el deterioro de este. Sin embargo, debido a que no se pudo encontrar un tanque que se adapte a las necesidades de nuestro sistema (12 L), se optó por diseñar uno para que posteriormente, sea construido, tal y como podemos ver en la figura 24. Este tanque se cotizó siendo hecho a medida, a través de una empresa especializada en fabricarlos: DEPROTEC SAC.

Tabla 19: Especificación técnicas del tanque de cloro.

Característica	Especificación
Material	Acero Inoxidable 304-2B de 2,5 mm
Forma	Cilíndrica
Altura	26,53 centímetros
Radio	12 centímetros
Altura de soportes (3)	12 centímetros
Volumen de tanque	12 litros
Diámetro de tubería de salida	1 pulgada

Cálculo de altura:

$$V = \pi * R^2 * h$$

$$0,012 \text{ m}^3 = (3,1416) * (0,12 \text{ m}^2) * h$$

$$0,012 \text{ m}^3 = (0,0452 \text{ m}^2) * h$$

$$h = 26,53 \text{ cm}$$

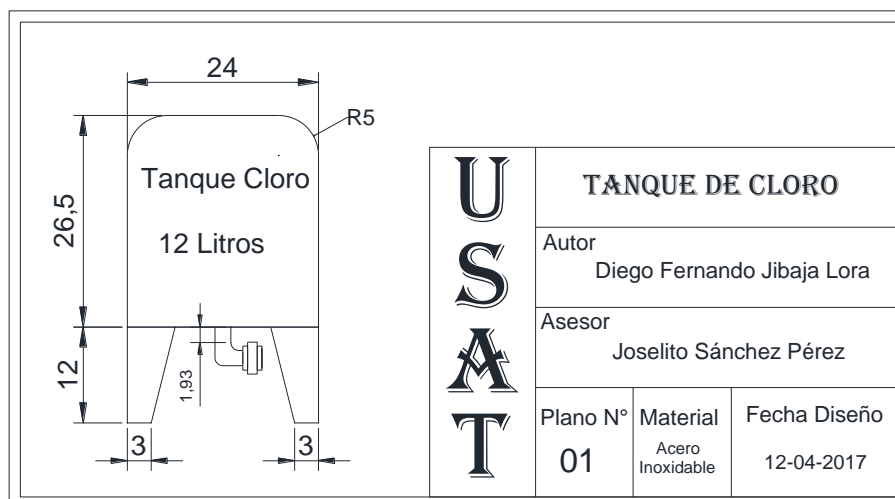


Figura 24: Representación 2D del Tanque de Cloro.

Fuente: Elaboración propia

3.3.5. COMPONENTES SECUNDARIOS DEL SISTEMA

Como sabemos, los sistemas automáticos siempre cuentan con accesorios necesarios tanto para su funcionamiento, como su montaje. A continuación, se detallarán los necesarios.

- **Pulsador de Marcha o Inicio:** A pesar de que nuestro sistema será completamente automático, será necesario un pulsador de inicio para poder realizar arranques directos y de paro para evitar posibles arranques no deseados durante la instrucción en este. Se necesitará un pulsador de inicio con retorno NA.

Tabla 20: Criterio de Selección para Pulsador de Inicio.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Schneider / (XB5AA31)	Segetek / (XB2-BA31)	Siemens / (3SB1280-0AE01)
Especificaciones Técnicas del equipo	Posición NA. Diámetro 22 mm. No luminoso con retorno	Posición NA. Diámetro 22 mm. No luminoso con retorno	Posición NA. Diámetro 22 mm. Luminoso con retorno
Costo	S/. 39,00	S/. 19,00	S/. 32,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	7 días	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Se usará un pulsador verde con retorno de marcha NA (Normalmente abierto), modelo Schneider XB5AA31, como se aprecia en la figura 25. Se eligió este pulsador, gracias a que se conecta mediante señales digitales, acomodándose a nuestro sistema, además de su modelo básico, compacto y cómodo. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 11.



Figura 25: Pulsador Verde Schneider XB5AA31.

Fuente: Schneider.com

- **Pulsador de Parada o Emergencia:** Como es lógico, al tener un pulsador de inicio, debemos poseer un pulsador de parada en casos de emergencia. Se necesitará un pulsador de paro NC con retorno.

Tabla 21: Criterio de Selección para Pulsador de Paro.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Schneider / (XB5AA42)	Segetek / (XB2-BA42)	Siemens / (3SB1280-0AC01)
Especificaciones Técnicas del equipo	Posición NC. Diámetro 22 mm. No luminoso con retorno	Posición NC. Diámetro 22 mm. No luminoso con retorno	Posición NC. Diámetro 22 mm. Luminoso con retorno
Costo	S/. 39,00	S/. 19,00	S/. 32,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	7 días	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se usará un pulsador rojo con retorno de parada NC (Normalmente cerrado), modelo Schneider XB5AA42, como se aprecia en la figura 26. Se eligió este pulsador, gracias a que se conecta mediante señales digitales, acomodándose a nuestro sistema, además de su modelo básico, compacto y cómodo. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 11.



Figura 26: Pulsador Rojo Schneider XB5AA42.

Fuente: Schneider.com

- **Válvula de control:** Con la finalidad de tener un control manual general, se usará una válvula de control plástica de 1 pulgada como podemos ver en la figura 27. Esta controlará el ingreso de agua de red al tanque de agua clorada.



Figura 27: Válvula de Control Plástica de 1 Pulgada.

Fuente: ferreteriapetapaweb.com

- **Válvula reguladora de presión:** Como todo sistema, debe tener sus medidas de protección y control a futuras contingencias. Se necesitará una válvula de alivio con rango de trabajo de 1 a 3 bar (preferiblemente).

Tabla 22: Criterio de Selección para Válvula de Alivio.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Festo / (LR1/4 QS-10)	SMC / (ASR430F-0208S Nil)	DMETEC / (DEVSG15)
Especificaciones Técnicas del equipo	Rango 1 - 8 bar. Rosca 1/4. Cuerpo de Latón con Polibutilenotereftalato	Rango 1 - 3 bar. Rosca 1/4. Cuerpo de Latón con Nylon.	Rango 1 - 3,6 bar. Rosca 3/4. Cuerpo de Acero Fundido.
Costo	S/. 295,92	S/. 89,00	S/. 130,40
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 50 unidades.
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	4 - 6 semanas	30 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia.

En este caso, se usará una válvula reguladora de presión Festo LR ¼ QS-10, como podemos ver en la figura 28. Se eligió esta válvula, gracias a su detallado control de presión: 1 bar hasta 8 bar, siendo esto lo más adecuado para nuestro sistema. Nuestro tanque deberá trabajar con una presión de 1,0132 bar (1 atm), por lo que la válvula se regulará a 1,2 bar. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 12.



Figura 28: Válvula reguladora de presión Festo LR ¼ QS-10.

Fuente: festo-didactic.com

- **Tablero eléctrico:** Con la finalidad de albergar los componentes eléctricos y de control, se necesitará un tablero eléctrico. Se necesitará un tablero con puesto tierra y unas medidas mayores a 26x37x20.

Tabla 23: Criterio de Selección para Tablero Eléctrico.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Protecline / (TBTEV-30K)	Himmel / (Nimel 30x40x20)	SUNTREE / (SME404020)
Especificaciones Técnicas del equipo	Presentación 80 x 40 x 20. Enclavamiento Mecánico Trifásico 380 V. Barra para Puesto Tierra.	Presentación 30 x 40 x 20. No especifica Enclavamiento. No incluye Barra Tierra	Presentación 40 x 40 x 20. No especifica Enclavamiento. Barra para Puesto Tierra.
Costo	S/. 211,12	S/. 126,79	S/. 65,20
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 20 unidades.
Disponibilidad de Repuestos	7 días	7 días	18 - 24 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, se escogió el Tablero BY PASS Protecline TBTEV-30K, gracias a que nuestras necesidades de espacio las cumple ampliamente. El tablero mencionado tiene unas dimensiones de 80x40x20 cm. Además, de ser hermético y tener barra para puesto tierra. Lo podemos observar en la figura 29.



Figura 29: Tablero eléctrico BY PASS Protecline TBTEV-30K.

Fuente: <http://proteclinesac.com>

- **Unión de tubería:** Las tuberías de acero inoxidable se consiguen de esta misma manera, en tuberías de cierto diámetro y longitud. Para poder crear nuestro recorrido para el fluido, se usarán uniones de 1 pulgada clase WL176 (Male) y WL174 (Liner). Como podemos observar en la figura 30.



Figura 30: Unión de tuberías de acero inoxidable.

Fuente: fluid-fittings.com

- **Te confluencia de ramal:** Para poder unir, y separar tuberías, se usará una te de confluencia de ramal de acero inoxidable de 1 pulgada, como se puede observar en la figura 31.



Figura 31: Te Confluencia de Ramal de Acero Inoxidable.

Fuente: es.made-in-china.com

- **Codo de 90°:** Como es normal en cualquier sistema de tuberías, se usan los codos, y en este caso de 90° por su fácil conexión y reducido tamaño. Se usará un codo de acero inoxidable de 1 pulgada, como podemos ver en la figura 32.



Figura 32: Codo de 90° de Acero Inoxidable.

Fuente: es.made-in-china.com

- **Carcasa de Filtros:** Para poder contener y permitir el del fluido, necesitamos una carcasa para que pueda albergar los filtros. Necesitaremos un housin o carcasa que pueda almacenar nuestro filtro de 40" y soporte las presiones del sistema (máx. 6 bar).

Tabla 24: Criterio de Selección para Carcasa de Filtros.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	CUNO / (1BHN1)	Pentair / (ES12NA6L10-75)	Pentek / (MPST-1)
Especificaciones Técnicas del equipo	Capacidad de 40". Presión max. 10,4 bar. Cuerpo Acero Inoxidable 304.	Capacidad de 32". Presión max. 6,3 bar. Cuerpo Acero Inoxidable 304	Capacidad de 20". Presión max. 10,3 bar. Cuerpo Acero Inoxidable 304.
Costo	S/. 2 640,00	S/. 5 053,00	S/. 3 843,54
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	7 días	7 días	7 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Por tal motivo se decidió usar la carcasa de filtros CUNO 1BHN1, gracias a que puede albergar nuestro filtro en lo que respecto de tamaño (40"), soporta las presiones que habrá en el sistema (hasta 10,4 bar) y tiene un cuerpo de acero inoxidable. Lo podemos ver en la figura 33.



Figura 33: Carcasa de Filtro CUNO 1BHN1.

Fuente: cuno.com

3.3.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Tal como pudimos leer en el marco teórico, un sistema de control es el conjunto de dispositivos que actúan juntos para lograr un objetivo de control. A su vez, los sistemas de control se pueden clasificar en sistemas de control en lazo abierto y lazo cerrado, siendo el nuestro un sistema de Lazo Cerrado.

Para manejar el sistema es necesario controladores, estos controladores emiten una señal a nuestro PLC, que a su vez se encargará de manipular a nuestra conveniencia los actuadores. Estas señales emitidas, pueden ser digitales o analógicas. Trabajando nosotros, con ambos tipos de controladores.

3.3.6.1. Sistema de Control

Antes de nada, es necesario conocer el futuro funcionamiento de nuestro sistema. El sistema básicamente constará de:

- Tres bombas centrífugas. Dos de 1,5 HP y una de 0,5 HP. La primera (0,5 HP), se encargará de suministrar cloro al tanque de agua cruda para el proceso de clorado. La segunda (1,5 HP), se encargará del proceso de filtrado y la tercera (1.5 HP), se encargará del proceso de purgado de filtros cuando se saturen.
- Tres tanques de almacenamiento. El primero será un tanque de acero inoxidable de 12 L para el cloro, el segundo será un tanque de polietileno de 600 L donde se almacenará el agua con cloro. El tercero será un tanque de acero inoxidable de 200 L que almacenará el agua pura.
- Cuatro filtros. Dos filtros de polipropileno; uno de 5μ y otro de 1μ . Un filtro de carbón activado y un filtro de radiación UV.
- Once electroválvulas de 2 a 2 para contralar el sentido del flujo, una válvula reguladora de presión digital, dos sensores de presión digital y dos sensores de nivel, un analógicos y un digital.

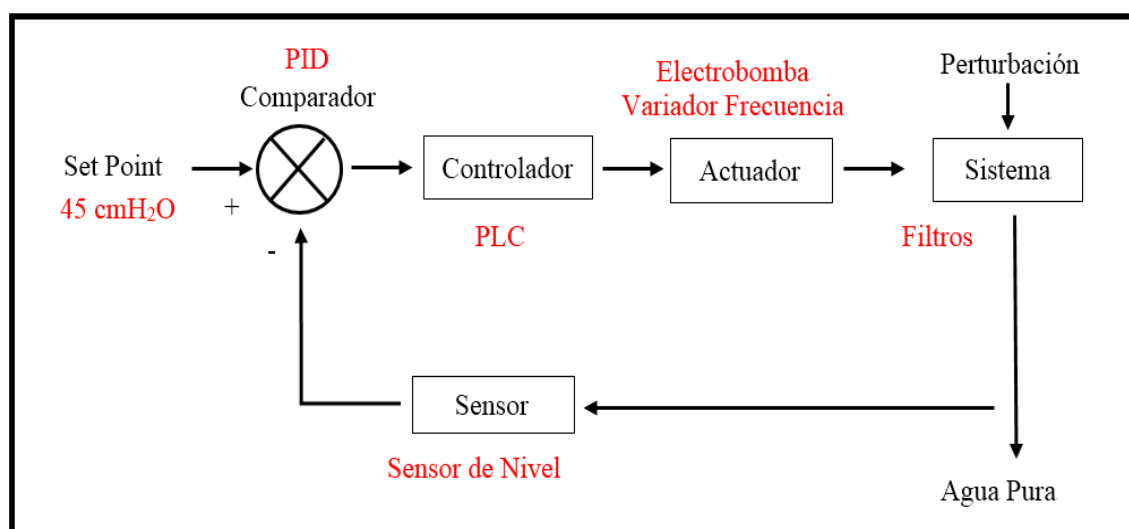


Figura 34: Diagrama de Lazo Cerrado del Sistema.

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 34, tenemos el diagrama de lazo cerrado del sistema con el que vamos a trabajar. Sin embargo, para una mejor comprensión se

explicará de forma detallada el significado y su función que cumplirá cada uno de ellos.

3.3.6.1.1. Sistema

Para entender mejor le funcionamiento del sistema, usaremos un diagrama de movimientos, seguido de la explicación teórica. Cabe resaltar que el sistema tiene dos posibles lógicas, variando solo si los filtros se saturan, o el tanque de agua pura se llena antes, dependiendo que suceda primero, se seguirá la lógica adecuada. Es por eso que se usarán dos diagramas para su explicación.

Tabla 25: Diagrama de Movimientos, Caso 1.

DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS									
MOVIMIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Electroválv. 7, 10, 11									
Electroválv. 7-9									
Electroválv. 1-6									
Pulsador ON									
Bomba Cloro	S. N. M.								
Bomba Filtro				S. P.					
Bomba Purga									
TIEMPO		10 s	2 s		2 s	10 s	2 s	10 s	9=1

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso que los filtros se saturan primero, el funcionamiento comenzará con el llenado del tanque de polietileno, y tal como vemos en la tabla 25, un sensor de nivel mecánico (S. N. M.) nos indicará cuando el tanque este lleno, activando a su vez a la electrobomba de cloro (Bomba Cloro) para suministrar la cantidad necesaria (60 mL). Seguido a esto se esperará 10 segundos a que el cloro se mezcle con el agua; pasado este se abrirán las electroválvulas del 1 al 6, esperando 2 segundos para cualquier posible retraso; seguido se activará la electrobomba de filtrado (Bomba Filtro) hasta que el sensor de presión analógico (S. P.) indique cuando la presión de los filtros sea más baja de lo indicado anteriormente (1,4 bar), lo que hará que se apague la electrobomba de filtrado (Bomba Filtro) y cerrará las electroválvulas del 1 al 6. Prosiguiendo el diagrama, se abrirán las electroválvulas del 7 al 9 y se esperará 2 segundos nuevamente por cualquier posible retraso, continuando se encenderá la tercera electrobomba (Bomba Purga) para purgar el filtro durante 10 segundos y así con el siguiente filtro, pero con las electroválvulas 7, 10 y 11; siguiendo la misma lógica. Finalmente, si el tanque de polietileno tiene agua sobre el nivel del sensor mecánico, comenzará el flujo nuevamente.

Tabla 26: Diagrama de Movimientos, Caso 2.

DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS					
MOVIMIENTOS	1	2	3	4	5
E. Válv. 7, 10, 11					
E. Válv. 7-9					
E. Válv. 1-6					
Puls. ON					
Bomb. Cloro	S. N. M.				
Bomb. Filtro				S. N. A.	
Bomb. Purga					
TIEMPO		10 s	2 s		5=1

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso que el tanque de agua pura se llene primero, tal como vemos en la tabla 26, tendremos una ligera variación, pues el funcionamiento comenzará normalmente con el llenado del tanque de polietileno, seguido de que el sensor de nivel mecánico (S. N. M.) nos indicará cuando el tanque este lleno, activando a su vez a la electrobomba de cloro (Bomba Cloro) para suministrar la cantidad necesaria (60 mL). Seguido a esto se esperará 10 segundos a que el cloro se mezcle con el agua; pasado este se abrirán las electroválvulas del 1 al 6 y se activará la electrobomba de filtrado hasta que nuestro sensor de nivel analógico indique que el tanque de agua pura se esté llenando, procediendo a regular la velocidad de giro del motor a través de nuestro variador de frecuencia y nuestro PID; así, si nuestra salida de agua es mayor a la de entrada, el PID detectará esta variación y tomará medidas con ayuda del variador de frecuencia. Finalmente, cuando el tanque de agua pura esté lleno, la bomba se apagará y las electroválvulas se cerrarán, esperando que el agua en el tanque de polietileno esté por encima del sensor de nivel mecánico (S. N. M.) y el nivel del tanque de agua pura este menor al señalado en el set point (45 cmH₂O o 160 L).

3.3.6.1.2. Set Point

Como hemos podido ver la teoría anteriormente mencionada, necesitamos un valor de referencia para que nuestro sistema pueda funcionar y comparar. Así todo el módulo se mantenga en equilibrio y cumpla su fin sin ningún desperfecto.

El valor que vamos a controlar en nuestro será en relación con la altura de agua. Siendo nuestro valor de set point: 45 cmH₂O. Se eligió esta altura, debido a que representa el 75% de la capacidad máxima del tanque, siendo esta la ideal para no tener desbordes o sobre presiones.

Este valor será fundamental para que el sistema funcione de manera correcta.

3.3.6.1.3. Actuador

Como hemos podido ver en la teoría anteriormente mencionada, los actuadores son los dispositivos encargados de recibir las decisiones del controlador y cambiar la

variable manipulada. Para esto usaremos un variador de frecuencia, electroválvulas y bombas centrífugas.

- **Electroválvula:**

Para poder controlar el fluido a través del sistema, necesitaremos una electroválvula con accionamiento NC, soporte de más de 6 bar y acoples compatibles con tuberías de 1”.

Tabla 27: Criterio de Selección para Electroválvulas.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	SMC / (VXZ252JG)	Neumak / (S-KN-04)	NMPC / (2W-160-15)
Especificaciones Técnicas del equipo	Accionamiento NC. Presión max. 15 bar. Acople 1”. Alimentación 24 V. Cuerpo Acero Inoxidable	Accionamiento NC. Presión max. 10 bar. Acople 1”. Alimentación 24 V. Cuerpo Bronce	Accionamiento NC. Presión max. 9 bar. Acople 1/2”. Alimentación 24 V. Cuerpo Bronce
Costo	S/. 779,14	S/. 323,33	S/. 59,09
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación por más de 10 unidades
Disponibilidad de Repuestos	7 - 10 días	5 - 7 días	25 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se usará una electroválvula SMC VXZ262JG, la cual podemos ver en la figura 35. Se eligió gracias a que trabaja con señales digitales, soporta una presión hasta de 15 bar, tiene un acople directo de acero inoxidable de 1”, lo que es ideal para nosotros. Otro motivo por el que se eligió este dispositivo es que trabaja con 24 V y cuenta con un supresor de picos de tensión además de su arranque desde el off (NC). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 13.



Figura 35: Electroválvula SMC VXZ262JG.

Fuente: SMC.com

- **Variador de Frecuencia:**

Para poder controlar el caudal del sistema, y por ende la presión, se necesitará un variador de frecuencia con alimentación de 220 V trifásica y disponibilidad de conexiones digitales y analógicas.

Tabla 28: Criterio de Selección para el Variador de Frecuencia.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Schneider / (Altivar ATV 312H037M3)	INVT / (GD20)	ABB / (Acs310)
Especificaciones Técnicas del equipo	Alimentación 220 V trifásica. 9 entradas (3 analógicas y 6 digitales), 3 salidas (1 analógica y 2 digitales). Guardamotor incluido.	Alimentación 220 V monofásica. 6 entradas (2 analógicas y 4 digitales) y 4 salidas (2 analógicas y 2 digitales). Guardamotor incluido.	Alimentación 220 V trifásica. 7 entradas (2 analógicas y 5 digitales), 3 salidas (1 analógica y 2 digitales). Guardamotor incluido.
Costo	S/. 965,00	S/. 538,55	S/. 1 000,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	Inmediata	3 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Se eligió el variador Schneider Altivar ATV ATV 312HU11M3, la cual podemos ver en la figura 36. Se escogió, gracias a que trabaja con una alimentación de 200 a 240 V trifásica y una frecuencia de 60 Hz, cuenta además con 9 entradas (3 analógicas y 6 digitales) y 3 salidas (1 analógica y 2 digitales) lo que es ideal para nuestro sistema. Además, posee sistemas de protección para los motores, como para sobrecargas térmicas y magnéticas. Otro motivo por el que se eligió este variador es que en el módulo de control de caudal cuenta con un variador de esta serie, lo que lo hace más familiar en su configuración y manejo. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 14.



Figura 36: Variador de Frecuencia Schneider Altivar ATV 312HU11M3.

Fuente: Schneider.com

- **Bomba Centrífuga:**

Para el respectivo bombeo y purgado del agua a través del sistema, se usarán tres electrobombas, dos de 1,5 HP y otra de 0,5 HP, con alimentación 220 V trifásica. Si bien, en base a los cálculos necesitaríamos una electrobomba de 1,0 HP y otra de 0,5 HP, se optarán por dos electrobombas de 1,5 HP, debido a que, de acuerdo de la ficha técnica de las electrobombas, para poder suministrar 120 L/min (filtrado) y 160 L/min (purgado), es necesario una electrobomba de 1,5 HP mínimo.

Tabla 29: Criterio de Selección para la Electrobomba de 1,5 HP.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Pedrollo / (CP650M)	Pedrollo / (CP650)	Daewo / (Daecpm180)
Especificaciones Técnicas del equipo	Alimentación Trifásica 220 V y 60 Hz. Caudal 0 - 160 L/min. Potencia 1,5 HP	Alimentación Trifásica 220 V y 60 Hz. Caudal 0 – 110 L/min. Potencia 1,5 HP	Alimentación Monofásica 220 V y 60 Hz. Presión max. 4 bar. Potencia 1,0 HP
Costo	S/. 1 600,00	S/. 1 330,00	S/. 700,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	Inmediata	Inmediata
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se usará la marca Pedrollo CP650M de 1,5 HP, para el filtrado y purgado. Se eligió esta electrobomba gracias a su fuente de alimentación trifásica de 220 V y su frecuencia de 60 Hz, su rango de trabajo de presiones de 6 a 10 bar, su caudal de 0 – 160 L/min y su fama en el mercado (en lo que respecta a marca). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 15.

Tabla 30: Criterio de Selección para Electrobomba de 0,5 HP.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Pedrollo / (CP600)	SAER / (KF0)	Daewo / (Daecpm130)
Especificaciones Técnicas del equipo	Alimentación Trifásica 220 V y 60 Hz. Presión 6 - 10 bar. Potencia 0,5 HP	Alimentación Trifásica 380 V y 60 Hz. Presión max. 3 bar. Potencia 0,5 HP	Alimentación Monofásica 220 V y 60 Hz. Presión max. 4 bar. Potencia 0,5 HP
Costo	S/. 469,00	S/. 477,13	S/. 326,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Sujeto a Importación	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	7 días	Inmediata
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Se usará la marca Pedrollo CP600 de 0,5 HP, para el suministro de cloro y filtrado. Se eligió esta electrobomba gracias a su fuente de alimentación trifásica de 220 V y su frecuencia de 60 Hz, su rango de trabajo de presiones de 6 a 10 bar y su fama en el mercado (en lo que respecta a marca). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 15.



Figura 37: Electroboomba Pedrollo Serie CP 6.

Fuente: Pedrollo.com

A continuación, se mencionarán algunas de sus especificaciones para el desarrollo de la parte automática y eléctrica.

Tabla 31: Especificaciones de la Bomba Centrífuga Pedrollo.

<i>Modelo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
<i>CP600</i>	Potencia	0,37 KW / 0,5 HP
	Tensión	220 V
	Frecuencia	60 Hz
	Consumo en Amperaje	1,8 A
<i>CP650M</i>	Potencia	1,1 KW / 1,5 HP
	Tensión	220 V
	Frecuencia	60 Hz
	Consumo en Amperaje	7,5 A

Fuente: Ficha técnica Electrobombas Centrífugas CP. Pedrollo.com

Con los datos suministrados en la tabla 31, podemos ver que la tensión está dentro de nuestra tensión suministrada por la compañía eléctrica. La frecuencia de igual manera. Y el amperaje nos servirá para poder determinar nuestro disyuntor de cada bomba, así como también, para tener una referencia del guardamotor que necesitaremos, sin embargo, gracias a que el variador de frecuencia cuenta con este tipo de protección, solo quedará como constancia para este.

Basándonos en el amperaje de nuestros motores a usar, se determinó que los disyuntores necesarios para nuestro sistema serán: un interruptor de calibre de 7 (para la electrobomba de 0,5 HP), y un interruptor de calibre 14 (para la electrobomba de 1 HP). Ambos trabajan con 60 Hz y un rango de 0 a 24 A.

Tabla 32: Criterio de Selección para Disyuntor.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Schneider / (GV2 ME)	Siemens / (5sy4232-7)	Bticino / (fe82/32)
Especificaciones Técnicas del equipo	Corriente nominal de 1 a 32 A. Poder de corte de 50 kA	Corriente nominal 5 a 32 A. Poder de corte de 10 kA	Corriente nominal 1 a 32 A. Poder de corte de 10 kA
Costo	S/. 200,00	S/. 49,00	S/. 35,00
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	Inmediata	Inmediata	Inmediata
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Ganando el disyuntor Schneider serie GV2 ME como el que podemos ver en la figura 38, el cual fue elegido gracias a que trabaja con un poder de corte de hasta 50 kA, además de ser símbolo de calidad en el mercado de electricidad. Trabaja con una frecuencia de 60 Hz, bornes de resorte lo que asegura que las conexiones se mantengan fijas ante cualquier alteración física. Y obviamente gracias a su rango de trabajo, siendo esta de 1 a 32 A; lo que está dentro de nuestro amperaje de funcionamiento (1,8 A y 7,5 A). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 16.



Figura 38: Disyuntor Schneider GV2 ME

Fuente: Schneider.com

3.3.6.1.4. Sensor

Como hemos podido ver en la teoría inicialmente mencionada, los sensores son dispositivos encargados de mandar una señal (analógica o digital) que es interpretada por un controlador. En este caso haremos uso de sensores que emiten tanto señales analógicas, como digitales.

- **Sensor de presión:** Para poder controlar la presión en los filtros, y evitar tanto la saturación de estos, como la falta de caudal por baja presión; se necesitará un

sensor de presión con rango de trabajo de 0 a 6 bar, alimentación de 24 V y una salida de 4 a 20 mA.

Tabla 33: Criterio de Selección para el Sensor de Presión.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Kobold / (SEN 3297)	Kobold / (PSC)	Flying Elephant / (KE-260)
Especificaciones Técnicas del equipo	Rango medición 0 - 6 bar. Alimentación 8 - 30 V. Salida 4 - 20 mA	Rango medición 0 - 10 bar. Alimentación 12 - 30 V. Salida 4 - 20 mA. Pantalla digital	Rango medición 0 - 10 bar. Alimentación 6 - 30 V. Salida 4 - 20 mA.
Costo	S/. 748,00	S/. 1 576,00	S/. 215,19
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	10 - 12 semanas	5 - 7 semanas	90 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, se utilizará el sensor de presión Kobold SEN 3297 B065, como se observa en la figura 39. Este sensor fue escogido, gracias a: su fuente de alimentación de 24 V, su rango de trabajo de 4 a 20 mA con una señal analógica, su capacidad de trabajo de 0 a 6 bar, su compatibilidad con el sistema y su fama en el mercado. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 17.



Figura 39: Sensor de presión Kobold SEN 3297.

Fuente: kobold.com

- **Válvula de llenado mecánica:** Para evitar que el tanque de almacenamiento de agua de línea se llene más de lo deseado, se utiliza una válvula de llenado con flotador, como podemos ver en la figura 40. Este interruptor mecánico, viene por defecto con todos los tanques de almacenamiento de agua, pues es una herramienta indispensable para este. Su ficha técnica está adjunta a la del tanque.



Figura 40: Válvula de llenado con Flotador.

Fuente: Ficha Técnica Tanque Rotoplas. Rotoplas.com

- **Interruptor de nivel:** Para llevar a cabo el control deseado del sistema se necesitará un interruptor de nivel, de preferencia con alimentación 24 V o 220 V, cuerpo de acero inoxidable para evitar la corrosión y contacto con señales digitales.

Tabla 34: Criterio de Selección para Interruptor de Nivel.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Kobold / (RFS-1200 N4)	Cortexis / (ESC12)	SUNWOALD / (FS-6001L)
Especificaciones Técnicas del equipo	Cuerpo acero inoxidable. Alimentación 220 - 300 V. Señal digital	Cuerpo acero inoxidable. Alimentación 100 - 220 Vcc. Señal digital	Cuerpo plástico. Alimentación 100 - 300 V. Señal digital
Costo	S/. 799,88	S/. 188,93	S/. 25,00
Disponibilidad	Sujeto a Importación	Sujeto a Importación	Disponible a Nivel Nacional
Disponibilidad de Repuestos	5 - 7 días	5 - 7 días	1 - 3 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	NO	SI

Fuente: Elaboración Propia.

Se usará el interruptor Kobold RFS-1200 N4, como se puede ver en la figura 41. Se eligió este interruptor gracias a que trabaja con señales digitales para su contacto, tiene fuente de alimentación de hasta 240 V, su material es de acero inoxidable, que es lo que se necesita para el sistema. Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 18.



Figura 41: Interruptor de Nivel Kobold RFS-1200 N4.

Fuente: Kobold.com

- **Sensor de nivel:** Teniendo en cuenta que inicialmente este módulo de Tratamientos de Agua se pensó para complementar al módulo Llenado de Líquidos, se necesitará un sensor de nivel para poder suministrar el agua con el caudal y presión necesaria por el módulo de Llenado de Líquidos. Se necesitará un sensor de nivel analógico de alimentación de 24 V, rango de tensión de 4 a 20 mA, capacidad de medida de 0 a 3 mH₂O máximo.

Tabla 35: Criterio de Selección para Sensor de Nivel.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Siemens / (Sitrans LH100)	HOLYKELL / (HPT621)	HTW / (RS232)
Especificaciones Técnicas del equipo	Rango medida 0 - 3 mH ₂ O. Salida 4 - 20 mA. Alimentación 24 V.	Rango medida 0 - 3 mH ₂ O. Salida 0 - 10 V. Alimentación 12 V.	Rango medida 0,1 - 1 mH ₂ O. Salida No específica. Alimentación 12 - 24 V.
Costo	S/. 1 838,60	S/. 442,38	S/. 261,58
Disponibilidad	Disponibile a Nivel Nacional	Sujeto a Importación por más de 2 unidades	Sujeto a Importación por más de 100 unidades
Disponibilidad de Repuestos	5 - 7 días	20 - 25 días	20 - 50 días
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Escogiendo el transmisor de nivel hidrostático Siemens Sitrans LH100, como podemos ver en la figura 42, gracias a: su fuente de alimentación de 24 V, su tensión de trabajo analógico de 4 a 20 mA, su capacidad de medida de 0 a 3 mH₂O, su desviación de medida del 0,3 %, lo que asegura la precisión de la medida, y es compatible con nuestra presión del tanque (1 atm). Su ficha técnica se adjunta en el Anexo 19.



Figura 42: Sensor de Nivel Siemens Sitrans LH100.

Fuente: Siemens.com

3.3.6.1.5. Controlador

Como hemos podido ver en la teoría anteriormente mencionada, necesitamos un sistema capaz de comparar y controlar las variaciones presentadas en el módulo, para esto se usan los sistemas de control PID, que a su vez son simulados con los Programadores Lógicos o PLC. A continuación, se mencionarán.

a) Mecanismo de Control PID:

En nuestro caso, para el desarrollo y cálculo del PID se usará la función de auto-sintonización del PLC.

Como se había mencionado anteriormente, el auto-sintonizador consiste en un mecanismo propio del PLC en el que determina los valores ideales para las constantes PID; hablando de forma simple, se ajustan los valores K_p , K_i y K_d de manera que los valores interactúen de forma óptima con el sistema.

b) Controlador Lógico Programable (PLC):

Como mencionó anteriormente, un PLC “es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, que permite la implementación de funciones específicas como pueden ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos”. Dentro de un controlador PLC, se encuentra las funciones del PID, por lo que era necesario hablar primero de estas para entender un poco de su funcionamiento lógico.

Para elegir adecuadamente un PLC, nos tenemos que basar en nuestras entradas y salidas del sistema. Como se explicó, los dispositivos de entrada “son aquellos equipos que intercambian (o envían) señales con el PLC” y los de salida “son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno”. Entonces tendremos:

- **Dispositivos de entrada:** Los dos sensores de presión, el sensor de nivel, los dos interruptores de nivel, y los pulsadores on/off.

- **Dispositivos de salida:** Las tres electrobombas centrífugas, las once electroválvulas y los tres variadores de frecuencia.

Teniendo en cuenta los dispositivos de entrada y salida, podemos buscar un PLC que se adapte a nuestros requerimientos. Necesitando un PLC con alimentación de 220 V, 3 entradas digitales, 3 entradas analógicas con rango de trabajo de 4 a 20 mA y 14 salidas digitales.

Tabla 36: Criterio de Selección para PLC.

Criterio de Selección	Marca / Modelo de Equipo		
	Schneider / (M241-TM241CE24R + TM3AM6G)	SIEMENS / (CPU 1214C) X2	Wecon / (LX3V-1616MT-A)
Especificaciones Técnicas del equipo	Alimentación 100 - 240 V. 24 entradas digitales y 16 salidas digitales // 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas. Salida y entrada 4 - 20 mA.	Alimentación 24 V. 14 entradas (2 analógicas y 12 digitales) y 10 salidas digitales. Entradas de 0 - 10 V.	Alimentación 100 - 240 V. 16 entradas digitales y 16 salidas digitales // No posee módulo de ampliación.
Costo	S/. 2 408,00	S/. 3 077,44	S/. 691,77
Disponibilidad	Disponible a Nivel Nacional	Disponible a Nivel Nacional	Sujeto a Importación
Disponibilidad de Repuestos	5 - 7 días	7 - 10 días	7 - 10 días.
Compatibilidad con el Diseño	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente eligiendo el Controlador Schneider M241-TM241CE40R que podemos ver en la figura 43 y por consecuente el módulo de ampliación Schneider TM3AM6G, como podemos ver en la figura 44. Se eligió este controlador, debido a que tiene un rango de trabajo de 100 a 240 V y 50 a 60 Hz, lo que está dentro de nuestro rango de corriente y frecuencia de trabajo en Perú; además de tener una capacidad de 24 dispositivos de entrada y 16 dispositivos de salida, su ficha técnica se adjunta en el Anexo 20. Sin embargo, este controlador solo trabaja con dispositivos de señales digitales, por lo que para conectar nuestros sensores analógicos usaremos dos módulos de ampliación Schneider TM3AM6G.



Figura 43: Controlador Schneider M241-TM241CE40R.
Fuente: Schneider.com

Se eligió este módulo principalmente a que en nuestro software de programación (SoMachine) te da a elegir una serie de módulos de ampliación, siendo este el ideal para nuestro sistema; pues cuenta con cuatro entradas analógicas y dos salidas, analógicas también. Además de trabajar con un rango eléctrico de 4 a 20 mA, ideal para nuestro controlador principal. Se adjunta su ficha técnica en el Anexo 21.



Figura 44: Módulo de Ampliación Schneider TM3AM6G.
Fuente: Schneider.com

c) Caracterización de Variables del Controlador:

La caracterización de variables es un procedimiento por el cual se le asigna un rango de valores a una determinada variable analógica, con el fin de controlar o referenciar su valor de medida. Estos valores caracterizados se introducen en el PLC para su manipulación.

Por ejemplo: se tiene un sensor de presión (variable analógica), el cual tiene un rango de medida de 0 a 6 bar, para caracterizar esta variable se le asigna un rango de 0 (0 bar) a 60 (6 bar), queriendo nosotros que el sistema se apague cuando llegue a 4,5 bar. Así al momento de transmitir la medida de 45 (4,5 bar), el PLC lo interpretará y apagará todo en el sistema.

En nuestro sistema se ha realizado la caracterización para:

- **Variadores de Frecuencia:** Como se había mencionado, tendremos dos electrobombas de 1,5 HP y una de 0,5 HP. Y debido a que cada una de ellas tiene distinta función, tienen que funcionar a distinta potencia. Es por tal motivo que se hará una caracterización para el control de estas.

Tabla 37: Caracterización de Variadores de 1,5 HP.

Escala Asignada	Valor Real (L/min)
0	0
315	40
630	80
945	120
1 103	140
1 260	160

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla 37, tenemos los valores asignados para la caracterización del variador de frecuencia de 1,5 HP. Estos valores fueron caracterizados de esta forma, debido a que el módulo de caudal presente en el Laboratorio de Procesos Industriales cuenta con una electrobomba centrífuga de 0,5 HP, teniendo su respectiva tabla de caracterización de 0 a 420. Por tal motivo, siendo nuestra bomba de 1,5 HP (el triple), se triplicó el valor de caracterización y se adaptó el caudal.

Los valores a usar en nuestro variador de frecuencia serán: 945, en el caso del variador del filtrado. Y 1 260 en el caso del variador del variador del purgado; que vendría a ser el 96% de su capacidad máxima.

Tabla 38: Caracterización de Variador de 0,5 HP.

Escala Asignada	Valor Real (L/min)
0	0
80	0,8
2 000	20
4 000	40
6 000	60
8 000	80

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla 38, tenemos los valores asignados para la caracterización del variador de frecuencia de 0,5 HP. Estos valores fueron caracterizados de esta forma, debido a que necesitamos suministrar una cantidad muy pequeña de cloro (60 mL), por lo que se decidió caracterizar en valores grandes para poder tener un mejor control, además de que en el PLC no podemos usar decimales.

Finalmente trabajaremos con un valor en la escala de 80 (0,8 L/min), suministrando la cantidad deseada en 1,2 segundos (93 cm de tubería a una velocidad 1,02 m/s).

- **Sensores de Presión:** Como se mencionó anteriormente, tendremos dos sensores de presión analógicos que irán en las carcasas de los filtros para controlar y cuidar su integridad. Estos sensores tienen un rango de medida de 0 a 6 bar.

Tabla 39: Caracterización de Sensor de Presión.

Escala Asignada	Valor Real (bar)
4 000	0
4 667	1,4
8 000	2,4
10 000	3
15 000	4,5
20 000	6

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla 39, tenemos los valores asignados para la caracterización de los sensores de presión. Estos valores fueron asignados de acuerdo con que su intensidad de corriente eléctrica es de 4 a 20 mA; pero para poder controlar de forma más exacta se multiplicó por 1 000. Siendo el valor que usar el de 4 667 (1,4 bar) debido a que a partir de esta presión se activa un contacto para continuar la lógica.

- **Sensor de Nivel:** Como se mencionó anteriormente, usaremos un sensor de nivel para poder controlar el nivel de agua en el tanque de producto terminado. Este sensor se mide en mH₂O, y en nuestro caso cmH₂O.

Tabla 40: Caracterización de Sensor de Nivel

Escala Asignada	Valor Real (cmH ₂ O)
4 000	0
3 000	45
5 000	75
1 0000	150
15 000	225
20 000	300

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla 40, tenemos los valores asignados para la caracterización del sensor de nivel. Estos valores fueron asignados de acuerdo con que su intensidad de corriente eléctrica es de 4 a 20 mA; e igual que la caracterización anterior, se multiplicó por 1 000. Siendo el valor por usar el de 3 000 (45 cmH₂O), que es el necesario para mantener el tanque en un 75% de su capacidad máxima (60 cmH₂O).

3.3.6.2. Planos Esquemáticos del Sistema de Control

El siguiente paso en el diseño del sistema de control, es la modelación de los planos esquemáticos.

Como podemos observar en la figura 45, tenemos el plano esquemático eléctrico de nuestro sistema, contando con nuestras tres bombas y sus respectivos variadores de

frecuencia; así como también nuestro PLC, con sus contactores y bobinas. Finalmente, nuestros dos módulos de ampliación analógica y los sensores de presión y nivel.

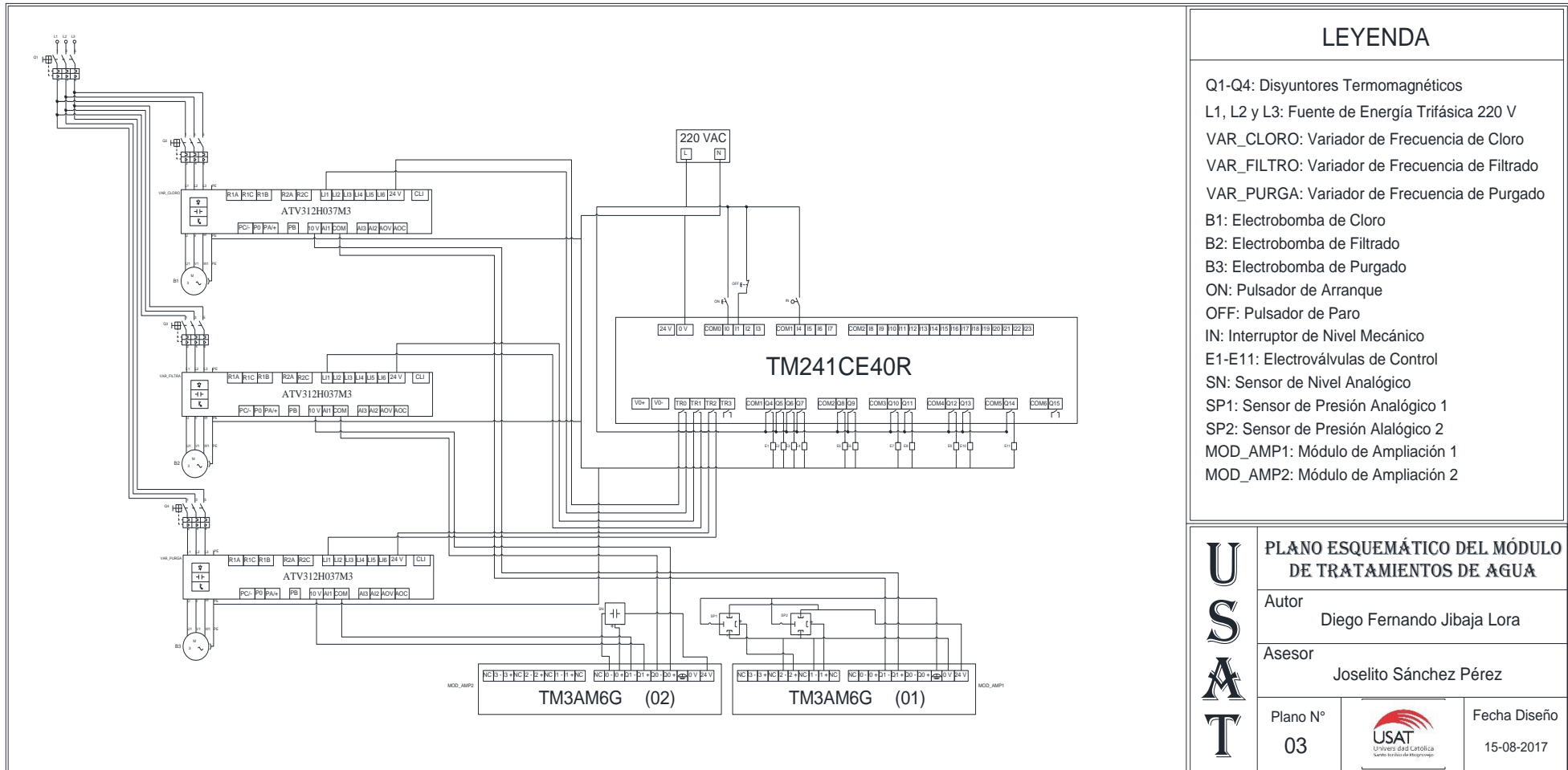


Figura 45: Plano Esquemático Eléctrico.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.6.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MÓDULO DE TRATAMIENTOS

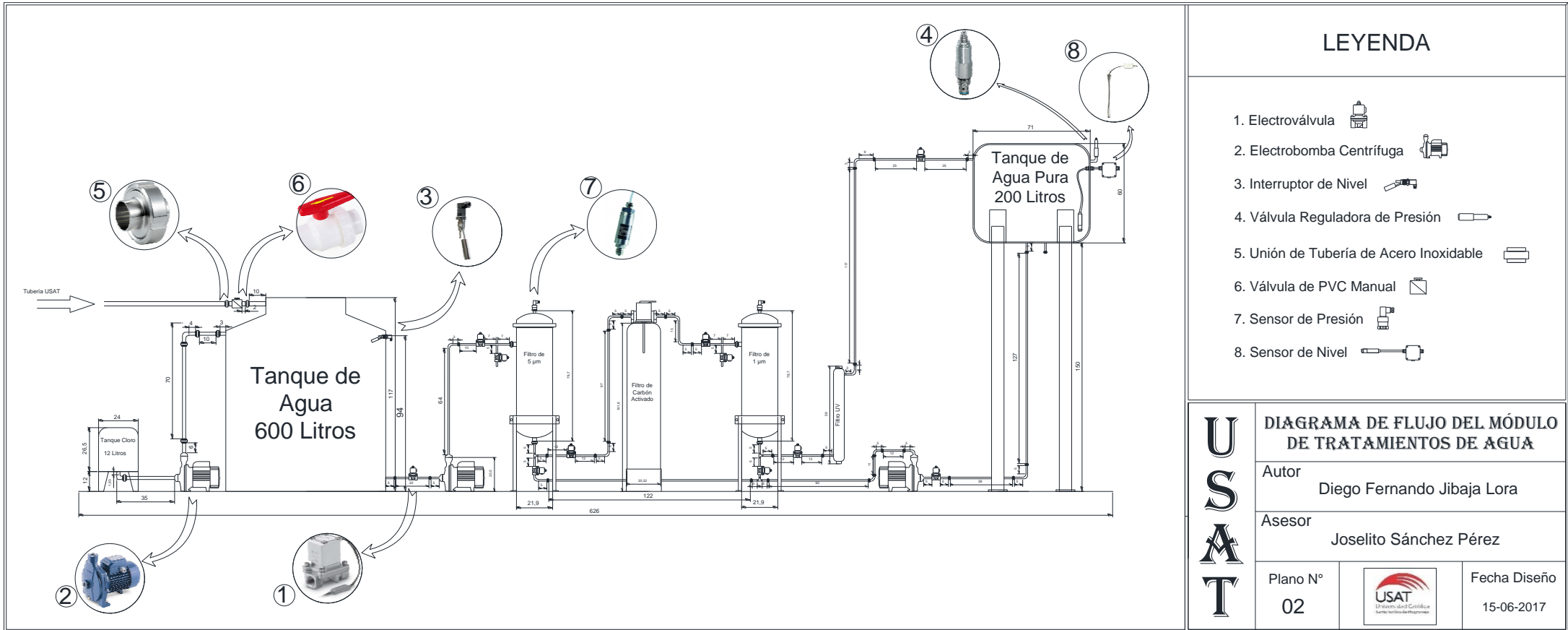


Figura 46: Diagrama en 2D del Flujo del Módulo de Tratamientos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. SIMULAR EL DISEÑO PROPUESTO

Este sistema será simulado con tres softwares:

- AutoCAD 2017: Con ayuda de este software se simulará gráficamente el diseño en 3D del módulo en cuestión.
- SoMachine 4.1: Con ayuda de este software se simulará la programación en lenguaje Ladder, para el PLC mencionado anteriormente.
- CitectSCADA 7.4: Con ayuda de este software se simulará el flujo del sistema a través de una pantalla led, que irá en el tablero eléctrico.

3.4.1. AUTOCAD

Para el desarrollo de este apartado se explicará de manera gráfica el funcionamiento del sistema, para la mayor comprensión e idea de este.

A continuación, en la figura 47, podremos observar el módulo 3D renderizado con el programa mencionado anteriormente.

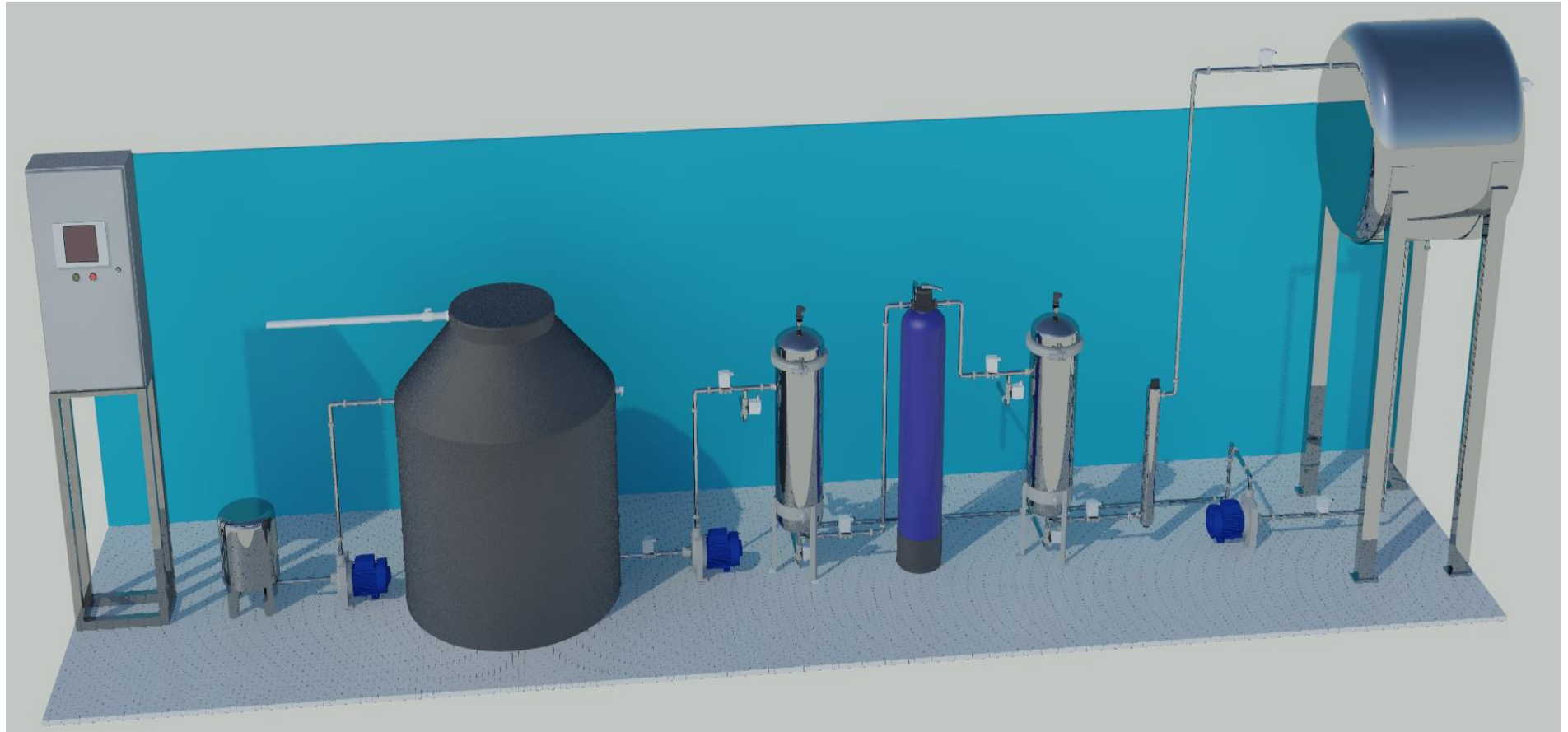


Figura 47: Módulo de Tratamientos de Agua en 3D Renderizado.

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la figura 47, tenemos el módulo renderizado en 3D con el uso del programa AutoCAD 2017. Se le añadió sombras y texturas para una mejor visualización.

A continuación, se comenzará con la explicación o simulación gráfica del sistema a través de las imágenes generadas en el AutoCAD 2017.

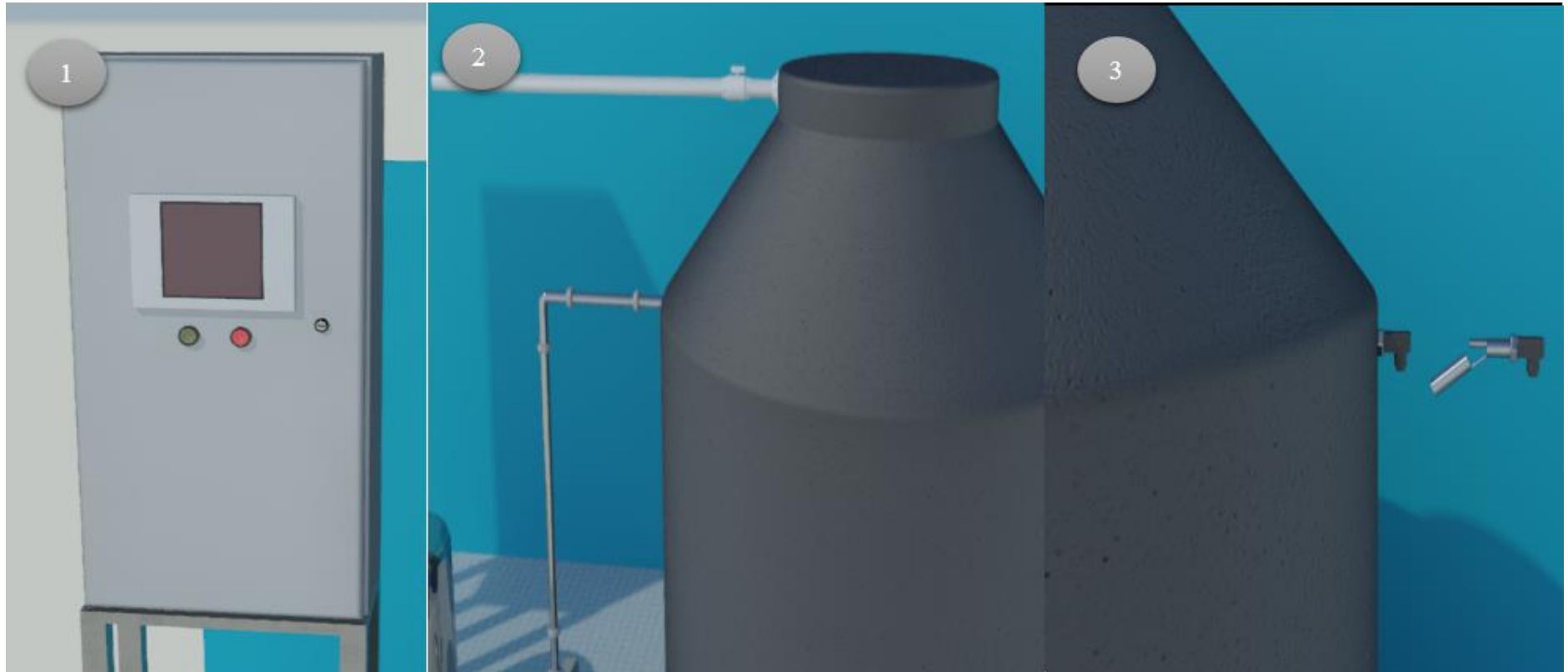


Figura 48: Simulación gráfica del sistema. Paso 1,2 y3.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 48 podemos observar que nuestro módulo inicia con el panel eléctrico, exactamente con el pulso del botón verde o de inicio. Proseguido a esto se espera que se llene el tanque de agua; continuando la lógica, nuestro interruptor de nivel detectará que el tanque está lleno.

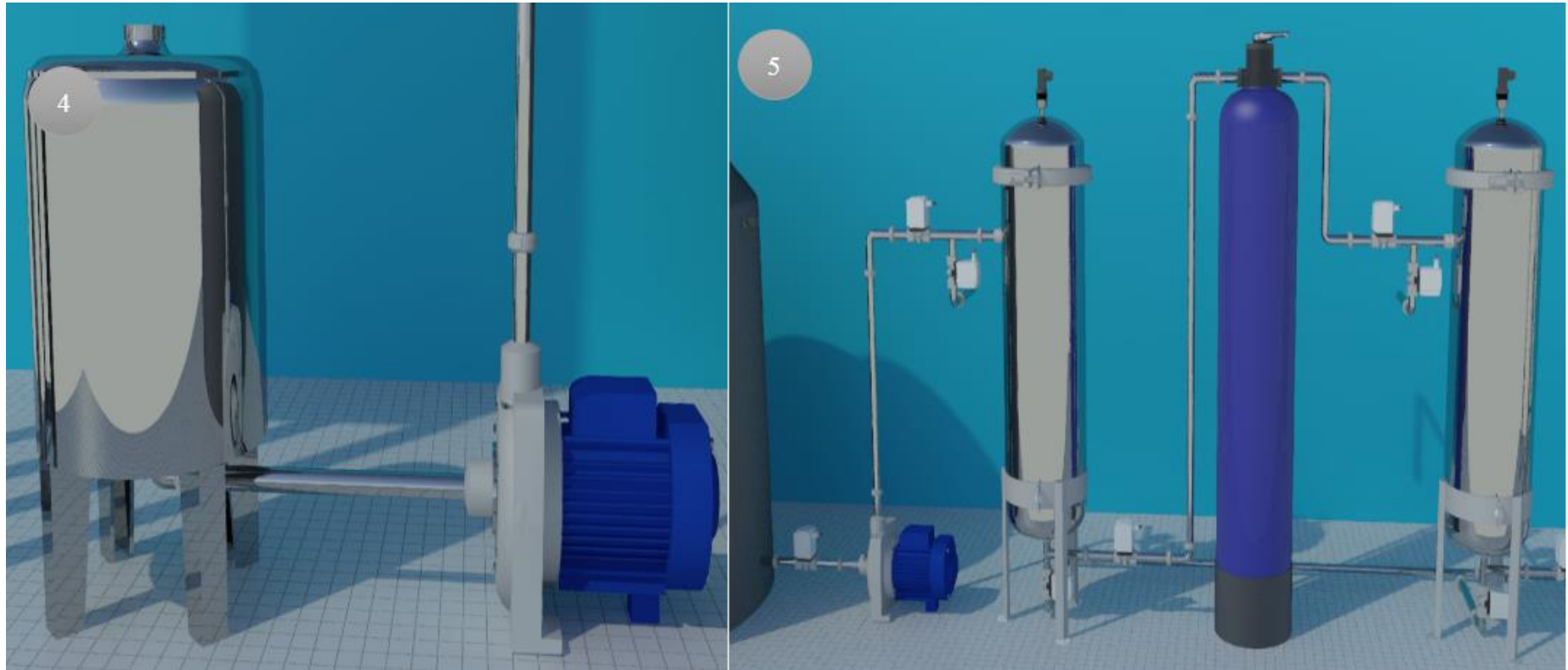


Figura 49: Simulación gráfica del sistema. Paso 4 y 5.

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la figura 49, continuamos con la lógica del sistema. Activado el interruptor de nivel, la bomba de cloro suministrará la cantidad necesaria para el clorado (60 mL). Seguido a esto, se abren las electroválvulas de filtrado y se activa la electrobomba para iniciar el filtrado del agua.

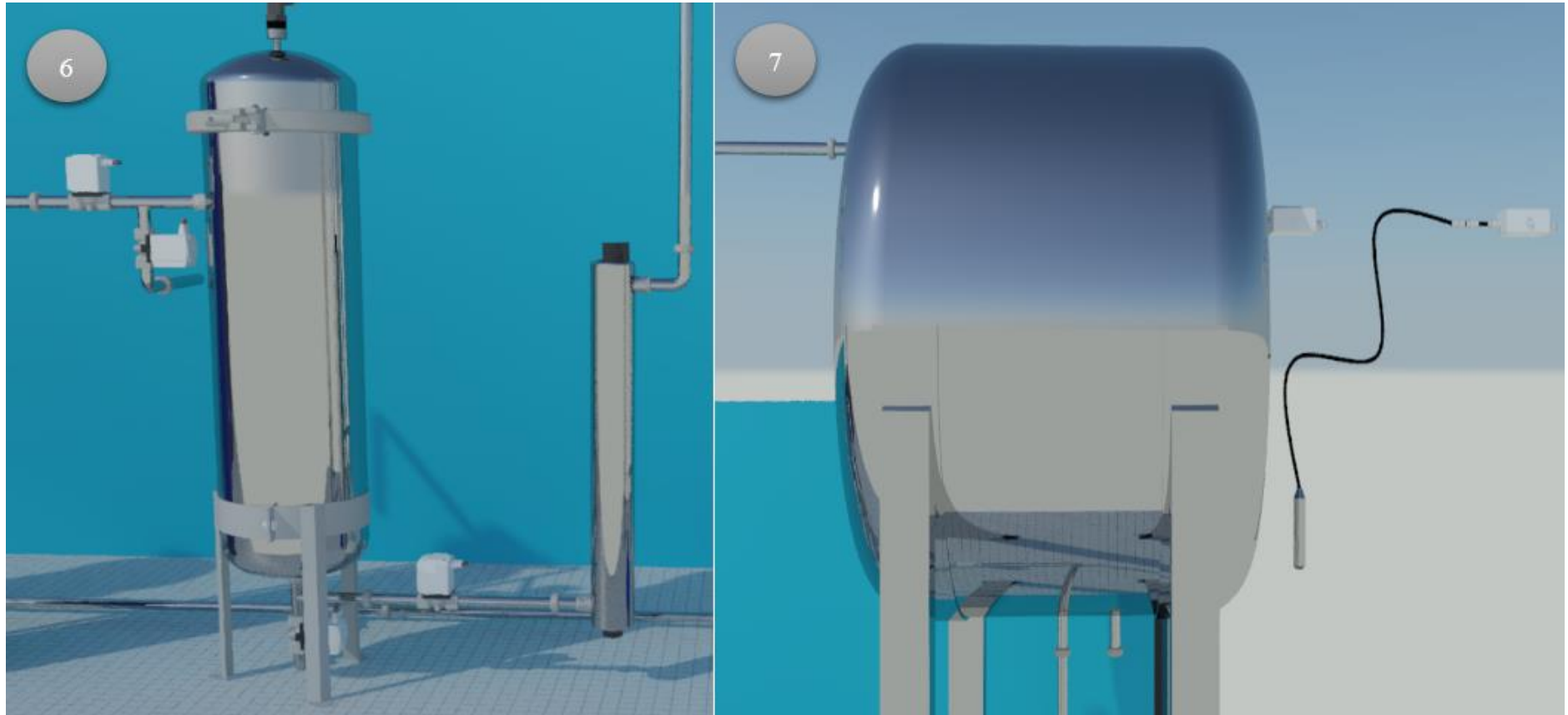


Figura 50: Simulación gráfica del sistema. Paso 6 y 7.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 50, tenemos la continuación de la lógica. Luego de terminar con el microfiltrado, se pasa por la lámpara ultravioleta y se almacena en el tanque de acero inoxidable. Un sensor de nivel analógico (paso 7) detectará cuando el tanque de agua esté lleno en un 75% de su capacidad, dando una señal para que la electrobomba de filtrado se apague.

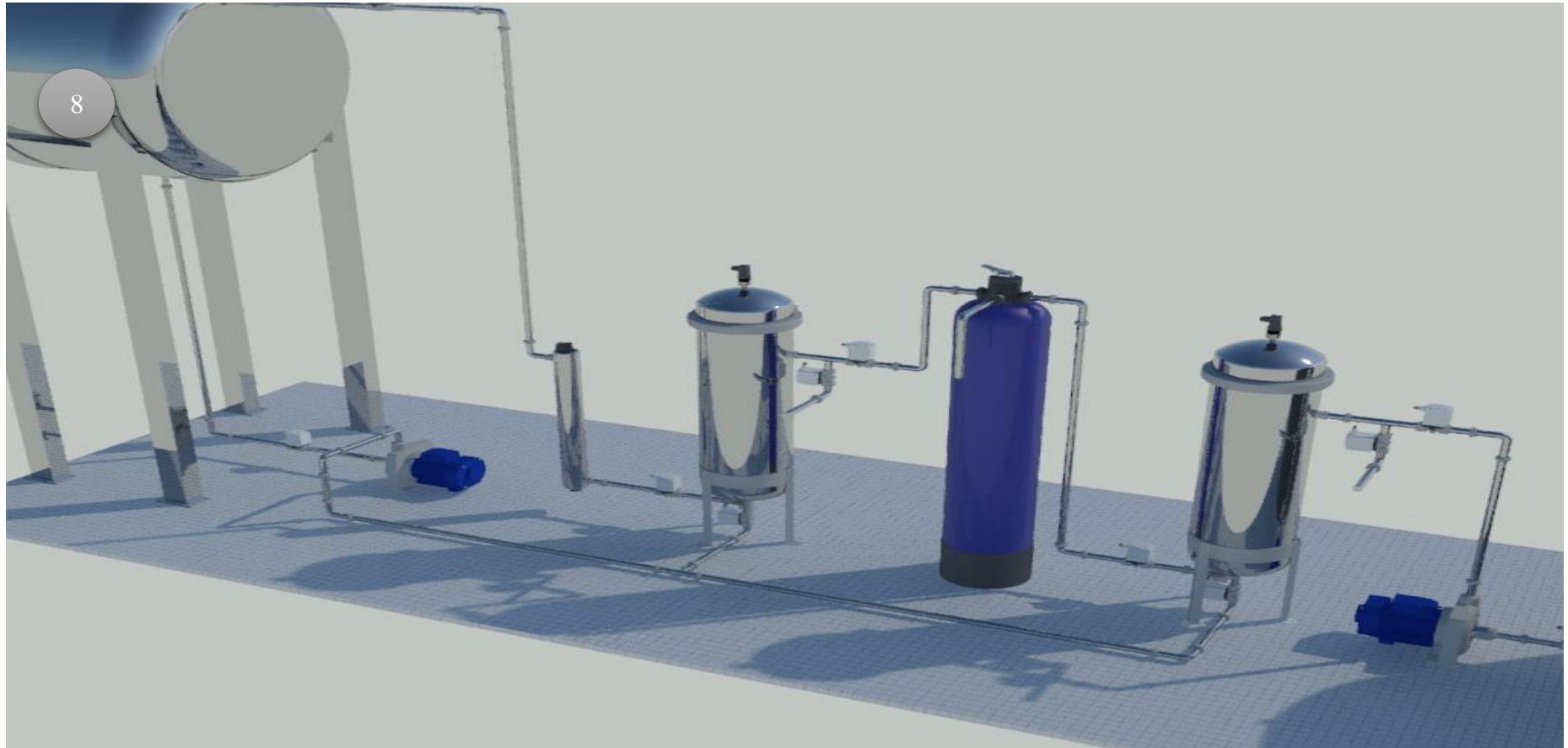


Figura 51: Simulación gráfica del sistema. Paso 8.

Fuente: Elaboración Propia.

Como observamos en la figura 51, tenemos el último paso, que consiste en el purgado de los filtros; cuando los sensores de presión (en la parte superior de los filtros) detectan que la presión en las carcasas ha bajado de 1,4 bar, se abrirán las electroválvulas y la electrobomba de purgado. Finalmente se purgarán durante 10 segundos cada filtro, para posteriormente apagarse la electrobomba y comenzar nuevamente el sistema.

Cabe resaltar finalmente, que la explicación presentada anteriormente, ha sido descrita de forma que se pueda comprender de manera general y sencilla. En el apartado “3.2.6.1.1. Sistema”, se presenta de manera detallada y concisa el desarrollo del sistema.

3.4.2. SOMACHINE

Este software, lo usaremos para programar mediante lenguaje Ladder el módulo en cuestión. A continuación

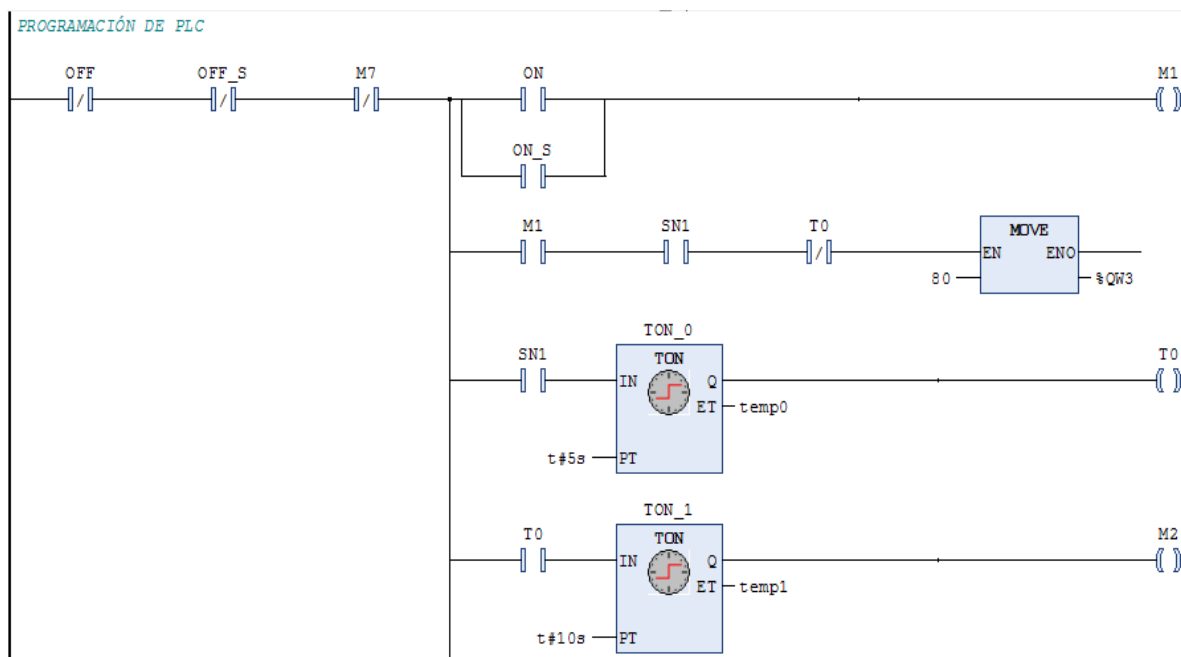


Figura 52: Programación del PLC. Parte 1.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 52, podemos observar el inicio de la programación en Ladder. Comenzamos con un pulsador físico de arranque (ON) y un pulsador digital de arranque (ON_S), este último se presentará en la pantalla SCADA. Igualmente, en su contraparte tenemos un pulsador de paro físico (OFF) y un pulsador de paro digital (OFF_S).

El pulsador de arranque activará a un relé digital (M1) que debería dar inicio a la electrobomba de cloro (QW3), sin embargo, si el sensor de nivel mecánico (SN1) no detecta que el tanque de polietileno está lleno, no permitirá que se active. Una vez el tanque esté lleno, dará inicio a la electrobomba de cloro (QW3) con una escala de potencia de 80 (de acuerdo con la caracterización del variador de 0,5 HP). El sensor de nivel mecánico (SN1), al mismo tiempo que activa la electrobomba de cloro, activa un temporizador (TON_0) que ordenará que al relé (T0) que la apague una vez suministrada la cantidad necesaria, así como también que inicie el siguiente temporizador (TON_1). Este temporizador dará una pausa de 10 segundos para que el cloro suministrado se homogenice con el agua del tanque.

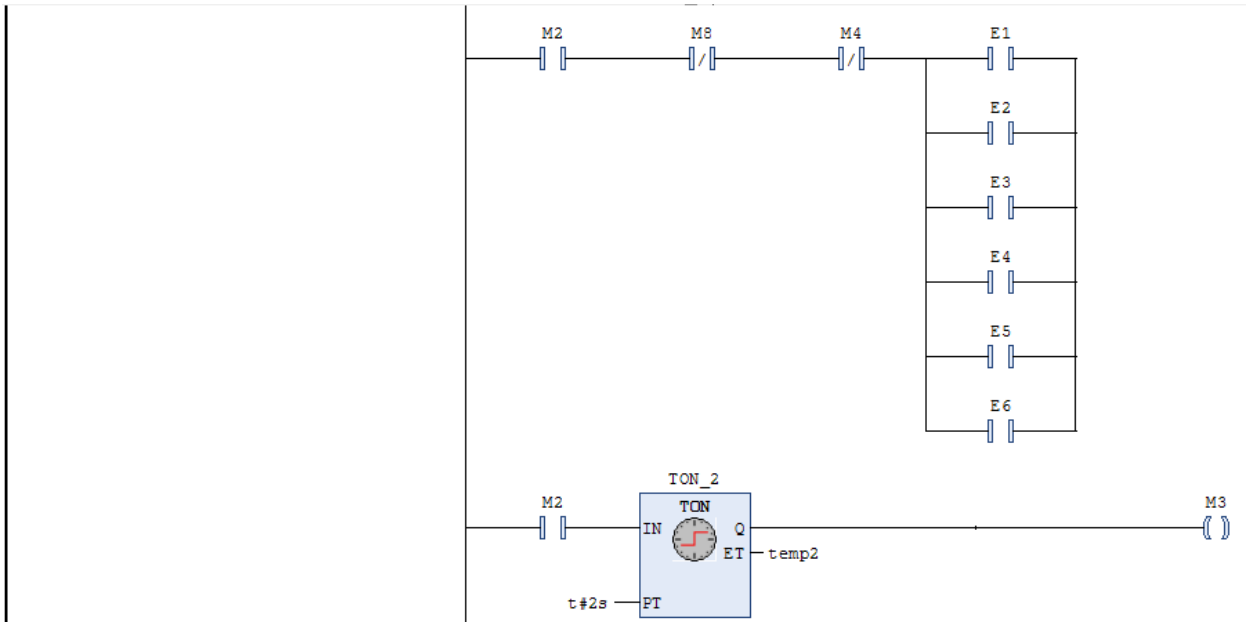


Figura 53: Programación del PLC. Parte 2.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 53, tenemos la continuación de la programación Ladder. Como vimos en la anterior figura, el temporizador “TON_1” activó el relé “M2”, que a su vez se encargará de activar las electroválvulas de filtrado (E1, E2, E3, E4, E5 y E6) y al temporizador “TON_2”. Este temporizador anteriormente mencionado se encargará de dar una pausa de 2 segundos para evitar posibles problemas de activación y finalmente activar el relé “M3”.

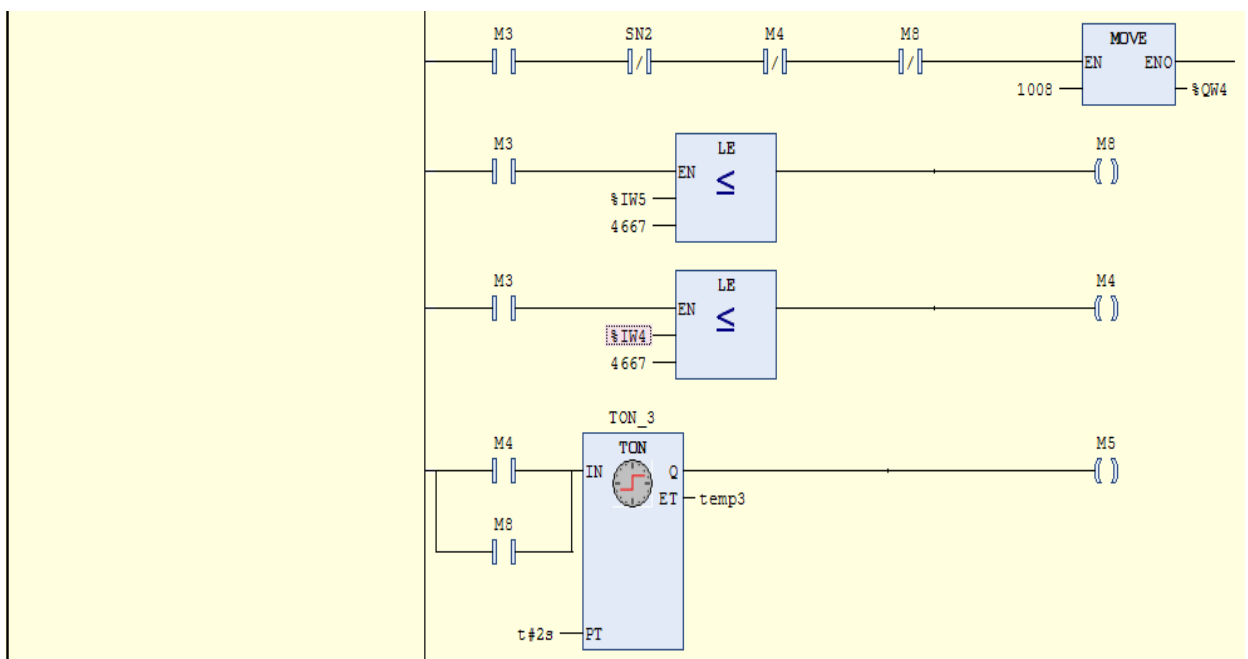


Figura 54: Programación del PLC. Parte 3.

Fuente: Elaboración Propia.

Como vemos en la figura 54, continuamos la lógica. Prosiguiendo con el relé “M3”, este deberá activar a la electrobomba de filtrado (QW4), sin embargo, tendremos

relés condicionadores. El primero será el sensor de nivel analógico (SN2) que no permitirá que la electrobomba de filtrado (QW4) se active a no ser que el tanque de agua pura esté vacío; el segundo y tercer condicionador serán los sensores de presión analógicos (IW4 y IW5), que evitarán que la electrobomba de filtrado se active mientras estos están saturados, así como también se encargarán de apagar la misma electrobomba cuando la presión de los filtros estén por debajo de 1,4 bar o 4 667 de acuerdo con la caracterización de los sensores de presión.

En el caso que ninguno de los condicionadores anteriormente mencionado esté en funcionamiento, se proseguirá con el inicio de la electrobomba de filtrado (QW4) con una potencia de 954, en la escala de caracterización del variador de 1,5 HP.

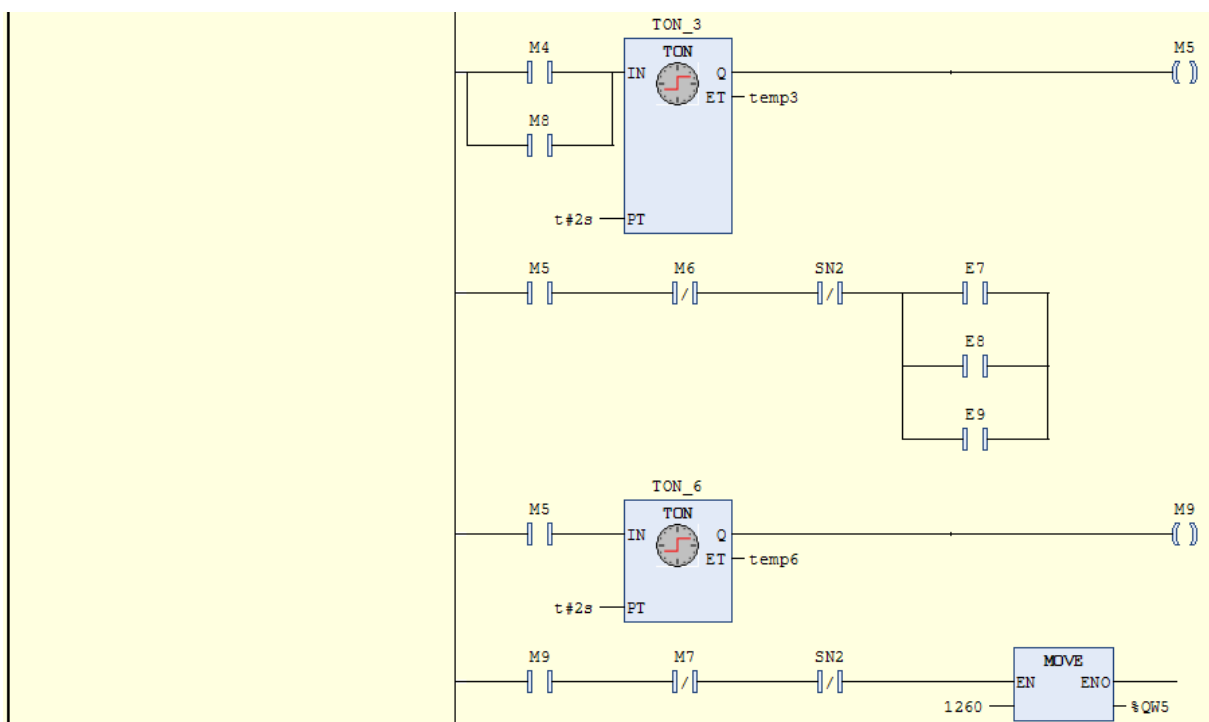


Figura 55: Programación del PLC. Parte 4.

Fuente: Elaboración Propia.

Como vemos en la figura 55, continuamos la lógica. Al activarse los relés “M4” o “M8”, da inicio a un temporizador “TON_3”, que se encargará de hacer una pausa de 2 segundos para que se cierren las electroválvulas de filtrado (E1, E2, E3, E4, E5 y E6) y se abran las electroválvulas de purgado del filtro de 5 μ (E7, E8 y E9). Seguido de esto se activa otro temporizador (TON_6), el cual activará el relé “M9” y posteriormente, dará inicio a la electrobomba de purgado (QW5). Sin embargo, en el caso de que nuestro tanque de agua pura esté vacío o por debajo de la cantidad mínima permitida, nuestro contacto del sensor de nivel analógico (SN2), evitará que se active el sistema de purgado hasta que haya agua en el antes mencionado tanque.

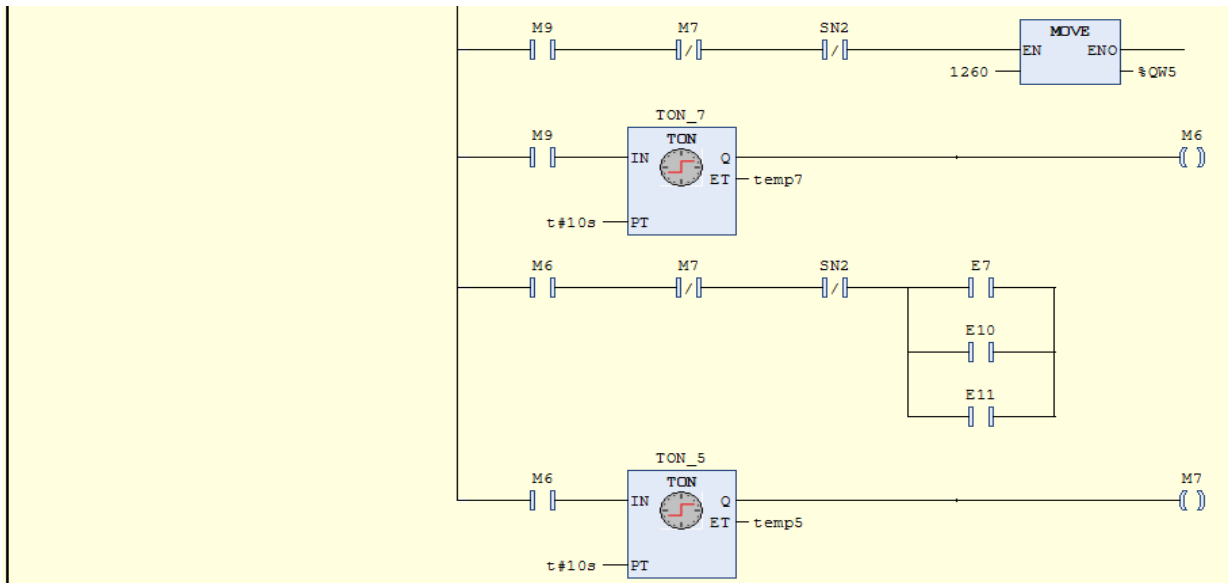


Figura 56: Programación del PLC. Parte 5.

Fuente: Elaboración Propia.

Como vemos en la figura 56, continuamos con la lógica. Como se mencionó anteriormente, el relé “M9” debía dar inicio a la electrobomba de purgado “QW5”, sin embargo, vemos un relé condicionante “M7” por lo que es necesario explicar la parte final de este apartado. El relé “M9”, a su vez activa un temporizador “TON_7”, el que se encargará de activar al relé “M6” después de 10 segundos; este relé anteriormente mencionado se encargará de cerrar las electroválvulas del filtro de 5 μ (E7, E8 y E9) y abrir las electroválvulas del filtro de 1 μ (E7, E10, E11). De igual forma que antes, tendremos el contacto (SN2), para evitar problemas. Finalmente, se esperará nuevamente 10 segundos (TON_5) y se apagará el sistema completamente.

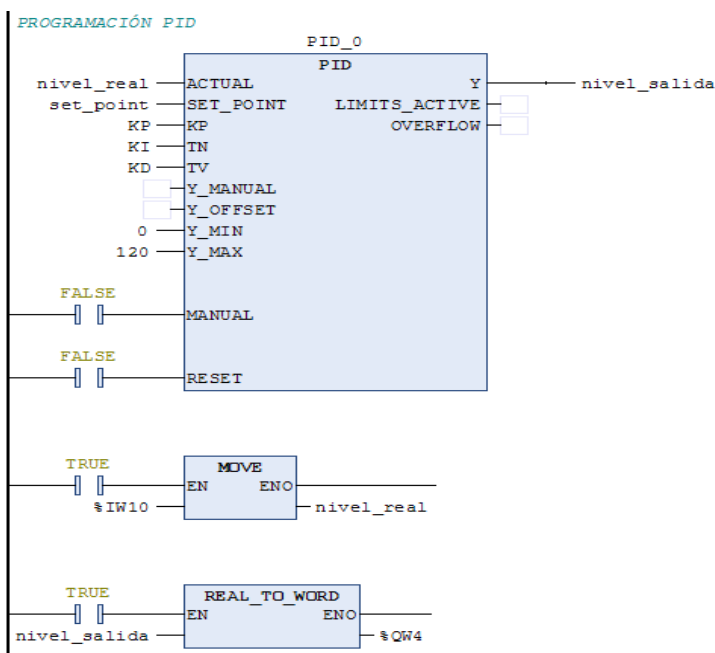


Figura 57: Programación del PID

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la figura 57, comenzamos con el apartado de la programación del PID. Como mencionamos anteriormente, lo que controlaremos mediante el sistema PID (PID_0) será el nivel, por lo que todas nuestras variables en este apartado estarán de acuerdo con esta constante. Al comenzar, vemos que tenemos un valor ACTUAL de “nivel_real”, lo que sería el valor que mide el sensor de nivel “IW10” en el tanque de agua pura. Luego tenemos un SET_POINT de “set_point”, lo que vendría a ser el valor que podremos poner en la pantalla SCADA. De la misma forma tendremos los valores del PID: KP, TN y TV o lo que serían “KP”, “KI” y “KD” (respectivamente) en la pantalla SCADA. Prosiguiendo tenemos los valores Y_MIN (0) y Y_MAX (120), que son valores determinados de manera predeterminada por el PLC. Finalmente tendremos “Y”, que es el “nivel_salida”, es decir, el valor de caracterización o potencia de la electrobomba de filtrado.

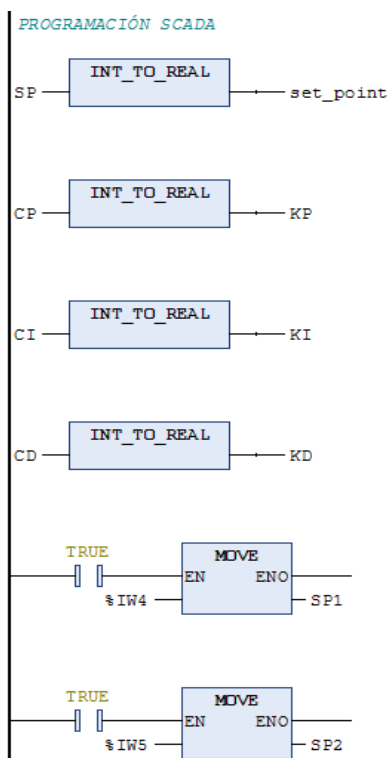


Figura 58: Programación SCADA. Parte 1.

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos ver en la figura 58, tenemos el apartado de programación del SCADA. Comenzamos con la lógica programable para el “set_point”, “KP” “KI” y “KD” de igual forma; lo que sucede en estas líneas es que, para poder manipular estas variables del PID en SCADA es necesario que tengas la denominación “INT”, y en el PID es necesario que tengan la denominación “REAL”, por lo que se usa un convertidor de denominaciones, evitando los problemas de compatibilidad en nuestro sistema SoMachine-SCADA y viceversa. Continuando, tendremos la lógica programable para los sensores presión analógicos “IW4” e “IW5”, los valores de estos sensores no serán modificables, por lo que no se usará el convertidor; la función de estas variables será puramente informativo, mostrando los valores de presión (en el caso de los sensores de presión).

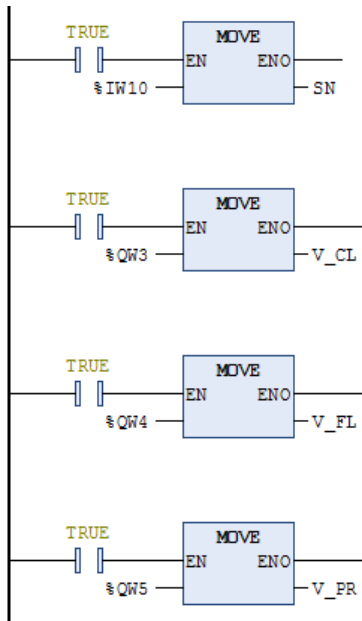


Figura 59: Programación SCADA. Parte 2.

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la figura 59, tenemos la continuación de la lógica de programación para el SCADA. Comenzamos esta parte con la lógica para el sensor de nivel analógico “IW10”, al igual que los sensores de presión anteriores, este valor será puramente informativo y no será modificable, por lo que no se usará el convertidor. Seguido a esto tenemos la lógica para los variadores de frecuencia de las electrobombas de cloro (V_CL), de filtrado (V_FL) y de purgado (V_PR); siendo estos de forma parecida que el anterior, solo que en este caso estas servirán como contactos para señalar en la pantalla de SCADA cuando están en funcionamiento y cuando están apagados.

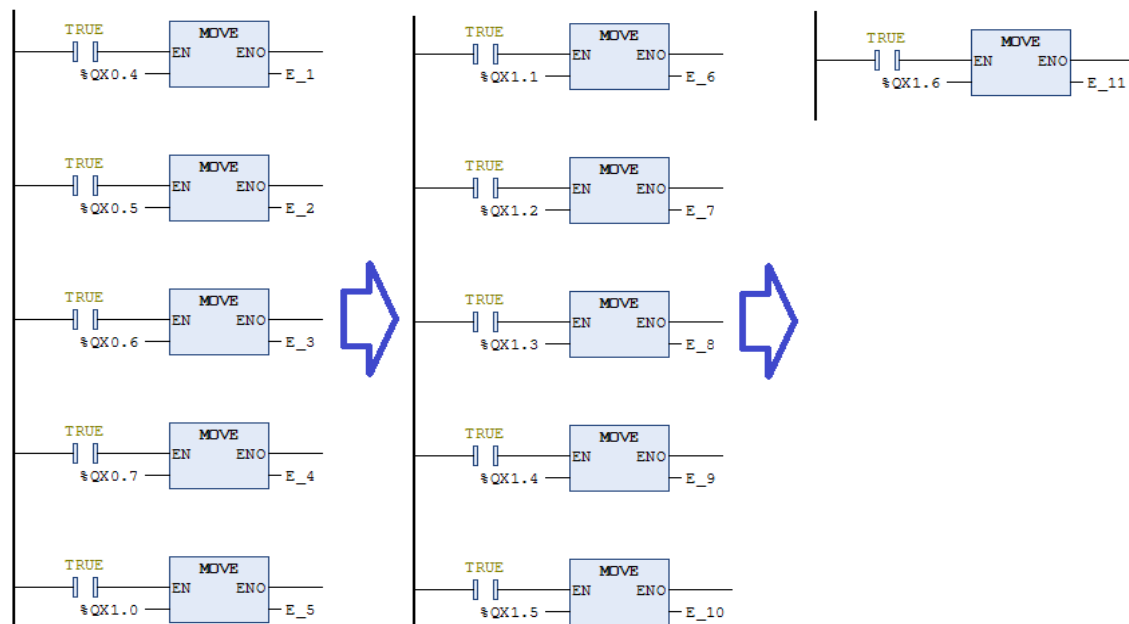


Figura 60: Programación SCADA. Parte 3.

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos ver en la figura 60, tenemos la parte final de la programación en el SoMachine. Para esta última, tenemos la programación lógica de las electrobombas (E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_10 y E_11). Al igual que con los variadores de frecuencia, estos servirán como contactos para mostrar el funcionamiento (ON/OFF) de las electroválvulas, así sabremos si está filtrando, purgando o hay algún desperfecto en alguna de ellas.

3.4.3. CITECSCADA

Este software lo usaremos para simular gráficamente el funcionamiento de la programación en LADDER del SoMachine.

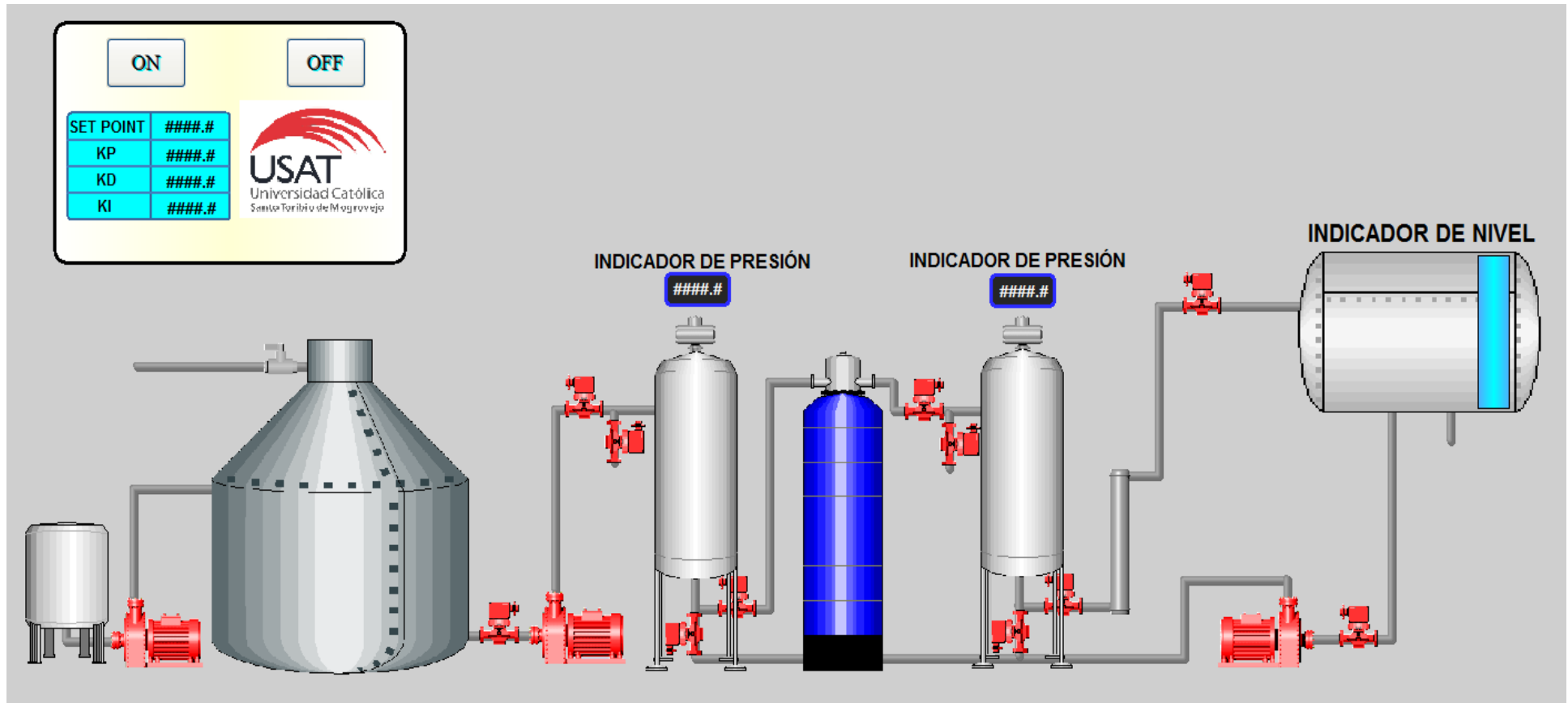


Figura 61: Presentación gráfica en Software CitecSCADA.

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la figura 61, tenemos la representación gráfica de nuestro módulo. Podemos ver los pulsadores ON y OFF, los valores modificables del Set Point (SET POINT), de la Constante Proporcional (KP), Derivada (KD) e Integral (KI). También podemos ver las tres electroválvulas en rojo, lo que significa que están apagadas; de igual forma vemos las 11 electroválvulas. En las partes superiores de los filtros vemos los indicadores de los sensores de presión. Por último, vemos en el tanque de agua pura el indicador de nivel de agua.

Tag	Value	Override Mode	Control Mode	Comment	I/O Device	Address	Eng. Zero	Eng. Full	Eng. Units	Equipment
CD		0	0		PLC2441	%MW106	-32768	32767		PLCUSAT
CI		0	0		PLC2441	%MW104	-32768	32767		PLCUSAT
CP		0	0		PLC2441	%MW102	-32768	32767		PLCUSAT
E_1		0	0		PLC2441	%MW120	-32768	32767		PLCUSAT
E_10		0	0		PLC2441	%MW138	-32768	32767		PLCUSAT
E_11		0	0		PLC2441	%MW140	-32768	32767		PLCUSAT
E_2		0	0		PLC2441	%MW122	-32768	32767		PLCUSAT
E_3		0	0		PLC2441	%MW124	-32768	32767		PLCUSAT
E_4		0	0		PLC2441	%MW126	-32768	32767		PLCUSAT
E_5		0	0		PLC2441	%MW128	-32768	32767		PLCUSAT
E_6		0	0		PLC2441	%MW130	-32768	32767		PLCUSAT
E_7		0	0		PLC2441	%MW132	-32768	32767		PLCUSAT
E_8		0	0		PLC2441	%MW134	-32768	32767		PLCUSAT
E_9		0	0		PLC2441	%MW136	-32768	32767		PLCUSAT
OFF_S		0	0		PLC2441	%MW20	-32768	32767		PLCUSAT
ON_S		0	0		PLC2441	%MW10	-32768	32767		PLCUSAT
SN		0	0		PLC2441	%MW112	-32768	32767		PLCUSAT
SP		0	0		PLC2441	%MW100	-32768	32767		PLCUSAT
SP1		0	0		PLC2441	%MW108	-32768	32767		PLCUSAT
SP2		0	0		PLC2441	%MW110	-32768	32767		PLCUSAT
V_CL		0	0		PLC2441	%MW114	-32768	32767		PLCUSAT
V_FL		0	0		PLC2441	%MW116	-32768	32767		PLCUSAT
V_PR		0	0		PLC2441	%MW118	-32768	32767		PLCUSAT

Figura 62: Cuadro de Tag de Variables.

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver en la figura 62, tenemos un cuadro con el tag de variables usadas para la programación SoMachine-CitecSCADA. Para poder crear el vínculo entre el SoMachine y el CitecSCADA, se le asigna una “dirección” que se encargará de interpretar la función del PLC en la pantalla SCADA. Por ejemplo: para que el sensor de nivel pueda mostrar el valor medido por este en tiempo real, se le asignó la dirección “%MW112” en el SoMachine y de la misma forma se le asigna en el CitecSCADA. De esta forma podemos ver lo que está midiendo el sensor de nivel en la pantalla de SCADA.

3.5. ANALISIS COSTO-BENEFICIO

En este último objetivo, se va a realizar el costeo de todos los equipos y accesorios que intervienen en el diseño del módulo. De la misma forma se realizará un análisis comparativo entre los costos generados por el tesista y otras propuestas realizadas por empresas especializadas en diseñar y elaborar estos módulos.

3.5.1. COSTO DE ADQUISICIÓN

En lo que respecta a costos de adquisición, se involucrará el valor monetario de cada equipo o accesorio. Como podemos ver a continuación en la tabla 41:

Tabla 41: Costeo de Equipos y Accesorios.

Equipos	Unidad	Cantidad	Costo Unidad (S/.)	Costo Total
Filtro de Cartucho de Polipropileno PolyKlean de 5 µm	Unidad	1	80,00	80,00
Filtro de Cartucho de Polipropileno PolyKlean de 1 µm	Unidad	1	95,00	95,00
Tanque para Carbón Activado Poly Glass Pentair 8" x 40"	Unidad	1	359,70	359,70
Carbón Activado Granular Biostat	Saco 30 Kg	1	1 350,00	1 350,00
Válvula de Control Manual Pentair 42229	Unidad	1	116,00	116,00
Filtro UV VIQUA S5Q-PA	Unidad	1	1 132,00	1 132,00
Tanque Rotoplas de 600 L	Unidad	1	370,00	370,00
Tanque de Acero Inoxidable Stainless Steel Storage de 200 L	Unidad	1	7 849,00	7 849,00
Tanque de Acero Inoxidable de 12 L	Unidad	1	981,00	981,00
Pulsador de Marcha Schneider XB5AA31	Unidad	1	39,90	39,90
Pulsador de Paro Schneider XB5AA41	Unidad	1	39,90	39,90
Válvula de Control Plástica de 1"	Unidad	1	8,00	8,00
Válvula Reguladora de Presión Festo LR 1/4 QS-10	Unidad	1	295,92	295,92
Tablero Eléctrico BYPASS Protecline TBTEV-30K	Unidad	1	835,00	835,00
Tubería de Acero Inoxidable C-304 de 3/4" (Sanitario)	Tubo 6 m	2	40,00	80,00
Unión de Tuberías de Acero Inoxidable C-304 de 3/4" (Sanitario)	Unidad	46	20,00	920,00
Te Confluencia de Ramal de 3/4" (Acero Inoxidable Sanitario C-304)	Unidad	3	3,99	11,97
Codo de 90° C-304 de 3/4" (Acero Inoxidable Sanitario)	Unidad	19	2,73	51,87
Carcasa de Filtro CUNO 1BHN1 de 40"	Unidad	2	2 640,00	5 280,00
Electroválvula SMC VXZ252JG	Unidad	11	779,14	8 595,54
Variador de Frecuencia Schneider Altivar ATV 312H037M3	Unidad	3	965,00	2 895,00
Electrobomba Centrífuga Pedrollo CP650M de 1,5 HP	Unidad	2	1 600,00	3 200,00
Electrobomba Centrífuga Pedrollo CP600 de 0,5 HP	Unidad	1	469,00	469,00
Disyuntor Schneider GV2 ME	Unidad	4	200,00	800,00
Sensor de Presión Kobold SEN 3297	Unidad	2	748,00	1 496,00
Interruptor de Nivel Kobold RFS-1200 N4	Unidad	1	799,88	799,88
Sensor de Nivel Siemens Sitrans LH100	Unidad	1	1 838,60	1 838,60
Controlador PLC Schneider M241-TM241CE24R	Unidad	1	1 126,00	1 126,00
Módulo de Ampliación Schneider TM3AM6G	Unidad	2	641,00	1 282,00
TOTAL				42 372,28

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 41, podemos observar los costos de los equipos y accesorios que se usarán para la elaboración del diseño propuesto. Podemos observar que el costo total del

módulo es de S/. 42 372,28, teniendo como equipos más caros al tanque de 200 L de acero inoxidable sanitario y el acumulado de las electroválvulas.

3.5.2. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

Para poder determinar nuestro beneficio obtenido por el módulo, nos basaremos en dos variables.

3.5.2.1. Beneficio Cualitativo

En este beneficio, encontraremos las ventajas cualitativas o no contabilizables de la implementación del módulo, como que:

- Los alumnos interactuarán con un módulo automático hecho especialmente para el aprendizaje de los tratamientos para la purificación de agua.
- Los futuros alumnos, sabrán que ha sido diseñado por un estudiante de la misma carrera, lo que les generará la confianza de que ellos también lo pueden hacer si lo desean.
- Los futuros alumnos, entenderán que la automatización no es solo de países desarrollados y que es factible hacerlo.
- Los alumnos interactuarán con un módulo familiar, ya que se ha diseñado con las mismas características de los otros módulos, lo que les resultará fácil de entender y aplicarlo.

3.5.2.2. Beneficio Cuantitativo

En este beneficio, determinaremos las ventajas cuantitativas o contabilizables de la implementación del módulo.

Básicamente nos basaremos en la diferencia de precios cotizados entre el tesista y la empresa de desarrollo de equipos industriales DEPROTEC S.A.C, como podemos ver de forma resumida a continuación:

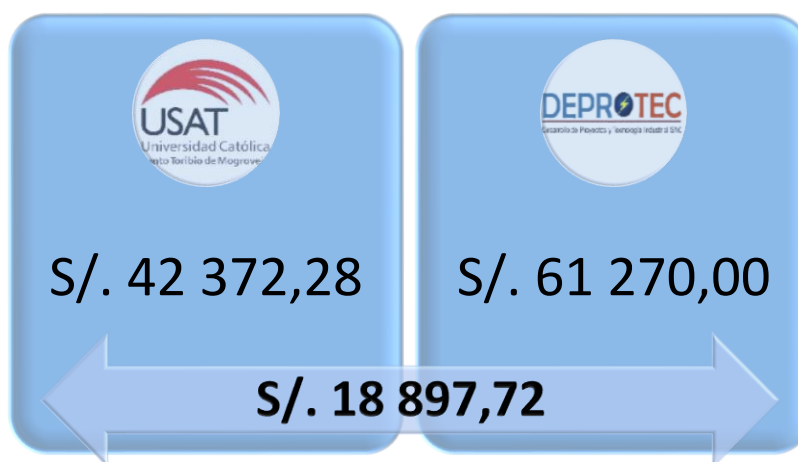


Figura 63: Comparación Económica de Cotizaciones.
Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la figura 63, tendremos dos cotizaciones con sus respectivas diferencias económicas, siendo:

1. La primera es planteada por el tesista en S/. 42 372,28, donde incluye el diseño y la compra de los equipos.
2. La segunda cotización está planteada por la empresa DEPROTEC S.A.C. en S/. 61 270 (se adjunta su cotización a detalle en el Anexo 23), donde se considera la compra de los equipos y el diseño del sistema automático (sin SCADA).

Finalmente, tendremos un beneficio económico de S/. 18 897,72, lo que nos generará un ahorro significativo al momento de implementar nuestro módulo.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Como se planteó inicialmente, se desarrolló el módulo automatizado de tratamientos de agua, con las características y especificaciones necesarias para adaptarse y complementar al módulo de llenado y envasado de líquidos como fuente de alimentación; al mismo tiempo, aportará nuevos enfoques educativos durante el desarrollo de prácticas, como sería el de tratamientos de agua.

Teniendo a continuación las conclusiones en base a los objetivos específicos.

- Se diagnosticó el estado actual de los módulos experimentales en el “Laboratorio de Procesos Industriales – USAT” y se determinó que los equipos utilizan energía trifásica a 220 V y 60 Hz, además de que todos son programados mediante el software SoMachine y CitecSCADA. A partir de este diagnóstico se observó que el módulo de llenado de líquidos carece de una fuente de alimentación de “agua pura”, por lo que nuestro módulo planteado serviría para complementarlo.
- Se realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico del agua recepcionada por el proveedor: “EPSEL”. Se realizó el análisis con la finalidad de ver las deficiencias presentadas en el agua, de acuerdo con los parámetros dados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); y a partir de estas plantear los tratamientos necesarios para integrarlo en el módulo. Teniendo finalmente deficiencias solo en los parámetros microbiológicos, que de acuerdo al “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” DS N° 031-2010-SA, se puede solucionar con un sistema de filtrado de partículas, filtrado de carbón activado, desinfección por cloración y lámpara UV.
- Se realizó el diseño automatizado para la purificación del agua de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis microbiológico y fisicoquímico. Tratamiento que incluye la cloración y radiación UV, para inactivar los microorganismos dañinos para la salud; así como filtración por cartuchos para retener sólidos suspendidos que podrían atentar con la inocuidad al momento de almacenar el agua.

- Se simuló el diseño del sistema propuesto en tres softwares: AutoCAD, SoMachine y CitecSCADA. Con el AutoCAD, se simuló el diseño físico en un dibujo renderizado en 3D, para tener una idea de cómo se verá terminado. Con el SoMachine, se programó y simuló el funcionamiento a través del lenguaje de programación Ladder, lo que ayudará a los futuros alumnos a comprender como se elabora un sistema automatizado. Finalmente, con el CitecSCADA, se simuló la parte interactiva del módulo, que es una simulación del apartado físico en base al lenguaje Ladder.
- Mediante el análisis costo – beneficio, se determinó que tendremos un ahorro financiero al momento de implementarlo, siendo este de S/. 18 897,72; pudiendo aprovechar esta diferencia en la inversión de otros campos para la mejora del servicio educativo.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para futuras investigaciones, como complementar este módulo o acoplarlo con otro existente, se debe modificar los valores del PID para que no haya incompatibilidad con el suministro de este otro módulo, o regular los valores de los variadores de frecuencia para ajustarlos a su necesidad.
- Se recomienda incentivar la investigación en el campo de los procesos PID, pues actualmente son un apartado fundamental en todos sistemas que requieran una estabilización o equilibrio automático.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UNESCO, *Conferencia Mundial de Educación Superior 2009: Las Nuevas Dinámicas de la Educación Superior y de la Investigación para el Cambio Social y el Desarrollo*. Documento presentado en la Conferencia Mundial de Educación Superior, Paris, 5-8 de julio del 2009 [En Línea]. Disponible en: http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf. [Accedido: 05-may-2016].
- [2] Rahul Gadkari *et al.*, *Water filtration using nonwoven cartridge filter system*. Department of Textile & Fibre Engineering, Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi 110 016, India. 6 de febrero 2019 [En Línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/288194590>. [Accedido: 22-feb-2021].
- [3] Carreño-Mendoza Ángela *et al.*, *Sistema de tratamiento de aguas superficiales para consumo humano en la Microcuenca del río Carrizal, Ecuador*. Revista Ciencia UNEMI. Vol. 11, N° 28, pp. 76 - 87 (Universidad Estatal de Milagro). Ecuador. Diciembre 2018 [En Línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/276552338>. [Accedido: 28-feb-2021].
- [4] Villacres Cevallos Edison *et al.*, *Sistema de medios de enseñanza tecnológicos de neumática y automatización para ingenieros*. Revista Industrial Data. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2017 [En Línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/idata.v20i1.13510>. [Accedido: 11-mar-2021].
- [5] Castillo Quiroz Gregorio *et al.*, *Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola*. Revista RITI. Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. Puebla, México. Diciembre 2019 [En Línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.011>. [Accedido: 13-mar-2021].
- [6] Vaca Varga Sergio Alejandro. *Automated greenhouse, instrumentation and fuzzy logic*. Revista Visión Electrónica. Universidad Distrital de la ciudad de Bogotá. Bogotá, Colombia. Enero del 2020 [En Línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/287211098>. [Accedido: 12-mar-2021].
- [7] Asensio Ponsa Pere y Arbós Vilanova Ramon, *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Computación y Control. Ediciones UPC. Barcelona, España. 2005.
- [8] MICRO, *Controlador Lógico Programable (PLC)*, (documento presentado en el Curso 061 de Electrónica, Instituto Vasco). Argentina. Octubre del 2014 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/qXLo54>. [Accedido: 25-may-2016].

- [9] Dider Giraldo, Diego A. Mejia, Alexander Molina, *Control PID Autosintonizado Usando Identificación en Línea y Modelo de Referencia*, Vol. 1. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. 2003 [En Línea]. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7489/4489>. [Accedido: 01-may-2018].
- [10] MICRO, *Introducción a la Neumática*, (documento presentado en el Curso 021 de Neumática, Casa Matriz Wilde). Argentina. Julio de 2014 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/qcJcS6>. [Accedido: 25-may-2016].
- [11] Torres Medina Fernando y Jara Bravo Carlos, *Sensores y Detectores*, Innovación Educativa en Automática. 2011 [En Línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/18433>. [Accedido: 25-may-2016].
- [12] Luis Felipe Acebes, *Introducción a los Sistemas de Control*. Control Digital. 2000 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/VP3jAQ>. [Accedido: 07-Sep-2017].
- [13] Moreno M., *Controlador Lógico Programable (PLC)*. Curso 061. Automatización Micromecánica S.A.I.C. Buenos Aires, Argentina. 2014 [En Línea]. Disponible en: <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>. [Accedido: 22-Sep2017].
- [14] José Luis Rodríguez Pérez, *Conceptos Básicos y Terminología de Control*. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Febrero del 2013 [En Línea]. Disponible en: <http://www.unet.edu.ve/~jlrodriguezp/ctrlterm.pdf>. [Accedido: 07-Sep-2017].
- [15] Francisco José Jimenez Montero, *Sensores y Actuadores*. Ciclo Formativo de Grado Medio de Instalaciones Electrotécnicas. Málaga, España. Enero del 2007 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/ptXUj9>. [Accedido: 15-Sep-2017].
- [16] Organización Mundial de la Salud, *Guías para la calidad del agua potable*. Primer Apéndice a la Tercera Edición. 2008 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/10Dc8S>. [Accedido: 18-oct-2016].
- [17] Chávez de Allain AM, *Índices e Indicadores Ambientales*. Aspectos físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos de la contaminación de aguas. Universidad de Piura. Lima, Perú. 2007.
- [18] Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), *INFORME N° 001860-2010/DEPA-APRHI/DIGESA*. “Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio N° 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de 2009”. Lima, Perú. 2010 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/qHwfTY>. [Accedido: 18-oct-2016].

- [19] Mendoza Huerta Leonardo, *Métodos para Purificar el Agua*. Día mundial del agua. Revista Consumidor, Pág. 40-43. 2004 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/A93B9v>. [Accedido: 24-may-2016].
- [20] Lenntech, *FAQ de los pasos de la purificación del agua*. 2010 [En Línea]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/pasos-en-purificacion-del-agua.htm>. [Accedido: 24-may-2016].
- [21] Orellana Jorge. *Ingeniería Sanitaria*. “Tratamiento de las Aguas”. 2005 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/Ed12Tb>. [Accedido: 25-may-2016].
- [22] Centro de Estudios de Opinión, *Las Características de los Sondeos de Opinión Pública*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Centro de Estudios de Opinión. 2001 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/i4H2Ex>. [Accedido: 26-may-2016].
- [23] Ministerio de Salud, *Reglamento de la Calidad del Agua para el Consumo Humano*, Dirección General de Salud Ambiental, Perú. 2011 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/Tdrsof>. [Accedido: 28-may-2016].
- [24] Academia Nacional de Ciencias, *Cloración*. “El Agua Potable Segura es Esencial”. 2016 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/G1VED3>. [Accedido: 28-may-2016].
- [25] Wright H. B. y Cairns W. L., *Desinfección de agua por medio de luz ultravioleta*. Trojan Technologies Inc. 3020 Gore Road, London, Ontario, Canadá. 2004 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/cHY29A>. [Accedido: 12-feb-2017].
- [26] Posada Paulino, *PCPI – Fontanería*. Materiales Tuberías. Mayo del 2010 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/QxCz62>. [Accedido: 30-nov-2016].
- [27] Kleber Janampa Quispe, *Dinámica de Fluidos*. Física II, Ingeniería de Civil. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 2013 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/6YE82J>. [Accedido: 04-dic-2016].
- [28] Virginia Mazzone, *Controladores PID*. Control Automático 1. Universidad Nacional de Quilmes. Argentina. Marzo del 2002 [En Línea]. Disponible en: <https://goo.gl/EEFuCz>. [Accedido: 15-sep-2017].
- [29] Robert L. Mott. *Mecánica de Fluidos*. Sexta Edición. Universidad de Dayton. México. 2006.

VI. ANEXOS

Anexo 01. Carta de aceptación de datos USAT.

Chiclayo, 08 de Junio de 2016

FI – CP-643-EII

ING. JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ
RESPONSABLE
LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES USAT

Presente.-

En respuesta a la solicitud N° 0134901 y por encargo del Señor Decano de la Facultad de Ingeniería me dirijo a usted para saludarlo y, a la vez, presentarle a:

Código Universitario

JIBAJA LORA, DIEGO FERNANDO 102IA22810

Estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, quien solicita autorización para realizar su tema de Tesis, en el Laboratorio del cual usted es responsable y por ende, los permisos necesarios para acceder a la información e instalaciones del mismo.

Por la deferente atención que brinde a la presente, le anticipo mi agradecimiento y hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Mgtr. Sonia Salazar Zegarra
Escuela Ingeniería Industrial
Directora



ESCUELA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Anexo 02. Encuesta de estado de experiencias con los módulos actuales y nivel de aceptación para el módulo propuesto

**NIVEL DE ACEPTACIÓN PARA UN NUEVO MÓDULO EN EL
LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES - USAT**

Llene la encuesta de forma honesta y sincera de acuerdo a su experiencia en la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales. Los datos personales recabados son para demostrar la veracidad de la encuesta, más no serán publicados; solo los resultados analizados serán usados con fines académicos.

Nombre y Apellido:

Código Universitario:

1. ¿Cree usted que los módulos automatizados ayudaron a su aprendizaje de la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales?
 Sí
 No

2. De ser su respuesta sí, ¿qué tanto la facilitó el aprendizaje?
 Mucho
 Regular
 Poco

3. ¿Diría usted que los módulos automatizados son importantes para el aprendizaje de la asignatura?
 Sí
 No

4. En general, ¿qué tan buena fue su experiencia en la interacción con los módulos automatizados?
 Muy buena
 Buena
 Regular
 Mala

5. ¿Le interesaría aprender el proceso de purificación de agua?
 Sí
 No

6. ¿Cree usted que sería académicamente bueno implementar un módulo de tratamientos de agua en el Laboratorio de Procesos Industriales?

- Sí
- No

7. Si usted llevara un curso de automatización de procesos, ¿qué tanto le interesaría interactuar con este módulo?

- Mucho
- Regular
- Poco

Anexo 03. Instrucciones generales del laboratorio Cerper S.A. para la toma de muestras de agua del Laboratorio de Procesos Industriales – USAT.

INSTRUCCIONES GENERALES DE MUESTREO

“La presente es una guía de buenas prácticas y generalidades para la toma de muestra; no es su función reemplazar a los protocolos o normativas de muestreo vigentes. Tampoco es válida para certificar el muestreo y al muestreador. El usuario es libre de escoger la mejor disposición de su muestra prototipo.”

Indicaciones Generales:

- ✓ Antes de tomar la muestra debe rotular el frasco con el nombre exacto del punto de muestreo; puede agregar fecha y hora; luego de ello es recomendable proteger el rótulo con cinta de embalaje transparente.
- ✓ La persona que tome la muestra debe proceder primero al lavado de manos y luego a la desinfección de las mismas con alcohol. No debe llevar consigo alhajas ni reloj, de ser posible cubrirse la boca (mascarilla).
- ✓ Cuando se toma la muestra de un grifo/llave de agua es recomendable quitar los accesorios externos, como boquillas contra salpicaduras, tubos de goma, mangueras, etc. y de ser posible desinfectar con alcohol para luego dejar correr el agua durante 5 minutos como mínimo.
- ✓ No enrase los envases con la muestra: siempre deje 1.5 a 2 cm. de espacio libre en la botella.

No manipular los envases ni abrirlos con la boca.

COLIFORMES TOTALES / COLIFORMES TERMOTOLERANTES / RECUENTO DE HETEROTROFOS (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso, esterilizados.
- ✓ Tomar 1 Litros de muestra en el frasco plástico rotulado con “COLIFORMES TOTALES, COLI. TERMOTOLERANTES, RECUENTO DE HETEROTROFOS”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

ESCHERICHIA COLI (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso, esterilizados.
- ✓ Tomar 1 Litros de muestra en el frasco plástico rotulado con “ESCHERICHIA COLI”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

PROTOZOARIOS PATOGENOS (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso, esterilizados.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “PROTOZOARIOS PATOGENOS”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

HUEVOS DE HELMINTOS (02 FRASCOS)

- ✓ Envase de plástico de primer uso, esterilizados.
- ✓ Tomar 2 Litros de muestra en el frasco plástico rotulado con “LARVAS / HUEVOS”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

OLOR / SABOR (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “OLOR, SABOR, COLOR”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

COLOR / TURBIDEZ / PH / CONDUCTIVIDAD (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “COLOR, TURBIDEZ / PH / CONDUCTIVIDAD”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

SOLIDOS DISUELTOS / DUREZA TOTAL / CLORO RESIDUAL (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “SOLIDOS DISUELTOS / DUREZA TOTAL / CLORO RESIDUAL”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

ANIONES POR CROMATOGRAFIA IONICA (Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Nitritos, Fluoruros, Clorito, Clorato) - (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico de primer uso.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “ANIONES POR CROMATOGRAFIA”, enrazar, cerrar y colocar en la caja de muestras.

NITROGENO AMONIAL (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico preservado con ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- ✓ NO OPERAR ENVASE SIN PROTECCION, manipularlo con guantes de goma y mascarilla.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “NITROGENO AMONIAL”, cerrar y colocar en la caja de muestras.

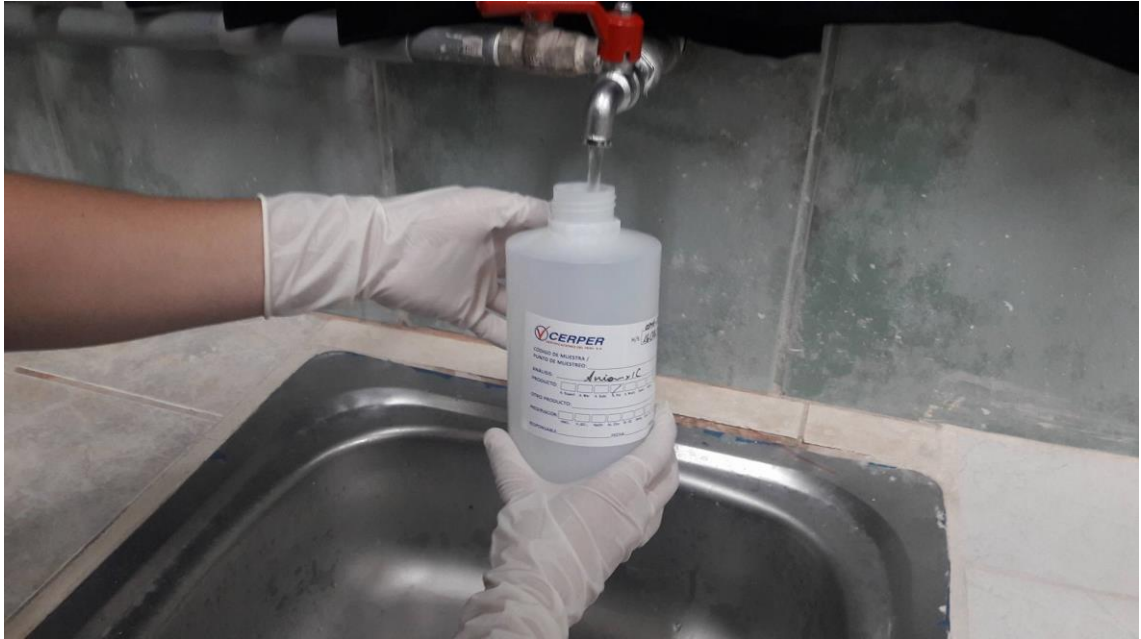
CIANURO TOTAL (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico preservado con hidróxido de Sodio (NaOH).
- ✓ NO OPERAR ENVASE SIN PROTECCION, manipularlo con guantes de goma y mascarilla.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “CIANURO TOTAL”, cerrar y colocar en la caja de muestras.

METALES POR ICP/MS (01 FRASCO)

- ✓ Envase de plástico preservado con ácido nítrico (HNO_3).
- ✓ NO OPERAR ENVASE SIN PROTECCION, manipularlo con guantes de goma y mascarilla.
- ✓ Tomar 1 Litro de muestra en el frasco plástico rotulado con “METALES POR ICP/MS”, cerrar y colocar en la caja de muestras.

Anexo 04. Evidencia de toma de muestra



Anexo 05. Resultados entregados por el laboratorio Cerper S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003

**INFORME DE ENSAYO N° 3-22559/16**

Pág. 1/4

Solicitante : JIBAJA LORA, DIEGO FERNANDO.
 Domicilio Legal : Mz. L Lote 15 Urb. La Plata - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque
 Producto Declarado : AGUA POTABLE
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 13,0 L.
Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado y refrigerado.
 Identificación de la muestra : LUGAR DE TOMA DE MUESTRA: LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES,
 USAT (UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO)
 FUENTE DE ORIGEN DE AGUA POTABLE: EPSEL - CISTERNA USAT - LABORATORIO
 DE PROCESOS INDUSTRIALES
 Fecha de recepción : 2016 - 10 - 22
 Fecha de inicio del ensayo : 2016 - 10 - 22
 Fecha de término del ensayo : 2016 - 11 - 02
 Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / Toxinas e Hidrobiología / Físico Sensorial / Microbiología
 Identificada con : H/S 16016597 (EXMA-22214-2016)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita

Análisis Microbiológico:

Ensayos	Resultados
Coliformes totales (UFC/100mL)	< 1
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	< 1
Enumeración de bacterias <i>Escherichia coli</i> (UFC/250mL)	< 1 estimado
Recuento de heterótrofos en placa (UFC/mL)	3 200
Colifagos (Virus) (UFP/mL)	< 1 estimado

UFP: Unidad Formadora de Placas

Análisis Físico Químico:

Ensayos	Resultados	
Sólidos disueltos totales (mg/L) (LD: 2,5 mg/L)	647,0	
Nitrógeno Amoniacal (mg/L) (LD: 0,02 mg/L)	0,021	
Turbiedad (NTU) (LD: 1,00 NTU)	< 1	
Dureza total (mg CaCO ₃ /L) (LD: 1,00 mg CaCO ₃ /L)	157,2	
Color (UC) (LD: 1,00 UC)	1,14	
Conductividad (µS/cm)	1 056	
pH	8,13	
Aniones por Cromatografía Iónica	Cloruro (mg/L) (LD: 0,08 mg/L)	77,74
	Sulfato (mg/L) (LD: 0,08 mg/L)	142,5

LD: Límite de detección



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos IE Av. Panamericana
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 3-22559/16

Metales totales por ICP-MS:

Pág. 2/4

Ensayos	Resultados
Litio (mg/L) (LD: 0,00025 mg/L)	0,014
Berilio (mg/L) (LD: 0,00015 mg/L)	< 0,00015
Boro (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	0,3700
Sodio (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	175,7
Magnesio (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	7,438
Aluminio (mg/L) (LD: 0,0025 mg/L)	0,1205
Silicio (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	14,00
Fosforo (mg/L) (LD: 0,1 mg/L)	< 0,100
Potasio (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	1,420
Calcio (mg/L) (LD: 0,1 mg/L)	51,99
Titanio (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	0,00890
Vanadio (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	0,00826
Cromo (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	< 0,00050
Manganeso (mg/L) (LD: 0,00025 mg/L)	0,00805
Hierro (mg/L) (LD: 0,01 mg/L)	< 0,0100
Cobalto (mg/L) (LD: 0,0003 mg/L)	< 0,00030
Niquel (mg/L) (LD: 0,00035 mg/L)	< 0,00035
Cobre (mg/L) (LD: 0,00030 mg/L)	0,00673
Zinc (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	0,0045
Arsénico (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	0,00708
Selenio (mg/L) (LD: 0,001 mg/L)	< 0,0010
Estroncio (mg/L) (LD: 0,00045 mg/L)	0,3513
Molibdeno (mg/L) (LD: 0,0002 mg/L)	0,00420
Plata (mg/L) (LD: 0,00005 mg/L)	< 0,00005
Cadmio (mg/L) (LD: 0,00005 mg/L)	< 0,000050
Estaño (mg/L) (LD: 0,00025 mg/L)	< 0,00025
Antimonio (mg/L) (LD: 0,0002 mg/L)	< 0,00020
Teluro (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	< 0,00050
Bario (mg/L) (LD: 0,00015 mg/L)	0,03292
Wolframio (mg/L) (LD: 0,00050 mg/L)	< 0,00050
Mercurio (mg/L) (LD: 0,00005 mg/L)	< 0,00005
Talio (mg/L) (LD: 0,00016 mg/L)	< 0,00016
Piomo (mg/L) (LD: 0,00020 mg/L)	< 0,00020
Bismuto (mg/L) (LD: 0,00250 mg/L)	< 0,00250
Uranio (mg/L) (LD: 0,00005 mg/L)	< 0,00005

LD: Límite de detección



CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos IE Av. Panamericana
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

INFORME DE ENSAYO N° 3-22559/16

Pág. 3/4

Análisis Sensorial:

ENSAYOS (PROPIEDADES)	ESCALA DE RESPUESTAS			RESULTADOS
	3: Calidad deseable	2: Calidad tolerable	1: Calidad negativa	
OLOR	ACEPTABLE	INFENSIVO	NO ACEPTABLE	3 ACEPTABLE
SABOR	ACEPTABLE	INFENSIVO	NO ACEPTABLE	3 ACEPTABLE

Análisis Hidrobiológico:
Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
HELMINTOS	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus sp.</i>	< 1
		<i>Schistosoma sp.</i>	< 1
		<i>Clonorchis sp.</i>	< 1
		<i>Echinostoma sp.</i>	< 1
	Cestoda	<i>Taenia sp.</i>	< 1
		<i>Dipylidium sp.</i>	< 1
		<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1
		<i>Diphyllobothrium sp.</i>	< 1
		<i>Ascaris sp.</i>	< 1
	Nematoda	<i>Ancylostoma sp / Necator sp.</i>	< 1
		<i>Trichuris sp.</i>	< 1
		<i>Capillaria sp.</i>	< 1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	< 1
		<i>Strongyloides sp.</i>	< 1
		<i>Enterobius sp.</i>	< 1
		<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1
		Acanthocephala	

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos.
 El método no incluye la detección de larvas de helmintos, estos son reportados en Determinación de Nematodos

(*)Protozoarios Patógenos:

GRUPO	ORGANISMOS	REPORTE		RESULTADO (Organismos/L)
		ESPECIE	ESTADÍO	
PROTOZOARIOS	Amebas	<i>Entamoeba sp.</i>	-----	< 1
		<i>Endolimax sp.</i>	-----	
		<i>Blastocystis sp.</i>	-----	
		<i>Iodamoeba sp.</i>	-----	
		<i>Acanthamoeba sp.</i>	-----	
	Flagelados	<i>Chilomastix sp.</i>	-----	< 1
		<i>Giardia sp.</i>	-----	
	Ciliados	<i>Balantidium sp.</i>	-----	< 1
	Esporozoarios	<i>Isospora sp.</i>	-----	< 1
		<i>Cryptosporidium sp.</i>	-----	

Nota: < 1 equivale a que no se encontró quiste u ooquiste.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA*

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FITOPLANCTON POR MICROSCOPIO INVERTIDO

TAXA / GRUPO / ESPECIE	RESULTADOS	
	DENSIDAD (Organismos/mL)	DENSIDAD (Organismos/L)
ALGAS (Total de Fitoplancton)	25,037	25 037

Observación: Presencia de detritus.
 (Organismos/mL): Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2, c.1, 22nd Ed. 2012. Plankton Concentration Techniques Phytoplankton Counting Techniques.
 (Organismos/L): Expresión de resultados según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SAJ / DS N° 015-2015-MINAM



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

PIURA
 Urb. Angamos IE Av. Panamericana
 Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

INFORME DE ENSAYO N° 3-22559/16

Pág. 4/4

DETERMINACIÓN DE NEMATODOS

Ensayo	Resultado
Determinación de nemátodos (Organismos/L)	< 1

Nota: < 1 Equivale a que no se encontró nematodos en ninguno de sus estadios evolutivos, incluye larvas de helmintos.

DETERMINACIÓN DE ZOOPLANCTON

TAXÓN	ESTADIO	RESULTADOS
		Organismos / L
PROTOZOARIOS (no patógenos)	...	< 1
ROTÍFEROS	...	< 1
COPEPODOS	...	< 1

Observación: Presencia de detritus.
 < 1 Equivale a 0 Organismos/L

Métodos:

Coliformes totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9221 B, 22 nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes termotolerantes: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 22nd Ed. 2012. 2 Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
Enumeración de bacterias *Escherichia coli*: ISO 9308-1:2014. Water quality - Enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria - Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora
Recuento de heterótrofos en placa: SMEWW-APHA AWWA-WEF, Part 9215 B, 22 nd. Ed. 2012. Heterotrophic Plate count. Pour Plate Method.
Colifagos (Virus): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224 B, 22 nd Ed. 2012. Detection of coliphages. Somatic Coliphage Assay.
Sólidos disueltos: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C 22 nd Ed. 2012. Solids. Total Dissolved Solids Dried At 180 °C.
Nitrógeno amoniacal: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-NH₃ D, 22 nd Ed. 2012. Nitrogen (Ammonia) Ammonia - Selective Electrode Method.
Turbiedad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130 B, 22 nd Ed. 2012. Turbidity. Nephelometric Method.
Dureza Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2340 C, 22 nd Ed. 2012. Hardness EDTA. Titrimetric Method.
Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2120 G, 22 nd Ed. 2012. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
Conductividad: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510 B, 22 nd Ed. 2012. Conductivity. Laboratory Method.
pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H⁺ B, 22 nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.
Aniones por Cromatografía Iónica (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Sulfato, Nitrato, Clorito, Clorato): EPA Method 300.0. 1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.
Metales totales por ICP-MS: Litio, Berilio, Boro, Sodio, Magnesio, Aluminio, Silicio, Fosforo, Potasio, Calcio, Titanio, Vanadio, Cromo, Manganeso, Hierro, Cobalto, Niquel, Cobre, Zinc, Selenio, Arsénico, Estroncio, Molibdeno, Plata, Cadmio, Estaño, Antimonio, Teluro, Bario, Wolframio, Mercurio, Talio, Plomo, Bismuto, Uranio: ISO 17294-2. 2003 Water quality - Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) - Part 2: Determination of 62 elements.
Evaluación Sensorial (Olor, sabor): ISO 4121 2003, Parte 6.3.2 usando escala discreta. Sensory Analysis- Guidelines for the use of quantitative response scales.
Detección y/o Enumeración de Huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA. (Método validado) 2011. Detección y/o enumeración de Huevos de helmintos en aguas para uso y consumo humano, residual, subterránea y superficial.
(*)Protozoarios patógenos: CEPIS. 1993. Manual de identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales. Método centrifugación-flotación con sulfato de zinc. Páginas 5-6, 11 y 13. Instituto nacional de salud. 2003. Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos del hombre. Métodos de concentración por sedimentación 5.3.1. pág. 13-14.
Determinación de nematodos: SMEWW-APHA -AWWA-WEF. Part 10750 B. 2.a1, a2, b1 y b2, 22nd Ed. 2012. Nematological examination. Collection and processing techniques for nematodes.
Determinación cuantitativa de fitoplancton por microscopio invertido: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2. c.1, 22 nd Ed. 2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.
Determinación de Zooplancton: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2.c.1, G, 22 nd Ed. 2012. Plankton. Concentration Techniques. Zooplankton Counting Techniques.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
 Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

 Callao, 09 de Noviembre de 2016
 DA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
 C.I.P. N° 40302
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

 CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601. La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000
 info@cerper.com - www.cerper.com

 CHIMBOTE
 Urb. José Carlos Mariátegui s/n
 Centro Cívico, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048

 PIURA
 Urb. Angamos IE Av. Panamericana
 Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161

Anexo 06. Ficha técnica de filtro de cartucho PolyKLEAN

Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN™

Avanzada filtración de profundidad a través de la innovación tecnológica

Los cartuchos filtrantes de profundidad PolyKLEAN fabricados íntegramente en polipropileno, resultado de la nueva tecnología Rigid Extrusion Bonded (REBel™) de CUNO (pendiente de patente), se caracterizan por lo siguiente:

- retención uniforme de partículas durante toda la vida útil del filtro
- mayor superficie filtrante que prolonga su vida útil
- aumento de caudal gracias a una mínima pérdida de carga inicial

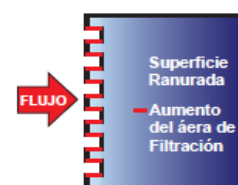


El exclusivo proceso de fabricación de los filtros PolyKLEAN combina un excepcional sistema de garantía de calidad con un rendimiento de producto uniforme que ha recibido la certificación ISO 9001. La prolongada vida útil del filtro se traduce en una menor frecuencia de sustitución así como en un menor número de filtros para obtener el caudal deseado. La combinación de las excepcionales prestaciones de los filtros PolyKLEAN reduce notablemente los costes totales de filtración

Estructura de los filtros PolyKLEAN

La tecnología REBel™ simplifica la extrusión de las fibras de polipropileno utilizadas en la fabricación de los cartuchos filtrantes rígidos PolyKLEAN. El exclusivo proceso de fabricación empleado por CUNO proporciona un poderoso termosellado fibra-fibra, sin necesidad de ligantes, para obtener una estructura de filtro rígida y sin núcleo. Esta estructura:

- no libera partículas ya depositadas en el filtro con el aumento de la presión diferencial como ocurre con los filtros fundidos-soplados,
- permite realizar ranuras a lo largo de la superficie del filtro, sin desgastar su estructura y duplicando la superficie efectiva de filtración.
- muestra presiones diferenciales excepcionalmente bajas para cualquiera de los grados de filtración del cartucho.



Fotografía 1
Estructura comprimida frente a estructura rígida a 2,4 bar



La uniformidad del proceso de filtración durante toda la vida útil de un filtro de profundidad depende de la capacidad de la estructura del filtro para soportar las fluctuaciones en las condiciones de servicio –incluida la carga contaminante y las presiones diferenciales. Las estructuras flexibles, como las encontradas en los filtros tipo fundido-soplado o bobinados, tienden a comprimir y modificar sus poros cuando aumenta la presión, lo que no ocurre con las estructuras rígidas (fotografía 1). La compresión puede reducir la vida útil de filtro ya que los poros se deforman y, en última instancia, se cierran. La compresión del medio filtrante también puede provocar la liberación de las partículas contaminantes ya retenidas.

Característica	Ventaja
• Construcción rígida del cartucho de profundidad	• Evita la posibilidad de liberación de las partículas retenidas a altas presiones diferenciales • Eficaz retención de materiales deformables • Eliminación de partículas eficaz y constante durante toda la vida útil del filtro
• Mayor capacidad de retención	• Se reduce la frecuencia de cambio del filtro • Prolongada vida útil
• Cartuchos ranurados con mayor superficie filtrante	• Plena utilización de la matriz de profundidad • Prolongada vida útil
• 100% polipropileno	• Compatibilidad con múltiples aplicaciones • Sin adhesivos, ligantes, tensoactivos ni lubricantes
• Materiales de fabricación aprobados por FDA 21CFR	• Cumplen la reglamentación relativa al contacto con alimentos y bebidas
• Estructura de filtro sin núcleo	• Fácil eliminación mediante incineración o trituración.
• Longitud integral (hasta 40")	• Sin juntas de unión que puedan romperse • Fácil instalación

Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN™

El resistente filtro PolyKLEAN capta y retiene partículas contaminantes en su matriz rígida incluso cuando aumenta la presión diferencial. Además de mejorar la eficacia de filtración y la retención de partículas durante toda la vida útil del filtro PolyKLEAN, la exclusiva estructura del filtro en profundidad mejora notablemente la capacidad de retención y el caudal a cualquier presión dada.

A diferencia de los filtros bobinados y fundidos-soplados que requieren núcleo, el filtro PolyKLEAN es autoportante y su disposición ranurada duplica la superficie filtrante. Esta característica evita la colmatación prematura de la superficie exterior debido a geles y partículas de gran tamaño y potencia la plena utilización de la matriz de profundidad. El resultado es una vida útil claramente superior a la de los cartuchos de la competencia.

Aplicaciones:

- Alimentación y bebidas
- Productos farmacéuticos
- Productos químicos
- Equipos electrónicos
- Líquidos de proceso de petróleo y gas
- Recubrimientos

Prestaciones del Filtro PolyKLEAN

Los filtros PolyKLEAN, fabricados utilizando tecnología REBEL, muestran propiedades excepcionales de filtración. La construcción rígida aumenta claramente el rendimiento respecto a otras estructuras de filtro con grado de filtración equivalente.

Eficiencia y uniformidad de filtración

El Gráfico 1 muestra la eficiencia de los filtros PolyKLEAN respecto a las estructuras bobinadas y fundidas-sopladas. Obsérvese la excelente eficacia de filtración del filtro PolyKLEAN a las presiones de sustitución recomendadas (35 psid) en tanto que otras estructuras experimentan grandes pérdidas de carga a presiones diferenciales muy inferiores (10 psid). La estructura rígida PolyKLEAN impide la deformación, el by-pass del filtro, la compresión o la liberación de partículas ya depositadas.

Para demostrar el comportamiento uniforme de los filtros PolyKLEAN, se evaluó su eficiencia tomando cuatro puntos de ensayo (inicial, 0,5 psid, 1 psid y 10 psid). Todos los filtros de grado de filtración equivalentes se sometieron a las mismas condiciones para permitir la comparación directa. Según se desprende en el Gráfico 2 que recoge la comparativa de eficiencias, el filtro PolyKLEAN mostró una capacidad de retención superior, más estable y uniforme durante todo el ensayo. Obsérvese que las otras estructuras de filtro probadas - bobinado y fundido-soplado - mostraron un comportamiento irregular e impredecible incluso en condiciones controladas y uniformes de carga contaminante y presión.

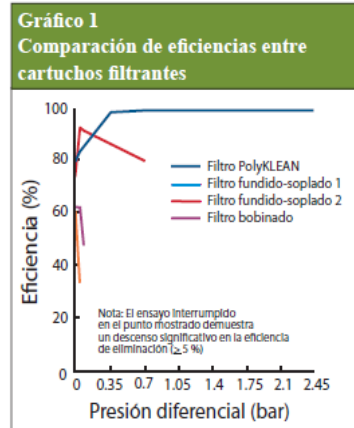
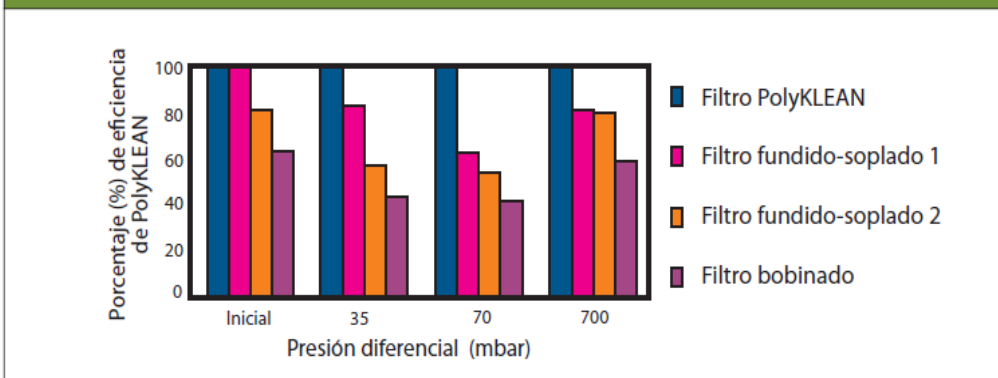


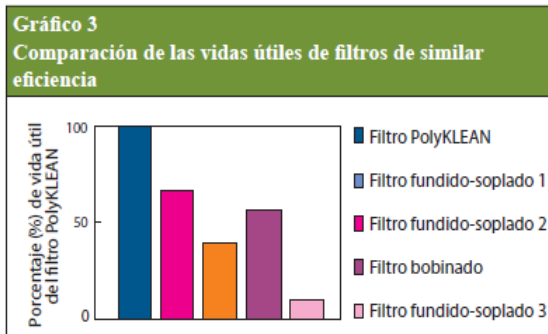
Gráfico 2 - Comparación de eficiencias entre cartuchos filtrantes con grado de filtración de 5 micras



Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN™

Vida útil superior

Los múltiples ensayos llevados a cabo con los filtros PolyKLEAN han demostrado una clara ventaja en lo que se refiere a vida útil. El Gráfico 3 compara los filtros rígidos PolyKLEAN con otros filtros de eficiencia equivalente. Todos los filtros se han sometidos a las mismas condiciones. La comparativa entre los resultados de los ensayos, en los que todos los filtros probados se sometieron a una misma carga contaminante de hasta 1,4 bar, indican la vida útil relativa de cada uno de ellos. Según se desprende de las cifras, los filtros PolyKLEAN duran, por regla general, casi dos veces más que su competidor más cercano y hasta 10 veces más que el resto de los filtros.



Presión diferencial inicial más baja

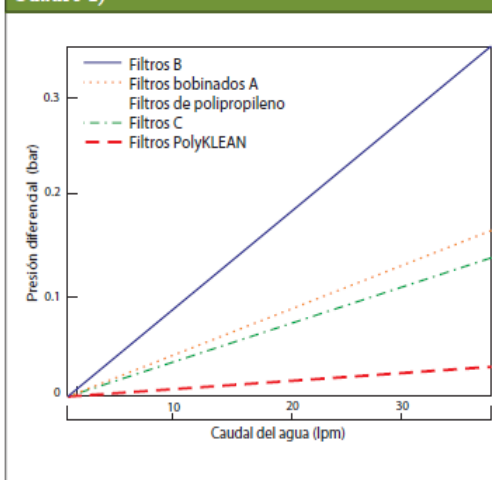
El diseño y la estructura exclusivos del filtro PolyKLEAN reducen notablemente la pérdida de carga, a un caudal constante, si lo comparamos con los productos de la competencia. El Gráfico 4 muestra claramente la superioridad del caudal del PolyKLEAN frente a los cartuchos fundidos-soplados y bobinados. Esto se traduce en la necesidad de un número muy inferior de filtros para obtener un caudal de proceso dado. Por ejemplo, en un sistema con un caudal de agua de 680 lpm y una pérdida de carga máxima admisible de 35 mbar, basada en las especificaciones de caudales de la literatura de los fabricantes, el Cuadro 1 muestra que el sistema que emplea filtros PolyKLEAN requiere un número muy inferior de cartuchos y carcasas de menor tamaño lo que se traduce en menores gastos de explotación e inversión.

Cuadro 1
Comparación entre filtros de 5 micras en un sistema de agua

Cartucho Filtrante	Filtros de 30" requeridos para un caudal de 680 lpm *	Diámetro del portacartucho (pulgadas) requerido para filtros de doble extremo abierto de 30"
Filtros PolyKLEAN	12	30 cm (12")
Filtros de Polipropileno A	29	50 cm (20")
Filtros B	60	75 cm (30")
Filtros C	24	40 cm (16")

*Basado en las especificaciones contempladas en la literatura de los distintos fabricantes

Gráfico 4
Caudal frente a presión diferencial (ver la nota * del Cuadro 1)



Caudales de los filtros PolyKLEAN

Los filtros PolyKLEAN unidos por extrusión ofrecen caudales hasta 10 veces mayores que los filtros de la competencia. Esta excelente relación caudal/presión diferencial se traduce en un menor gasto en carcasas y cartuchos. El Cuadro 2 recoge los datos relativos al caudal/presión diferencial necesarios para diseñar un sistema de filtros PolyKLEAN.

Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN™

Cuadro 2 Pérdida de carga específica (SPD) del Filtro PolyKLEAN		
Grado nominal (µm)	Pérdida de carga específica por filtro de 10" (mbar/lpm-Cp)	Pérdida de carga específica por filtro de 10" (psid/gpm-Cp)
1	1,330	0,073
5	0,765	0,042
10	0,455	0,025
25	0,273	0,015
50	0,182	0,010
75	0,109	0,006

Para calcular la pérdida de carga admisible con fluidos newtonianos, se utilizará la fórmula siguiente conjuntamente con los valores de pérdida de carga específica. Estos valores son muy eficaces cuando se conocen tres de las cuatro variables (viscosidad, caudal, presión diferencial y grado del cartucho).

Se calcularán con el debido cuidado las necesidades de los sistemas de filtración PolyKLEAN. Seleccione una carcasa que acepte al menos el número requerido de filtros de 10" y asegúrese de que el caudal total del sistema no excede el caudal máximo de la carcasa.

$$\text{mbar admisible} = \frac{(\text{total sistema}) \left(\frac{\text{Viscosidad en Cp}}{\text{lpm}} \right) (\text{Valor SPD extraído del Cuadro 2})}{(\text{Número equivalente de cartuchos de 10" en el bastidor})}$$

Aplicaciones de los filtros PolyKLEAN

Alimentación y Bebidas	
<ul style="list-style-type: none"> • Agua embotellada • Bebidas preparadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Refrescos • Zumos
Industria farmacéutica	
<ul style="list-style-type: none"> • Pre ósmosis inversa • Control de partículas de productos químicos y farmacéuticos a granel en agua para inyección 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de lavado • Ingredientes farmacéuticos activos
Industria química	
<ul style="list-style-type: none"> • PE-PP • Productos químicos intermedios 	<ul style="list-style-type: none"> • PVC-VCM • Herbicidas, pesticidas
Industria electrónica	
<ul style="list-style-type: none"> • PCBs • Fabricación de lechadas • FPD 	<ul style="list-style-type: none"> • TFT-LCD • Pre ósmosis inversa • CD/DVD
Industria en general	
<ul style="list-style-type: none"> • Galvanoplastia • Planta de desalinización • Pulpa y papel • Aditivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de refrigeración de proceso • Lavado de piezas • Peróxido • Juntas mecánicas
Recubrimientos	
<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes de resinas (agua y disolvente) • Comercio, pinturas arquitectónicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tintas
Petróleo y gas	
<ul style="list-style-type: none"> • Aminas y glicoles • Prefiltrado del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de refrigeración de proceso • Líquido de acabado



Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN™

Especificaciones de los cartuchos filtrantes PolyKLEAN

Cuadro 3 Especificaciones de los Filtros PolyKLEAN	
Estructura	
Medio filtrante, conector extremo	Polipropileno
Opciones de embocadura y juntas tóricas (consultese la guía de pedido)	Silicona, Fluorocarbono, EPR, Nitrilo y Polietileno
Condiciones de Funcionamiento	
Temperatura máxima de servicio	60°C
Presión diferencial máxima	1,7 bar a 60°C
	4,1 bar a 20°C
Presión diferencial recomendada para la sustitución	2,4 bar a 20°C
Dimensiones del cartucho	
Diámetro interior (nominal)	1,1" (28 mm)
Diámetro exterior (nominal)	2,6" (66 mm)
Longitud (nominal) (consultese la guía de pedido)	9 3/4" - 40" (248 - 1016 mm)
Certificación	
Los filtros PolyKLEAN cumplen lo dispuesto por USP para los Ensayos Biológicos con Plásticos, Clase VI-70°C. Los materiales utilizados en la fabricación de los filtros PolyKLEAN cumplen las exigencias de la USFDA 21 CFR para contacto con alimentos y bebidas.	

Compatibilidad química

La estructura 100% polipropileno ofrece excelente compatibilidad química en múltiples aplicaciones. La compatibilidad depende en gran medida de las condiciones del proceso. En aplicaciones críticas, deben probarse los cartuchos en condiciones reales para determinar su compatibilidad.

Cuadro 4 Compatibilidad con líquidos					
Producto químico	Temperatura	Producto químico	Temperatura	Producto químico	Temperatura
Acido acético 20%	60°C (140°F)	Peróxido de hidrógeno	38°C (100°F)	Carbonato sódico	38°C (100°F)
Alcanolaminas	60°C (140°F)	Metil-étil-cetona	21°C (70°F)	Hidróxido de sodio 70%	60°C (140°F)
Hidróxido de amonio 10%	60°C (140°F)	Aceite mineral	21°C (70°F)	Ácido sulfúrico 20%	60°C (140°F)
Lejía 5.5%	21°C (70°F)	Ácido nítrico 20%	38°C (100°F)	Ácido sulfúrico 70%	38°C (100°F)
Etileno-glicol	60°C (140°F)	Hidróxido de potasio	60°C (140°F)	Urea	60°C (140°F)

Servicios de Soporte Científico a las Aplicaciones (SASS)

CUNO cuenta con equipos de asistencia especializados en aplicaciones, integrados por científicos e ingenieros, que le proporcionarán recomendaciones específicas sobre el sistema de filtración más eficaz y económico para cada aplicación. Además de los múltiples ensayos y análisis desarrollados en los avanzados laboratorios de CUNO, el personal del SASS realiza con frecuencia pruebas in situ en las instalaciones de los clientes. Póngase en contacto con su representante CUNO si desea información adicional.



Servicio internacional

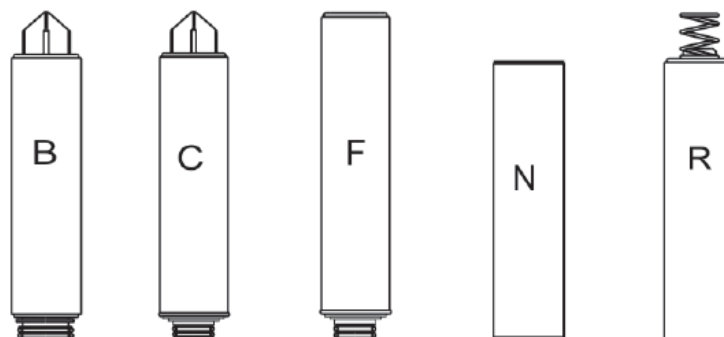
CUNO, compañía multinacional de alta tecnología, con sede en Estados Unidos, posee una red internacional de distribuidores e instalaciones de fabricación. Esto, conjuntamente con una cadena de distribuidores perfectamente equipados y formados y el respaldo de avanzados centros de I+D nos permite ofrecer soluciones que satisfacen las necesidades de filtración más exigentes.

Guía de pedido de Cartuchos Filtrantes PolyKLEAN

Tipo de Cartucho	Longitud	Grado μm	Material	Configuración	Embalaje	SopORTE junta	Embocaduras	Material de Junta
RT - PolyKLEAN	09 - 9 3/4" * 10 - 10" 19 - 19 1/2" * 20 - 20" 29 - 29 1/4" * 30 - 30" 39 - 39 * 40 - 40"	Y - 1 μm B - 5 μm C - 10 μm F - 25 μm L - 50 μm Q - 75 μm	16 - Polipropileno	G - Ranurado U - Sin Ranurar	sin embalaje individual	0 - Ninguno	B - 226 Junta tórica con arpon C - 222 Junta tórica con arpon F - Junta tórica y tapa plana	A - Silicona B - Fluorocarbono C - EPR D - Nitrilo H - Silicona transparente
							N - Ninguna R - Tapa con muelle	G - Polietileno N - Ninguno

*Disponible con las configuraciones NN o NG
Ejemplo de la referencia: RT 19 C 16 G 20 NG
(Número del artículo: 1049219)

Configuraciones disponibles



GARANTÍA

El Proveedor garantiza su equipo contra defectos de mano de obra y material durante un periodo de 12 meses desde la fecha de su despacho en fábrica, en condiciones de uso y mantenimiento normales y siempre que se utilice de conformidad con las instrucciones del Proveedor y, dado el caso, para los fines comunicados por escrito en el momento de la compra. Toda modificación o alteración del equipo llevada a cabo por el Comprador invalidará la presente garantía. La responsabilidad del Proveedor en virtud de esta garantía se reduce a la sustitución o reparación, FOB en fábrica, del equipo defectuoso o parte del mismo que, habiendo sido devuelto a la fábrica, a portes pagados, el Proveedor inspeccione y determine como defectuoso. LA PRESENTE GARANTÍA REEMPLAZA CUALQUIER OTRA GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, RESPECTO A LA DESCRIPCIÓN, CALIDAD, COMERCIALIZACIÓN, ADECUACIÓN PARA UN FIN DETERMINADO O DE OTRA NATURALEZA. Bajo ninguna circunstancia, el Proveedor será responsable frente al Comprador o terceros de lucro cesante u otros costes directos o indirectos, gastos, pérdidas o daños emergentes derivados de o resultante de los defectos o la avería de sus productos o de un componente o componentes de los mismos o de piezas o componentes incorporados al equipo del Proveedor que no hayan sido suministrados por éste.

LITCPOLYKLN.SP 0907



3M Europe SA
CUNO Division
Hermeslaan 7
1831 Diegem
Bélgica
Tfno: +32-2-7224500
Fax: +32-2-7224518
E-mail: infocuno-europe@mmm.com
Web: www.3m.eu/filtration

3M España SA
Departamento de Filtración
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 19-25
28027 Madrid
España
Tfno: +34 91 321 60 00
Fax: +34-91-321 65 28
E-mail: filtracion.es@mmm.com
Web: www.cuno.com/international

Para más direcciones de contacto visite nuestra página web www.3m.com.

Los datos pueden estar sujetos a cambios sin previo aviso.

© 3M 2007. Todos los derechos reservados.

Anexo 07. Ficha técnica de tanque para carbón activado Poly Glass 8x40"



STRUCTURAL® VASOS POLY GLASS®

RENDIMIENTO COMPROBADO EN APLICACIONES RESIDENCIALES Y COMERCIALES LIVIANAS



Los Vasos Poly Glass Pentair® Structural® han sido el estándar de la industria por su calidad y rendimiento durante más de 30 años. Con un revestimiento de polietileno de alta densidad continuo y de una pieza, y una entrada de polímero encapsulada, diseñada para la protección de fugas, los Vasos Structural Poly Glass brindan años de rendimiento sin preocupaciones.

CARACTERÍSTICAS/VENTAJAS

Para aplicaciones de filtraciones/ablandadores de agua residenciales y comerciales livianas

Diámetros delgados con capacidades de 2 a 49 galones

Fortaleza incomparable y resistencia a los productos químicos

Garantía de 10 años para vasos de 6" - 13"

Garantía de 5 años para vasos de 14" - 16"

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Carcasa interior de polietileno de alta densidad

Entrada roscada en varios tamaños: 2,5", 4", 4,5"

APLICACIONES

Ablandamiento residencial/comercial liviano

Filtración residencial/comercial liviana

Tanques de reposición portátiles

PARÁMETROS OPERATIVOS

Presión operativa máxima: 150 psi

Temperatura operativa máxima: 120 °F

PARÁMETROS DE DISEÑO PENTAIR

Factor de seguridad - 4:1

Explosión mínima a 600 psi

Probado en 250.000 ciclos sin fugas

NORMA NSF/ANSI 44 PARÁMETROS DE DISEÑO

Factor de seguridad - 4:1

Explosión mínima a 600 psi

Probado en 100.000 ciclos sin fugas

OPCIONES DE COLORES

AL: marfil

GR: gris

BL: azul

NA: natural

BK: negro



Los vasos están probados y certificados por la Asociación de Calidad del Agua (WQA) según la norma 44 de NSF/ANSI para los requisitos de seguridad del material e integridad estructural, y la norma 372 para el cumplimiento de bajo nivel de plomo.

ESPECIFICACIONES

VASO	PIEZA N.º	DESCRIPCIÓN	ALTURA C/BASE PULGADAS / MM	GALONES / LITROS DE CAPACIDAD	PIES CÚBICOS
DIÁM. DE 6"	CH30109	0613 PG 2,5" T	13,4 / 340	1,1 / 4,2	0,15
	CH30127	0618 PG 2,5" T	18,8 / 479	1,8 / 6,8	0,24
	CH30151	0635 PG 2,5" T	35,7 / 906	3,8 / 14,4	0,51
DIÁM. DE 7"	CH30190	0735 PG 2,5" T	35,4 / 898	5,2 / 19,7	0,7
	CH30213	0744 PG 2,5" T	44,0 / 1120	6,7 / 25,4	0,9
DIÁM. DE 8"	CH31835	0818 PG 2,5" T	18,7 / 475	3,3 / 12,5	0,44
	CH33858	0824 PG 2,5" T	24,4 / 620	4,5 / 17,0	0,6
	CH31836	0830 PG 2,5" T	30,3 / 770	5,9 / 22,3	0,79
	CH30264	0835 PG 2,5" T	35,39 / 899	6,6 / 25	0,88
	CH30286	0840 PG 2,5" T	40,1 / 1018	7,8 / 29,5	1
	CH30305	0844 PG 2,5" T	44,5 / 1130	8,7 / 32,9	1,2
DIÁM. DE 9"	CH30317	0918 PG 2,5" T	18,4 / 467	3,9 / 14,8	0,52
	CH30347	0935 PG 2,5" T	35,3 / 896	8,3 / 31,4	1,1
	CH30360	0940 PG 2,5" T	39,8 / 1010	9,5 / 36	1,3
	CH30367	0942 PG 2,5" T	41,9 / 1063	10,1 / 38,2	1,4
	CH30383	0948 PG 2,5" T	48,7 / 1237	11,8 / 44,7	1,6
DIÁM. DE 10"	CH31357	1018 PG 2,5" T	18,9 / 480	4,9 / 18,5	0,65
	CH30460	1035 PG 2,5" T	35,5 / 902	10,2 / 38,6	1,4
	CH30491	1040 PG 2,5" T	40,3 / 1024	11,5 / 43,5	1,54
	CH30523	1044 PG 2,5" T	44,6 / 1134	13,1 / 49,6	1,8
	Consulte con la fábrica	1044 PG 2,5" T 1,25" THD	44,9 / 1142	13,1 / 49,6	1,8
	CH30546	1047 PG 2,5" T	47,7 / 1211	15,1 / 57,2	2
	CH30579	1054 PG 2,5" T	54,4 / 1383	16,4 / 62,1	2,2
	Consulte con la fábrica	1054 PG 2,5" T 1,25" THD	54,4 / 1383	16,4 / 62,1	2,2
DIÁM. DE 12"	CH31478	1060 PG 2,5" T	61,3 / 1558	18,3 / 69,3	2,45
	CH30615	1242 PG 2,5" T	43,0 / 1093	19,1 / 72,3	2,6
	CH30617	1242 PG 4,5" T	43,1 / 1095	19,1 / 72,3	2,6
	CH30646	1248 PG 2,5" T	49,0 / 1245	20,6 / 78	2,8
	CH30647	1248 PG 4" T	49,4 / 1256	20,6 / 78	2,8
	Consulte con la fábrica	1248 PG 2,5" T 1,25" TDH	49,0 / 1244	20,6 / 78	2,8
	CH30666	1252 PG 2,5" T	53,0 / 1346	22,2 / 84	2,97
	Consulte con la fábrica	1252 PG 2,5" T 1,25" TDH	53,0 / 1346	22,2 / 84	2,97
	CH30669	1252 PG 4" T	53,4 / 1356	22,2 / 84	2,97
	CH32127	1252 PG 4,5" T	53,14 / 1350	22,2 / 84	2,97
DIÁM. DE 13"	CH30721	1354 PG 2,5" T	54,3 / 1380	27 / 102	3,6
	Consulte con la fábrica	1354 PG 2,5" T 1,25" TDH	54,3 / 1380	27 / 102	3,6
	30724	1354 4" T	54,9 / 1394	27 / 102	3,6
DIÁM. DE 14"	CH30745	1447 4" T	47,0 / 1195	27,5 / 104	3,7
	CH32006	1447 4,5" T	47,3 / 1200	27,5 / 104	3,7
	Consulte con la fábrica	1454 4" T	54,7 / 1388	32,8 / 124	4,4
	CH30785	1465 4" T	66,1 / 1679	38 / 144	5,1
DIÁM. DE 16"	CH34368	1633 4" T	34,8 / 885	22,4 / 85	3
	CH30864	1653 4" T	55,0 / 1397	40 / 151	5,3
	CH30912	1665 4" T	66,2 / 1682	49 / 186	6,6
	CH30868	1665 4" T 4" B	78,8 / 2002	49 / 186	6,6

Los productos están sujetos a disponibilidad.



FILTRACIÓN Y PROCESO

5730 NORTH GLEN PARK ROAD, MILWAUKEE, WI 53209
262.238.4400, ATENCIÓN AL CLIENTE: 800.279.9404, WWW.PENTAIRAQUA.COM

Todas las marcas registradas y logotipos de Pentair son propiedad de Pentair, Inc. Todos los demás nombres de marcas o productos son marcas comerciales o registradas de sus respectivos propietarios.

Dado que estamos constantemente mejorando nuestros productos y servicios, Pentair se reserva el derecho de cambiar las especificaciones sin previo aviso. Pentair es un empleador que brinda igualdad de oportunidades.

40845-S REV A JA15 © 2015 Pentair Residential Filtration, LLC. Todos los derechos reservados.

Anexo 08. Ficha técnica de válvula manual Pentair 42229.



Pentair 42229

Válvula Manual para Filtro

Pentair 42229



- Válvula Manual para Filtro
- Sencilla operación Manual con una sola palanca
SERVICIO / ENJUAGUE / RETROLAVADO
- Hecha de Resistente Noryl

Pentair 42229

- Versátil Conexión BSP de una 1"
- Adaptadores para Conexión NPT de 1" incluidos



- Distribuidor Superior incluido
- Distribuidor Inferior incluido



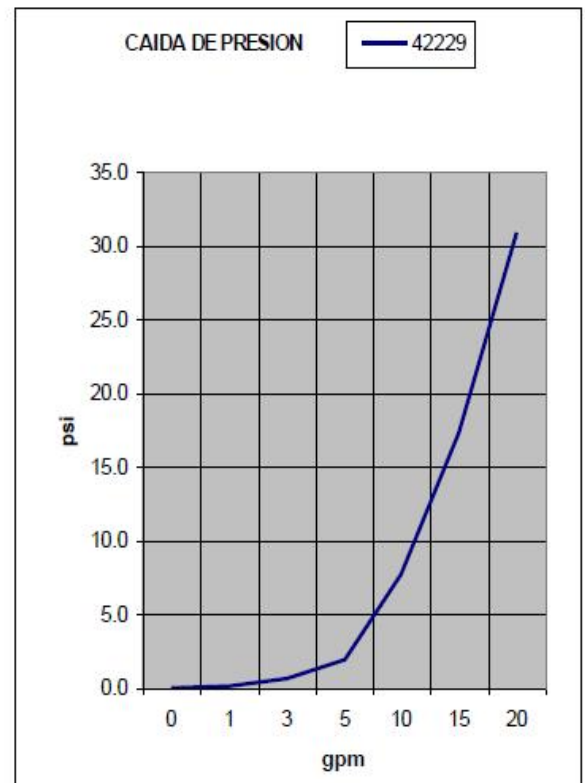
Pentair 42229



- Servicio 13 gpm @ 15 psid
- Retrolavado 17 gpm @ 25 psid



- Sistemas de Carbón Activado hasta 14"
- Sistemas Multi-Media hasta 13"



Anexo 09. Ficha técnica de filtro UV VIQUA S5Q-PA.

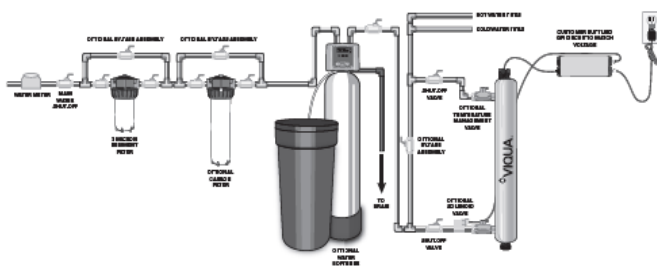


S5Q-PA, S8Q-PA, VH200, VH410 & VH410M

Ultraviolet Water Disinfection Systems from VIQUA

The quality of drinking water can change with time and become contaminated with harmful bacteria. The VIQUA HOME family of compact UV disinfection systems provide a **reliable, economical,** and **chemical-free** way to safeguard drinking water in any residential application. VIQUA's range of products have been designed and tested to ensure quality drinking water is at everyone's finger tips.






Regardless of your need, there is a VIQUA system to suit your requirements. VIQUA offers systems that range in flow rates from just 6 GPM for a small home or cottage, up to 18 GPM for a larger home or small business.



Features of VIQUA UV water disinfection systems

- Equipped to inactivate chlorine-resistant parasites such as *Cryptosporidium* and *Giardia*, harmful bacteria like *E.Coli*, and viruses not visible to the naked eye.
- Specially designed and tested Sterilume™-EX lamps provide consistent and reliable ultraviolet output over the entire life of the lamp (9000 hours) to ensure continuous purification.
- The system is simple to maintain and service allowing for easy lamp replacement.
- Built with a durable stainless steel chamber to prolong life and eliminate ultraviolet light degradation.
- The controller visually displays the remaining lamp life and will go into alarm if the lamp fails. Monitored systems are equipped with a UV sensor which provides a continuous readout of UV intensity.
- The controller has a sealed case to prevent damage from accidental water intrusion and is fully CSA and CE compliant.
- Monitored systems allow for the installation of an optional solenoid valve which will stop the flow of water through the chamber should the UV performance fall below a safe level.

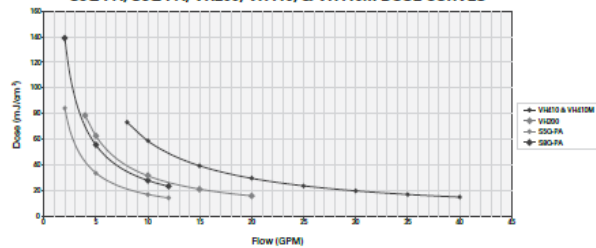
Specifications

					
MODEL	S5Q-PA	S8Q-PA	VH200	VH410	VH410M
FLOW RATES					
US Public Health (16 mJ/cm ²)	11 GPM (42 lpm) (2.5 m ³ /hr)	19 GPM (72 lpm) (4.3 m ³ /hr)	16 GPM (60 lpm) (3.6 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.8 m ³ /hr)	34 GPM (130 lpm) (7.8 m ³ /hr)
VIQUA Standard (30 mJ/cm ²)	6 GPM (23 lpm) (1.4 m ³ /hr)	10 GPM (38 lpm) (2.3 m ³ /hr)	9 GPM (34 lpm) (2.0 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)	18 GPM (70 lpm) (4.2 m ³ /hr)
NSF/EPA (40 mJ/cm ²)	4.5 GPM (17 lpm) (1.0 m ³ /hr)	8 GPM (29 lpm) (1.8 m ³ /hr)	7 GPM (26 lpm) (1.6 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)	14 GPM (54 lpm) (3.3 m ³ /hr)
DIMENSIONS					
Dimensions	22" x 2.5" (56.1 cm x 6.5 cm)	35.5" x 2.5" (90.4 cm x 6.5 cm)	17.75" x 3.5" (45 cm x 8.9 cm)	23.5" x 3.5" (59.6 cm x 8.9 cm)	23.5" x 3.5" (59.6 cm x 8.9 cm)
Inlet/Outlet Port Size	3/4" MNPT (1/2B - BSP)	3/4" MNPT (1/2B - BSP)	3/4" - 1" MNPT COMBO (1/2B - BSP)	3/4" - 1" MNPT COMBO (1/2B - BSP)	3/4" - 1" COMBO NPT (1/2B - BSP)
Shipping Weight	8 lbs (3.6 kg)	11 lbs (5 kg)	12 lbs (5.4 kg)	17 lbs (7.7 kg)	17 lbs (7.7 kg)
ELECTRICAL					
Voltage	100-240V / 50-60 Hz	100-240V / 50-60 Hz	100-240V / 50-60 Hz	100-240V / 50-60 Hz	100-240V / 50-60 Hz
Power Consumption	30 W	46 W	35 W	60 W	60 W
Maximum Operating Pressure	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)	125 psi (8.62 bar)
Ambient Water Temperature	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)	2-40°C (36-104°F)
FEATURES					
Visual "Power On"	YES	YES	YES	YES	YES
Chamber Material	304 SS	304 SS	304 SS	304 SS	304 SS
Visual Lamp Life Remaining	YES	YES	YES	YES	YES
Audible Lamp Life Failure	YES	YES	YES	YES	YES
Audible Lamp Replacement Reminder	YES	YES	YES	YES	YES
UV Sensor	NO	NO	NO </td <td>NO</td> <td>YES</td>	NO	YES

Replacement Parts

S463RL – UV lamp for S5Q-PA	QS-410 – quartz sleeve for VH410 and VH410M
S810RL – UV lamp for S8Q-PA	410867 – o-ring for quartz sleeves
S200RL – UV lamp for VH200	RN-001 – retaining nut for all systems
S410RL – UV lamp for VH410 & VH410M	BA-ICE-S – electronic ICE controller for S5Q-PA and S8Q-PA
QS-463 – quartz sleeve for S5Q-PA	BA-ICE-CL – electronic ICE controller for VH200, VH410
QS-810 – quartz sleeve for S8Q-PA	BA-ICE-CM – electronic ICE controller VH410M
QS-001 – quartz sleeve for VH200	

S5Q-PA, S8Q-PA, VH200, VH410, & VH410M DOSE CURVES



425 Clair Rd. W, Guelph, Ontario, Canada N1L 1R1
 t. 1.519.763.1032 • f. 1.519.763.5069 • tf. 1.800.265.7246 (US/CAN) • t. +31.73.7470144 (EUR)
 info@viqua.com • www.viqua.com

LIT-520229-R_RevA © 2016 VIQUA - a Trojen Technologies Business



Anexo 10. Ficha técnica de tanque Rotoplas de 600 litros.

Tanques Rotoplas

LÍNEA DOMICILIARIA

- › Mayor resistencia a la intemperie
- › Completamente equipados con los mejores accesorios

Productos desarrollados por Grupo Rotoplas que tienen como objetivo mejorar la calidad del agua almacenada.

VENTAJAS Y BENEFICIOS

Para el consumidor final:

- › Nueva Materia Prima más flexible, que extiende su durabilidad.
- › Capa antibacteriana: única en el mercado.
- › Tapa Click con cierre perfecto, que evita entrada de agua de lluvia, tierra e insectos.
- › Capa interior blanca: permite ver la claridad del agua.
- › Fácil limpieza: porque es liso por dentro.

Beneficios para el instalador:

- › Fácil de transportar y elevar.
- › Completamente equipado con accesorios de alta calidad.
- › Fácil de instalar, no se necesitan herramientas especializadas.
- › Conexión lateral termofusionada.



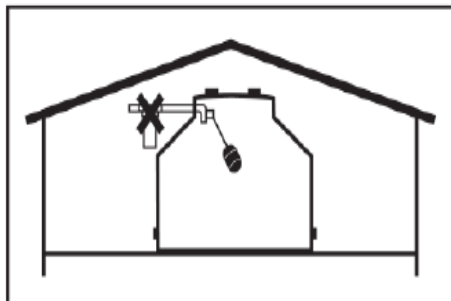
LÍNEA DOMICILIARIA CLÁSICA MULTICAPA

(*) EQUIPAMIENTO SEGÚN MODELO - Todas las imágenes son a modo ilustrativo

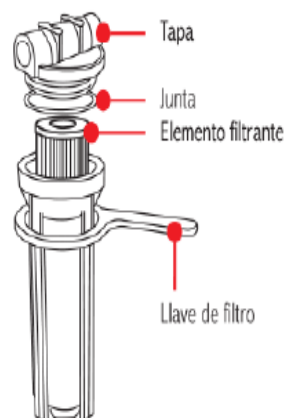
	VOLUMEN NOMINAL Its	VOLUMEN MÁXIMO Its	ALTURA cm	DIÁMETRO cm	CONEXIONES DE SALIDA	DIÁMETRO BOCA cm	VÁLVULA	FLOTANTE	FILTRO*
	400	450	100	85	1 ½" lateral	46	½"	Nº 5	opcional
	600	650	117	97	1 ½" lateral	46	½"	Nº 5	opcional
	850	910	118	110	1 ½" lateral	46	¾"	Nº 7	opcional
	1100	1160	144	110	1 ½" lateral	46	¾"	Nº 7	si
	2500	2580	165	155	2" lateral	46	¾"	Nº 7	si

ACCESORIOS - INSTALACIÓN

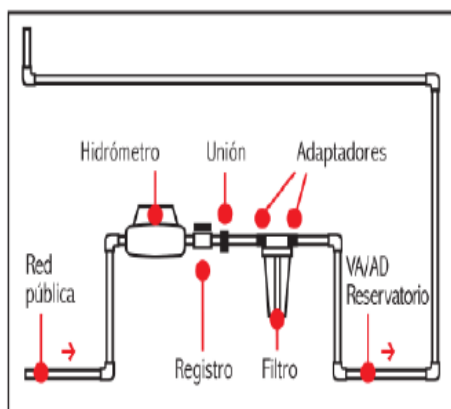
1 Filtro de sedimentos Rotoplas



Incluido en tanques Rotoplas línea Clásica Multicapa de 1100 y 2500 lts y línea Flat de de 1000 lts. (Accesorio opcional en resto de las líneas y capacidades). Se indica la instalación del filtro en un lugar de fácil acceso, en cualquier punto de la cañería entre la red de suministro y la entrada al tanque para agua.

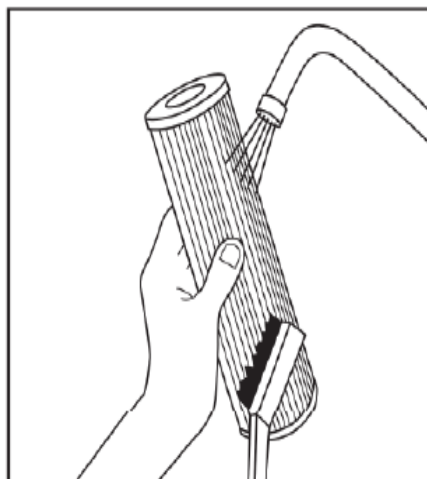


Verifique la correcta posición de la entrada rosca hembra $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ " (E) y salida rosca hembra $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ " (S) del agua, claramente indicada en la tapa del portafiltro en relación a la tubería. Considere dejar 15 cm entre el suelo o apoyo y la base del vaso portafiltro Rotoplas para facilitar la limpieza y el recambio del elemento filtrante. Recuerde que el lugar debe ser de simple acceso y protegido de posibles impactos.



Al optar por la instalación entre las secciones de tubo sin soporte alguno, se debe utilizar un apoyo para no forzar éste con su peso. Si es posible, instale el filtro con una ménsula que sujete la tapa del filtro.

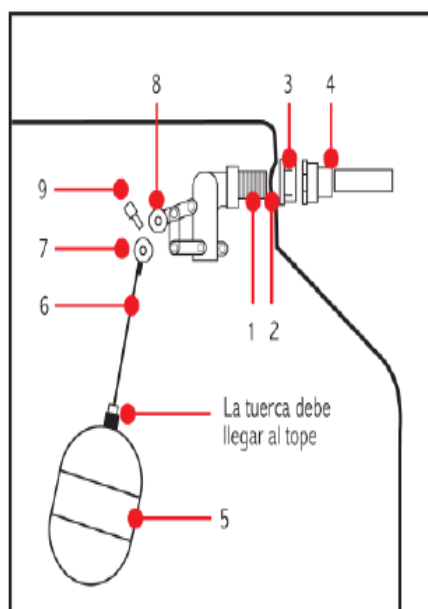
Aplique cinta de teflón en el tubo roscado (si es necesario en adaptadores). En caso de ser necesario un ajuste mayor, utilice una herramienta para girar suavemente sobre el tubo, un máximo de $\frac{3}{4}$ de vuelta, es suficiente.



Para el óptimo funcionamiento del filtro. Cada tres meses (en condiciones normales de calidad del agua), lavar el cartucho filtrante con agua y cepillo suave para luego de tres o cuatro lavados, reemplazarlo por uno nuevo. Recomendamos también lavar el vaso y la tapa porta filtro.

Coloque el cartucho en el cuerpo del filtro y verificar la colocación del o'ring azul de goma para el sellado, que se coloca en la cavidad situada por debajo de la rosca interna del cuerpo. Esto es suficiente para sellar la tapa y evitar cualquier fuga de agua.

3.2 Válvula y flotante Rotoplas



A. Introduzca la válvula de llenado Rotoplas de $\frac{1}{2}$ " o $\frac{3}{4}$ " (según capacidad) (1), provista con el tanque, por el orificio (2), que se encuentra en el cuello del tanque y sujétela por la parte exterior con la contratuerca (3).

B. Enrosque al extremo exterior de la válvula un conector (4), y continúe su instalación habitual hacia el exterior.

C. Atornille el flotante Rotoplas Nº 5 o Nº 7 (según capacidad) (5), provisto con el tanque, a la varilla (6), haciendo coincidir el dentado de la cremallera (7) del extremo de la varilla del flotante, al dentado de la cremallera (8) de la válvula.



Ajuste el ángulo de inclinación del flotante (5), a 45° respecto de la válvula de llenado (1), y fije con el tornillo (9).

Anexo 11. Ficha técnica de pulsador rojo Schneider XB5AA42 y pulsador verde Schneider XB5AA31.

8 > Harmony XB5 Ø22mm Cuerpo Plástico - Unidades Completas Pulsadores



XB5AA42



XB5AP42



XB5AW33B5



XB5AW...

Pulsadores

No luminosos (con retorno) - IP66-Nema 4X - Nema 13

Descripción	Contacto	Color	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Rasante	Marcha NA	Negro	XB5AA21	39.10	1
		Verde	XB5AA31	39.10	1
	Parada NC	Rojo	XB5AA42	39.10	1
Saliente con capuchón	Marcha NA	Verde	XB5AP31	53.10	1
	Parada NC	Rojo	XB5AP42	53.10	1

Luminosos (con retorno) - IP66

Descripción	Contacto	Voltaje de Alimentación	Color	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
Rasante con LED (incluido)	NA + NC	24 VAC/DC	Verde	XB5AW33B5	79.60	1
			Rojo	XB5AW34B5	79.60	1
		110-120 VAC	Verde	XB5AW33G5	86.70	1
			Rojo	XB5AW34G5	86.70	1
		230-240 VAC	Verde	XB5AW33M5	108.90	1
			Rojo	XB5AW34M5	108.90	1

Dobles luminosos (incluye LED) - IP66 - Nema 4X - Nema 13

Descripción	Contacto	Voltaje de Alimentación	Color LED	Referencia	Precio S/.	Cantidad Indivisible
1 Pulsador verde rasante "I", 1 pulsador rojo saliente "O" y LED central	NA + NC	24 VAC/DC	Amarillo	XB5AW73731B5	107.10	1
		220 VAC	Amarillo	XB5AW73731M5	137.50	1

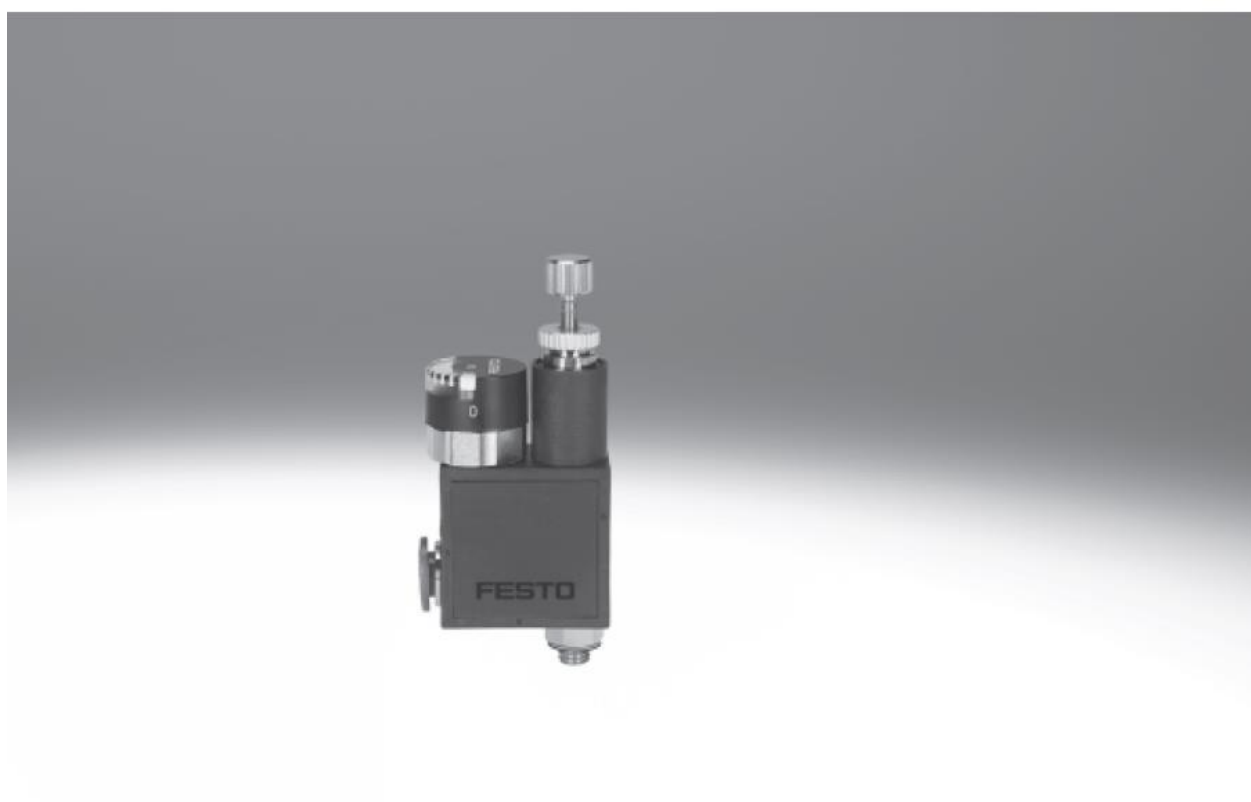
Precios sujetos a cambio sin previo aviso. No incluye IGV. Valido a partir del 1 de Enero.

Contacte a nuestro Servicio de Atención al Cliente: Lima: 618-4411 o Provincia: 0801-00-091
o visite nuestra página web: www.schneider-electric.com.pe, sección Soporte

Anexo 12. Ficha técnica de válvula reguladora de presión FESTO LR ¼ OS-10.

Válvulas reguladoras de presión y de presión diferencial

FESTO



Válvulas reguladoras de presión y de presión diferencial

Características

FESTO



Reguladores de presión LR, LRMA

 Caudal
22 ... 127 l/min

- Con rosca y racor
- Rosca para atomillar M5, R $\frac{3}{8}$, R $\frac{1}{4}$
- Racor para tubos flexibles con diámetro exterior de 4 ... 8 mm
- Racor girable en 360°

Este regulador mantiene constante la presión de salida del lado secundario independientemente de las oscilaciones que sufra el lado primario.

La presión primaria en el lado roscado es superior a la presión en el lado del racor QS.

Reguladores de presión diferencial LRL, LRL

 Caudal
30 ... 760 l/min

- Con rosca y racor
- Rosca para atomillar M5, R $\frac{3}{8}$, R $\frac{1}{4}$, R $\frac{3}{8}$, R $\frac{1}{2}$
- Racor para tubos flexibles con diámetro exterior de 4 ... 12 mm
- Racor girable en 360°

La válvula reguladora de la presión diferencial permite regular una diferencia de presión ajustada manualmente entre la rosca de entrada (presión primaria) y el racor QS (presión de salida).

La válvula antirretorno integrada permite que la misma presión aplicada en el lado del racor QS salga igual por el lado de la conexión roscada.







 Importante

La válvula reguladora de la presión diferencial no tiene escape, lo que significa que no puede reducir una posible subida de la presión secundaria.

Válvulas reguladoras de presión y de presión diferencial

Cuadro general de productos

FESTO

Función	Ejecución	Tipo	Conexión neumática					→ Página/ Internet	
			Rosca	Para diámetro exterior del tubo flexible [mm]					
				4	6	8	10	12	
Válvula reguladora de presión sin manómetro	Con racor QS y rosca								
		LR-...-QS-...	M5	■	■	-	-	-	5
		R3/8	■	■	■	-	-		
		R1/4	-	■	■	-	-		
	En ambos lados con racor QS								
		LR-QS-...	-	■	■	■	-	-	5
Regulador de presión con manómetro	Con racor QS y rosca								
		LRMA-...-QS-...	M5	■	■	-	-	-	9
		R3/8	■	■	■	-	-		
		R1/4	-	■	■	-	-		
	En ambos lados con racor QS								
		LRMA-QS-...	-	■	■	■	-	-	9
Válvula reguladora de presión diferencial sin manómetro	Con racor QS en la parte superior y rosca								
		LRL-...-QS-...	M5	■	■	-	-	-	12
		R3/8	■	■	■	-	-		
		R1/4	-	■	■	■	■		
		R3/8	-	-	■	■	■		
		R1/2	-	-	-	-	■		
	Con racor QS en un lado y rosca								
		LRL-...-QS-...	M5	■	■	-	-	-	12
			R3/8	■	■	■	-	-	
			R1/4	-	■	■	■	-	
			R3/8	-	-	■	■	■	
			R1/2	-	-	-	-	■	

1) Tubos flexibles → www.festo.com

Válvulas reguladoras de presión y de presión diferencial

Código para el pedido

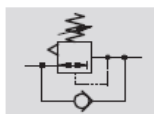
		LRL	-	3/8	-	QS-8
Tipo						
Regulador de presión						
LR	Sin manómetro					
LRMA	Con manómetro					
Válvula reguladora de presión diferencial						
LRL	Salida arriba					
LRL	Salida lateral					
Rosca para atornillar						
M5	Rosca métrica M5					
3/8	Rosca para tubos R3/8					
1/4	Rosca para tubo R1/4					
3/8	Rosca para tubo R3/8					
1/2	Rosca para tubo R1/2					
Conexión al tubo						
Tipo de conexión						
QS	Racor para tubos flexibles con diámetro exterior calibrado					
Para tubo de diámetro exterior						
4	4 mm					
6	6 mm					
8	8 mm					
8	8 mm					
10	10 mm					
12	12 mm					


Válvulas reguladoras de presión LR

Hoja de datos

FESTO

Función



-  Caudal
22 ... 127 l/min

- Diseño compacto
- Presión de funcionamiento constante
- Ejecución sin manómetro
- Con rosca M5 ... R $\frac{1}{4}$ o racor de diámetro de 4 ... 8 mm



Datos técnicos generales		
Construcción	Regulador de émbolo de accionamiento directo con alimentación continua de presión	
Función de regulación	Con descarga secundaria, presión de salida constante	
Seguridad contra accionamiento involuntario	Tornillo moletado con contratuercas	
Posición de montaje	Indistinta	
Con racor QS y rosca métrica con anillo de junta		
Tipo de fijación	Atornillable	
Materiales	Cuerpo	Polibutilenotereftalato
	Parte roscada	Latón níquelado
Con racor QS y rosca recubierta de PTFE		
Tipo de fijación	Atornillable	
Materiales	Cuerpo	Polibutilenotereftalato
	Parte roscada	Latón níquelado
	Junta para roscas	Politetrafluoroetileno
En ambos lados con racor QS		
Tipo de fijación	Mediante taladros	
Materiales	Cuerpo	Polibutilenotereftalato

Condiciones de funcionamiento y del entorno		
Fluido	Aire comprimido lubricado o sin lubricar	
Presión de entrada	[bar]	0 ... 9
Margen de regulación de la presión	[bar]	1 ... 8
Temperatura ambiente	[°C]	0 ... 60

Válvulas reguladoras de presión LR

FESTO

Hoja de datos

Pesos [g]			
Rosca para atornillar	M5	R $\frac{1}{8}$	R $\frac{1}{4}$
Con racor QS y rosca métrica con anillo de junta			
QS-4	16	-	-
QS-6	16	-	-
Con racor QS y rosca recubierta de PTFE			
QS-4	-	32,5	-
QS-6	-	33,5	54
QS-8	-	35	55

Pesos [g]	
En ambos lados con racor QS	
QS-4	33
QS-6	33
QS-8	56

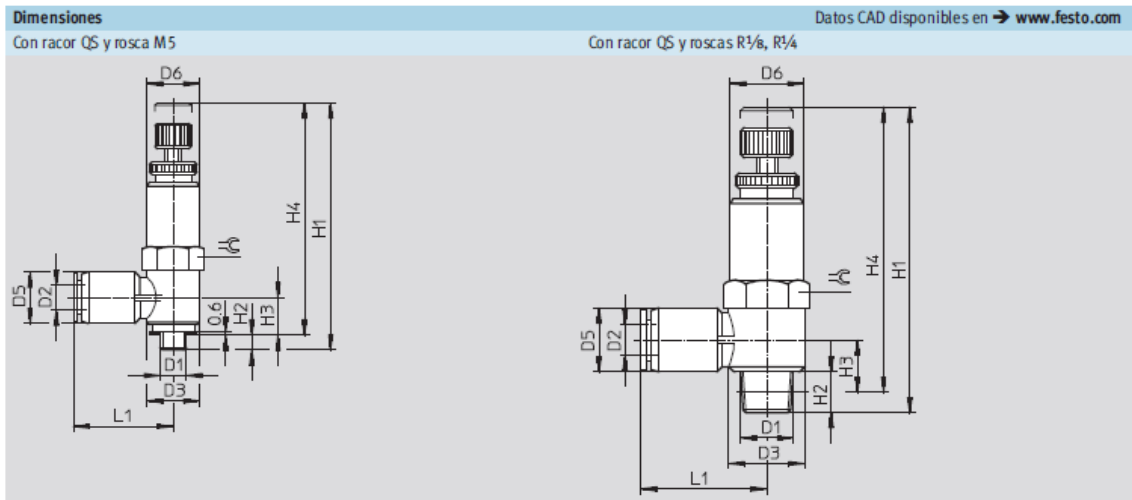
Caudal nominal normal [l/min]			
Rosca para atornillar	M5	R $\frac{1}{8}$	R $\frac{1}{4}$
Con racor QS y rosca métrica con anillo de junta			
QS-4	22	-	-
QS-6	41	-	-
Con racor QS y rosca recubierta de PTFE			
QS-4	-	46	-
QS-6	-	63	98
QS-8	-	69	101

Caudal nominal normal [l/min]	
En ambos lados con racor QS	
QS-4	67
QS-6	70
QS-8	127

Válvulas reguladoras de presión LR

Hoja de datos

FESTO



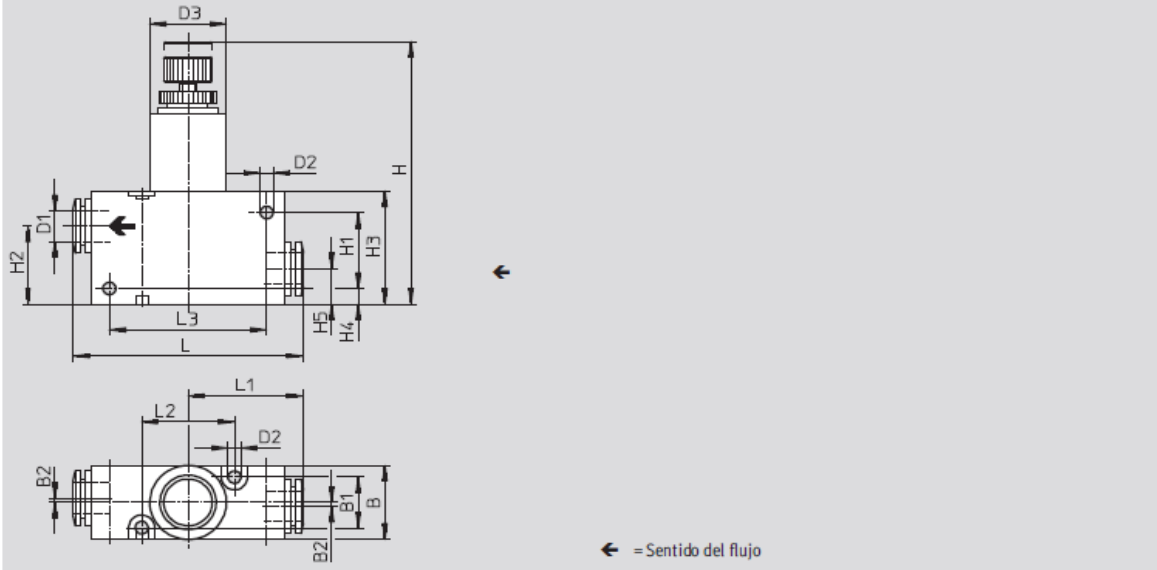
Rosca D1	D2 Ø	D3 Ø	D5 Ø	D6 Ø	H1		H2	H3	H4		L1	↺
					mín.	máx.			mín.	máx.		
M5	4	9,8	8	10	44,6	48,75	2,9	7,6	41,7	45,8	16	10
	6	9,8	10,5	10	44,6	48,7	2,9	8,4	41,7	45,8	17,8	10
	6	9,8	10,5	10	44,6	48,7	2,9	8,4	41,7	45,8	17,8	10
R $\frac{1}{8}$	4	14,4	10	14	56	60	7,8	10,5	52	56	21,4	14
	6	14,4	12,4	14	56	60	7,8	10,7	52	56	23,5	14
	8	14,4	14,4	14	56	60	7,8	11,7	52	56	26,9	14
R $\frac{1}{4}$	6	18,4	12,4	17	60,8	64,8	11,3	12,2	54,8	58,8	25,5	17
	8	18,4	14,4	17	60,8	64,8	11,3	13,2	54,8	58,8	28,4	17

Válvulas reguladoras de presión LR

Hoja de datos



Dimensiones Datos CAD disponibles en www.festo.com
 En ambos lados con racor QS



Racor	B	B1	B2	D1 Ø	D2 Ø	D3 Ø	H		H1	H2	H3	H4	H5	L	L1	L2	L3
							mín.	máx.									
QS-4	15	9	1	4	3,2	15	59	63	17	19	25	4	9	44	22	20	30
QS-6				6										45	22,5		
QS-8	19	13	1	8	3,2	19	63,5	67,5	21	21	29	4	9	57	28,5	23	39

Referencias		Rosca para atornillar	Para tubo de diámetro exterior [mm]	Nº de artículo	Tipo
	Con racor QS y rosca métrica con anillo de junta	M5	4	153 532	LR-M5-QS-4
			6	153 533	LR-M5-QS-6
	Con racor QS y rosca recubierta de PTFE	R ¹ / ₈	4	153 534	LR- ¹ / ₈ -QS-4
			6	153 535	LR- ¹ / ₈ -QS-6
		R ¹ / ₄	8	153 536	LR- ¹ / ₈ -QS-8
			6	153 537	LR- ¹ / ₄ -QS-6
	En ambos lados con racor QS	-	4	153 540	LR-QS-4
			6	153 541	LR-QS-6
			8	153 542	LR-QS-8

Anexo 13. Ficha técnica de electroválvula SMC VXZ252JG.

**Electroválvula de 2 vías de mando asistido
Modelo de presión diferencial cero**

Nuevo
CE RoHS



Compacto
Altura
4% menor* (4 mm)
(VXZ24, Cuerpo C37 (latón))

Peso ligero
Peso
27% más ligero* (150 g)
(VXZ23, Cuerpo de resina)

* Comparación con el modelo convencional de SMC

- Se puede utilizar sin presión a la entrada
- Presión diferencial mín. de trabajo: **0 MPa**
(Cuando la válvula está abierta)

VXZ23



Material del cuerpo
Aluminio, resina* (Conexiones instantáneas incorporadas)
* VXZ23

Fijación Equipamiento estándar

Diám. ext. tubo aplicable
ø10, ø12 Sistema métrico
ø3/8" Pulgadas

Cuerpo de resina Cuerpo de aluminio

Cubierta protectora
IP65*
* El terminal del modelo de entrada eléctrica tipo "Faston" es IP40.

Tipo de válvula

N.C. N.A.

Material del cuerpo
C37 (latón),
acero inoxidable (VXZ23 a 26)

Cuerpo C37 (latón) Cuerpo de acero inoxidable

Serie VXZ



CAT.EUS70-51A-ES

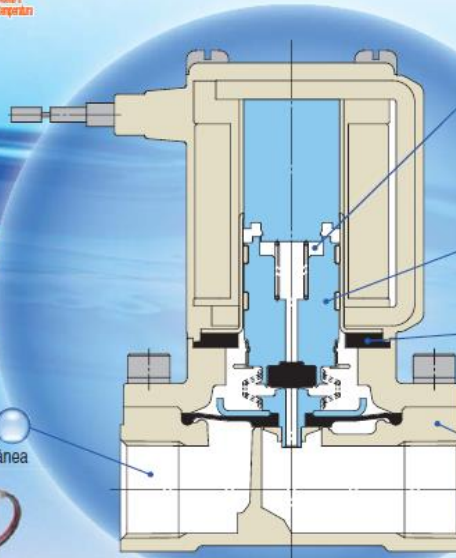
Electroválvula de 2 vías de mando asistido para presión diferencial cero *Serie VXZ*



Protección IP65

No inflamable conforme a UL94V-0

Variaciones de conexionado
Conexión a rosca, conexión instantánea



Holgura
Al proporcionar un amortiguador y holgura, reducimos el ruido de colisión del núcleo en la activación (cuando la válvula abre). Gracias a la holgura, cuando se usan fluidos muy viscosos como el aceite, el armazón no se queda adherido y se mejora la respuesta en la desactivación (cuando la electroválvula cierra).

Mayor duración del armazón

Diseño para bajo nivel de ruido
Reducido ruido por impacto gracias al amortiguador elástico

Material del cuerpo
Aluminio, resina **Aire** (VXZ2³_A)
Agua/Aceite/Aire/Agua caliente/Aceite a alta temperatura

C37 (latón), acero inoxidable

Rectificador de onda completa integrado (especificación AC)

- Mayor durabilidad**
La vida útil se amplía gracias a un diseño específico. (en comparación con la especificación AC actual)
- Reducción de zumbido de la bobina**
Rectificado a DC por un rectificador de onda completa, con la consiguiente reducción del zumbido.
- Respuesta OFF mejorada**
Especialmente construido para mejorar la respuesta OFF cuando se utiliza con un fluido de mayor viscosidad como el aceite.
- Diseño para bajo nivel de ruido**
Construida especialmente para reducir el ruido por impacto durante el funcionamiento.



Variaciones <Fluido>

Modelo	Fluido aplicable*				
	Aire	Agua	Aceite	Agua caliente	Aceite a alta temperatura
Para aire VXZ2□0 Pág. 4	●				
Para agua VXZ2□2 Pág. 7	●	●			
Para aceite VXZ2□3 Pág. 10	●	●	●		
Para agua caliente VXZ2□5 Pág. 13	●	●		●	
Para aceite a alta temperatura VXZ2□6 Pág. 16	●	●	●		●

* Consulte las págs 35 y 36, para más detalles.

<Tamaño del cuerpo>

Modelo	Tamaño del cuerpo	Dímetro del orificio mm	Tamaño de conexión	Material del cuerpo	Fluido
VXZ2 ³ _A	10A	10	1/4, 3/8	Aluminio	Aire
			ø10, ø12, ø3/8"	Resina	Aire
VXZ2 ⁴ _B	15A	15	1/2	C37 (latón)	Aire, Agua
				Acero inoxidable	Aire, Agua
VXZ2 ⁵ _C	20A	20	3/4	C37 (latón)	Aceite, Agua caliente
				Acero inoxidable	Aceite, Agua caliente
VXZ2 ⁶ _D	25A	25	1	C37 (latón)	Aceite a alta temperatura
				Acero inoxidable	Aceite a alta temperatura

Electroválvula de 2 vías de mando asistido Modelo de presión diferencial cero

Serie VXZ



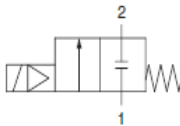
Para agua

* Se puede usar con aire (hasta 133 Pa.abs para vacío).
Observe que la presión diferencial máxima de trabajo y las características de caudal deben estar dentro de las características técnicas para aire.

Características de caudal

N.C.

Símbolo



Cuando la válvula está cerrada, el caudal se bloquea desde la conexión 1 hasta la conexión 2. No obstante, si la presión en la conexión 2 es superior a la de la conexión 1, la válvula no podrá bloquear el fluido y éste fluirá desde la conexión 2 hacia la conexión 1.



Normalmente cerrada (N.C.)

Material del cuerpo	Tamaño de conexión (Diámetro nominal)	Diámetro del orificio [mm]	Modelo	Presión diferencial min. de trabajo ^{Nota 1)} [MPa]	Presión diferencial máx. de trabajo [MPa]		Características de caudal		Presión máx. del sistema [MPa]	Peso ^{Nota 2)} [g]
					AC	DC	$A_v \times 10^{-6} \text{ m}^2$	Cv		
C37 (latón), acero inoxidable	1/4 (8A)	10	VXZ232	0	1.0	0.7	46	1.9	1.5	600
	3/8 (10A)		58				2.4			
	1/2 (15A)	15	VXZ242				130	5.3		
	3/4 (20A)	20	VXZ252				220	9.2		
	1 (25A)	25	VXZ262				245	10.2		

Nota 1) El funcionamiento de la válvula puede hacerse inestable si se produce una reducción fuerte de caudal debido a la capacidad de la fuente de alimentación de presión (por ejemplo, bombas y compresores) o a una caída de presión elevada en el circuito de fluido. Póngase en contacto con SMC para verificar que el tamaño de válvula requerido se puede usar en la aplicación. Póngase en contacto con SMC para ver la compatibilidad del caudal de circuito y el tamaño de válvula. (Véase la pág. 21)

Nota 2) Peso del modelo con salida directa a cable. Añada 10 g para el modelo con conducto, 30 g para el modelo con terminal DIN y 60 g para el modelo con caja de conexiones, respectivamente.

- Consulte en el "Glosario de términos" (pág. 28) los detalles acerca de la presión diferencial máxima de trabajo.

Temperatura ambiente y de fluido

Temperatura de fluido [°C]	Temperatura ambiente [°C]
1 a 60	-20 a 60

Nota) Sin congelación

Índice de fuga de la válvula

Fuga Interna

Material sellante	Índice de fugas (Agua) ^{Nota 1)}
NBR, FKM	0.1 cm ³ /min o menos

Fuga externa

Material sellante	Índice de fugas (Agua) ^{Nota 1)}
NBR, FKM	0.1 cm ³ /min o menos

Nota 1) Las fugas corresponden al valor a una temperatura ambiente de 20°C.

Características técnicas

Para aire

Para agua

Para aceite

Para agua caliente

Para aceite a alta temperatura

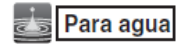
Opciones

Diseño

Dimensiones

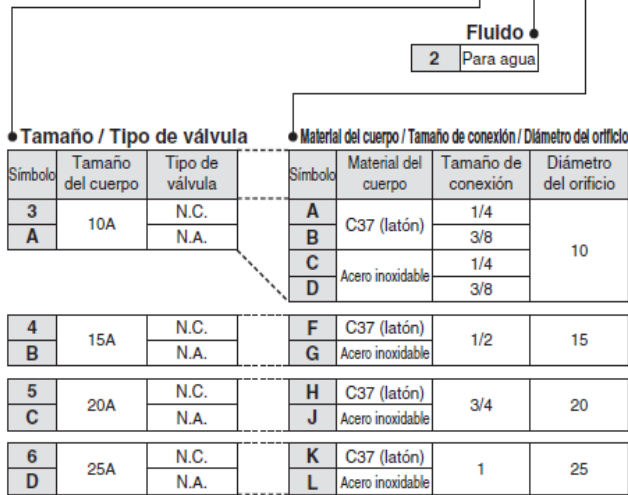
Electroválvula de 2 vías de mando asistido
Modelo de presión diferencial cero

Serie VXZ



Forma de pedido (unidad individual)

VXZ2 3 2 A A A



● Tamaño / Tipo de válvula			● Material del cuerpo / Tamaño de conexión / Diámetro del orificio		
Símbolo	Tamaño del cuerpo	Tipo de válvula	Símbolo	Material del cuerpo	Tamaño de conexión / Diámetro del orificio
3	10A	N.C.	A	C37 (latón)	1/4
A		N.A.	B		3/8
			C	Acero inoxidable	1/4
			D		3/8
4	15A	N.C.	F	C37 (latón)	1/2
B		N.A.	G	Acero inoxidable	
5	20A	N.C.	H	C37 (latón)	3/4
C		N.A.	J	Acero inoxidable	
6	25A	N.C.	K	C37 (latón)	1
D		N.A.	L	Acero inoxidable	

Tensión / Entrada eléctrica (tipo de aislamiento de bobina: Clase B) ●

Símbolo	Tensión	Entrada eléctrica	Símbolo	Tensión	Entrada eléctrica
A	24 VDC	Salida directa a cable	Z1W	24 VAC	Caja de conexiones (Con supresor de picos de tensión)
B	100 VAC		Z1N	12 VDC	
C	110 VAC	Salida directa a cable (Con supresor de picos de tensión)	Z1P	48 VAC	
D	200 VAC		Z1Q	220 VAC	Conducto (Con supresor de picos de tensión)
E	230 VAC		Z1R	240 VAC	
F	24 VDC		Z1Y	24 VAC	
G	24 VDC		Z1S	12 VDC	
H	100 VAC	Terminal DIN (Con supresor de picos de tensión)	Z1T	12 VDC	Terminal Faston
J	110 VAC		Z2A	24 VDC	
K	200 VAC		Z2B	100 VAC	
L	230 VAC		Z2C	110 VAC	
M	24 VDC		Z2D	200 VAC	Terminal DIN (Con supresor de picos de tensión y LED)
N	100 VAC	Caja de conexiones (Con supresor de picos de tensión)	Z2E	230 VAC	
P	110 VAC		Z2F	48 VAC	
Q	200 VAC		Z2G	220 VAC	
R	230 VAC		Z2H	240 VAC	
S	24 VDC		Z2V	24 VAC	
T	100 VAC	Conducto (Con supresor de picos de tensión)	Z2J	12 VDC	
U	110 VAC		Z2K	24 VDC	
V	200 VAC		Z2L	100 VAC	
W	230 VAC		Z2M	110 VAC	Caja de conexiones (Con supresor de picos de tensión y LED)
Y	24 VDC	Terminal Faston	Z2N	200 VAC	
Z1A	48 VAC	Salida directa a cable (Con supresor de picos de tensión)	Z2P	230 VAC	
Z1B	220 VAC		Z2Q	48 VAC	
Z1C	240 VAC		Z2R	220 VAC	
Z1U	24 VAC		Z2S	240 VAC	
Z1D	12 VDC	Salida directa a cable (Con supresor de picos de tensión)	Z2W	24 VAC	
Z1E	12 VDC		Z2T	12 VDC	
Z1F	48 VAC		Z3A	24 VDC	
Z1G	220 VAC	Terminal DIN (Con supresor de picos de tensión)	Z3B	100 VAC	
Z1H	240 VAC		Z3C	110 VAC	Terminal DIN (Con supresor de picos de tensión, sin conector DIN)
Z1V	24 VAC		Z3D	200 VAC	
Z1J	12 VDC		Z3E	230 VAC	
Z1K	48 VAC	Caja de conexiones (Con supresor de picos de tensión)	Z3F	48 VAC	
Z1L	220 VAC		Z3G	220 VAC	
Z1M	240 VAC		Z3H	240 VAC	
			Z3V	24 VAC	
			Z3J	12 VDC	

● Con fijación

—	No
XB	Sí

* La fijación se envía junto con el producto, pero sin montar.

● Otras opciones

Símbolo	Material sellante Nota	Exento de aceite	Rosca de conexión
—	NBR	—	Rc
A	NBR	—	G
B	NBR	—	NPT
C	FKM	—	Rc
D	NBR	○	G
E	NBR	○	NPT
F	FKM	—	G
G	FKM	—	NPT
H	FKM	○	Rc
K	FKM	○	G
L	FKM	○	NPT
Z	NBR	○	Rc

Nota) Para el modelo resistente a ozono de baja concentración y agua desionizada, seleccione el material sellante de FKM.

Para otras opciones especiales, véase la pág. 19.

Especificación EPDM
Dirección de entrada eléctrica especial

- Características técnicas
- Para aire
- Para agua
- Para aceite
- Para agua caliente
- Para aceite a alta temperatura
- Opciones
- Diseño
- Dimensiones

Anexo 14. Ficha técnica de variador de frecuencia Schneider Altivar ATV 312H037M3.

Altivar 312

Variadores de velocidad






Schneider
Electric

Altivar 312

Variadores de velocidad para motores asincrónicos y sincrónicos

Guía de elección



Tipo de máquinas	Máquinas sencillas	Máquinas de bombeo y ventilación (edificio HVAC) (1)	
			
Rango de tensión de alimentación para redes de 50/60 Hz (kW)	0,18...4	0,18...15	0,75...75
Monofásica 100...120 V (kw)	0,18...0,75	–	–
Monofásica 200...240 V (kw)	0,18...2,2	0,18...2,2	–
Trifásica 200...230 V (kw)	–	–	–
Trifásica 200...240 V (kw)	0,18...4	0,18...15	0,75...30
Trifásica 380...480 V (kw)	–	–	0,75...75
Trifásica 380...500 V (kw)	–	0,37...15	–
Trifásica 525...600 V (kw)	–	0,37...15	–
Trifásica 500...690 V (kw)	–	–	–
Características			
Frecuencia de salida	0,5...400 Hz	0,5...500 Hz	0,5...200 Hz
Tipo de control	Motor asincrónico	Estándar (tensión/frecuencia) Altas prestaciones (control vectorial de flujo sin captador) Bomba/ventilador (ley cuadrática Kn ²)	Control vectorial de flujo sin captador Ley tensión/frecuencia (2 puntos) Ley ahorro de energía
	Motor asincrónico	–	–
Sobrecarga transitoria	150...170% del par nominal motor	170...200% del par nominal motor	110% del par nominal motor
Funciones			
Número de funciones	40	50	50
Número de velocidades preseleccionadas	8	16	7
Número de entradas/salidas			
Entradas analógicas	1	3	2
Entradas lógicas	4	6	3
Salidas analógicas	1	1	1
Salidas lógicas	1	–	–
Salidas de relé	1	2	2
Comunicación			
Integrada	Modbus	Modbus y CANopen	Modbus
Opcionalmente	–	CANopen Daisy chain, DeviceNet, PROFIBUS DP, Modbus TCP, Fipio	LonWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet
Tarjetas (opcional)	–	–	–
Normas y homologaciones	IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 61800-3 (entornos 1 y 2, categorías C1 a C3) CE, UL, CSA, C-Tick, NOM, GOST	–	EN 55011: grupo 1, clase A y clase B con opción, e, UL, CSA, C-Tick, NOM
Referencias	ATV12	ATV312	ATV21
Páginas	Consultar nuestro catálogo Variadores de velocidad Altivar 12*	16	Consultar nuestro catálogo Variadores de velocidad Altivar 21*



(1) Heating Ventilation Air Conditioning

Altivar 312

Variadores de velocidad

Características



Características ambientales									
Conformidad con las normas	Los variadores Altivar 312 se han desarrollado respetando los niveles más severos de las normas internacionales y las recomendaciones sobre equipos eléctricos de control industrial (IEC): IEC 61800-5-1 (baja tensión), IEC 61800-3 (inmunidad CEM y CEM de emisiones conducidas y radiadas).								
Inmunidad CEM	IEC 61800-3, entornos 1 y 2 (exigencia de CEM y métodos de ensayo específicos) IEC 61000-4-2 nivel 3 (ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas) IEC 61000-4-3 nivel 3 (ensayo de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados a las frecuencias radioeléctricas) IEC 61000-4-4 nivel 4 (ensayo de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas) IEC 61000-4-5 nivel 3 (ensayo de inmunidad a las ondas de choque)								
CEM emisiones conducidas y disipadas para variadores	<table border="0"> <tr> <td>ATV 312H●●●●●</td> <td>IEC 61800-3, entornos: 2 (red industrial) y 1 (red pública) con distribución restringida</td> </tr> <tr> <td>ATV 312H018M2...HU15M2 ATV 312H037N4...HU40N4</td> <td>IEC 61800-3 categoría C2 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C1</td> </tr> <tr> <td>ATV 312HU22M2, ATV 312HU55N4...HD15N4</td> <td>IEC 61800-3 categoría C3 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2 * IEC 61800-3 categoría C1</td> </tr> <tr> <td>ATV 312H018M3...HD15M3</td> <td>Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2</td> </tr> </table>	ATV 312H●●●●●	IEC 61800-3, entornos: 2 (red industrial) y 1 (red pública) con distribución restringida	ATV 312H018M2...HU15M2 ATV 312H037N4...HU40N4	IEC 61800-3 categoría C2 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C1	ATV 312HU22M2, ATV 312HU55N4...HD15N4	IEC 61800-3 categoría C3 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2 * IEC 61800-3 categoría C1	ATV 312H018M3...HD15M3	Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2
ATV 312H●●●●●	IEC 61800-3, entornos: 2 (red industrial) y 1 (red pública) con distribución restringida								
ATV 312H018M2...HU15M2 ATV 312H037N4...HU40N4	IEC 61800-3 categoría C2 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C1								
ATV 312HU22M2, ATV 312HU55N4...HD15N4	IEC 61800-3 categoría C3 Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2 * IEC 61800-3 categoría C1								
ATV 312H018M3...HD15M3	Con filtro CEM adicional (1) : * IEC 61800-3 categoría C2								
Marcado CE	Los variadores están marcados CE en virtud de las directivas europeas de baja tensión (2006/95/CE) y CEM (2004/108/CE)								
Homologación de productos	UL, CSA, NOM, GOST y C-Tick								
Grado de protección	IP31 y IP41 en la parte superior e IP21 en el nivel de los bornes de conexión								
Resist. a las vibraciones	Variador sin opción carril  Según IEC 60068-2-6: 1,5 mm pico a pico de 3 a 13 Hz, 1 gn de 13 a 150 Hz								
Resistencia a los choques	15 gn durante 11 ms según IEC 60068-2-27								
Contaminación ambiental máxima Definición de los aislaciones	Grado 2 según IEC 61800-5-1								
Condiciones de entorno Utilización	IEC 60721-3-3 clases 3C2 y 3S2								
Humedad relativa	% 5...95 sin condensación ni goteo, según IEC 60068-2-3								
Temperatura ambiente en el entorno del aparato	<table border="0"> <tr> <td>Para funcionamiento</td> <td>°C - 10...+ 50 sin desclasificación - 10...+ 60 con desclasificación sin el obturador de protección sobre el variador (ver curvas de desclasificación en la página 52)</td> </tr> <tr> <td>Para almacenamiento</td> <td>°C - 25...+ 70</td> </tr> </table>	Para funcionamiento	°C - 10...+ 50 sin desclasificación - 10...+ 60 con desclasificación sin el obturador de protección sobre el variador (ver curvas de desclasificación en la página 52)	Para almacenamiento	°C - 25...+ 70				
Para funcionamiento	°C - 10...+ 50 sin desclasificación - 10...+ 60 con desclasificación sin el obturador de protección sobre el variador (ver curvas de desclasificación en la página 52)								
Para almacenamiento	°C - 25...+ 70								
Altitud máxima de utilización	<table border="0"> <tr> <td>ATV 312H●●●●●</td> <td>m 1000 sin desclasificación de corriente</td> </tr> <tr> <td>ATV 312H●●●M2</td> <td>m Hasta 2000 para las redes monofásicas y las redes de distribución "Corner Grounded", desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios</td> </tr> <tr> <td>ATV 312H●●●M3 ATV 312H●●●N4 ATV 312H●●●S6</td> <td>m Hasta 3000 metros para las redes trifásicas, desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios.</td> </tr> </table>	ATV 312H●●●●●	m 1000 sin desclasificación de corriente	ATV 312H●●●M2	m Hasta 2000 para las redes monofásicas y las redes de distribución "Corner Grounded", desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios	ATV 312H●●●M3 ATV 312H●●●N4 ATV 312H●●●S6	m Hasta 3000 metros para las redes trifásicas, desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios.		
ATV 312H●●●●●	m 1000 sin desclasificación de corriente								
ATV 312H●●●M2	m Hasta 2000 para las redes monofásicas y las redes de distribución "Corner Grounded", desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios								
ATV 312H●●●M3 ATV 312H●●●N4 ATV 312H●●●S6	m Hasta 3000 metros para las redes trifásicas, desclasificando la corriente del 1% por 100 m suplementarios.								
Posición de funcionamiento Inclinación máxima permanente en relación con la posición de montaje vertical normal									

(1) Ver tabla, página 52, para comprobar las longitudes de cables autorizadas.

Altivar 312

Variadores de velocidad (continuación)

Características



Características del accionamiento				
Rango de frecuencia de salida	Hz	0...500		
Frecuencia de corte	kHz	Frecuencia de corte nominal: 4 kHz sin desclasificación en régimen permanente. Ajustable en funcionamiento de 2...16 kHz. Superados los 4 kHz, debe aplicarse una desclasificación en la corriente nominal del variador y la corriente nominal del motor no deberá superar este valor. Ver las curvas de desclasificación en página 52		
Gama de velocidad		1...50		
Sobrepasar transitorio		170...200% del par nominal del motor (valor típico)		
Par de frenado	Con resistencia de frenado	ATV 312H●●●●●	100% del par nominal del motor permanentemente y hasta 150% durante 60 s	
	Sin resistencia de frenado	ATV 312H018M2	150% del par nominal del motor (valor típico)	
		ATV 312H037M2...H075M2 ATV312H018M3...H075M3 ATV 312H037N4...H075N4 ATV 312H075S6	100% del par nominal del motor (valor típico)	
		ATV 312HU11M2, HU15M2 ATV 312HU11M3, HU15M3 ATV 312HU11N4, HU15N4 ATV 312HU15S6	50% del par nominal del motor (valor típico)	
		ATV 312HU22M2 ATV 312HU22M3...HD15M3 ATV 312HU22N4...HD15N4 ATV 312HU22S6...HD15S6	30% del par nominal del motor (valor típico)	
Corriente transitoria máxima		150% de la corriente nominal del variador durante 60 segundos (valor típico)		
Leyes de control motor		Ley estándar (tensión/frecuencia) Ley de altas prestaciones (control vectorial de flujo sin captador) Ley bomba/ventilador (ley cuadrática Kn2) Ley ahorro de energía (dedicada ventilación)		
Ganancias del bucle de frecuencia		Ajuste de fábrica con la estabilidad y la ganancia del bucle de velocidad Ajustes posibles para máquinas de par elevado resistente o gran inercia, o para máquinas de ciclos rápidos		
Compensación de deslizamiento		Automática con cualquier carga. Posibilidad de eliminación o ajuste		
Características eléctricas de potencia				
Alimentación	Tensión	V	200 - 15% ... 240 + 10% monofásica para ATV 312●●●●●M2 200 - 15% ... 240 + 10% trifásica para ATV 312●●●●●M3 380 - 15% ... 500 + 10% trifásica para ATV 312●●●●●N4 525 - 15% ... 600 + 10% trifásica para ATV 312●●●●●S6	
	Frecuencia	Hz	50... 60 + 5%	
Corriente de cortocircuito presunta ICC	ATV 312●●●●●M2	A	≤ 1000 (ICC en el punto de conexión) para alimentación monofásica	
	ATV 312H018M3...HU40M3 ATV 312H037N4...HU40N4 ATV 312H075S6...HU40S6	A	≤ 5000 (ICC en el punto de conexión) para alimentación trifásica	
	ATV 312HU55M3...HD15M3 ATV 312HU55N4...HD15N4 ATV 312HU55S6...HD15S6	A	≤ 22000 (ICC en el punto de conexión) para alimentación trifásica	
Tensiones de alimentación y salida del variador		Tensión de alimentación del variador	Tensión de salida del variador para motor	
	ATV 312H●●●●●M2	V	200...240 monofásica	200...240 trifásica
	ATV 312H●●●●●M3	V	200...240 trifásica	200...240 trifásica
	ATV 312H●●●●●N4	V	380...500 trifásica	380...500 trifásica
	ATV 312H●●●●●S6	V	525...600 trifásica	525...600 trifásica
Características de conexión (bornes del variador para la alimentación de la red, la salida del motor, el bus cc y la resistencia de frenado)				
Bornes del variador		L1, L2, L3, U, V, W, PC/-, PA/+, PB		
Capacidad máxima de conexión y par de apriete	ATV 312H018M2...H075M2 ATV 312H018M3...HU15M3		2,5 mm ² (AWG 14) 0,8 Nm	
	ATV 312HU11M2...HU22M2 ATV 312HU22M3...HU40M3 ATV 312H037N4...HU40N4 ATV 312H075S6...HU40S6		5 mm ² (AWG 10) 1,2 Nm	
	ATV 312HU55M3, HU75M3 ATV 312HU55N4, HU75N4 ATV 312HU55S6, HU75S6		16 mm ² (AWG 6) 2,5 Nm	
	ATV 312HD11M3, HD15M3 ATV 312HD11N4, HD15N4 ATV 312HD11S6, HD15S6		25 mm ² (AWG 3) 4,5 Nm	
Aislación galvánica		Aislación galvánica entre potencia y control (entradas, salidas, alimentaciones)		

Características:
págs. 18 a 23

Referencias:
págs. 24 a 33

Dimensiones:
págs. 44 a 49

Esquemas:
págs. 50 y 51

Funciones:
págs. 56 a 71

Altivar 312

Variadores de velocidad (continuación)

Características



Características eléctricas de control	
Fuentes internas de alimentación disponibles	<p>Protegidas contra los cortocircuitos y las sobrecargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 alimentación \approx 10 V (0/+ 8%) para el potenciómetro de consigna (2,2 a 10 kΩ), corriente máxima 10 mA, • 1 alimentación \approx 24 V (mín. 19 V, máx. 30 V) para las entradas lógicas de control, corriente máxima 100 mA.
Entradas analógicas	<p>Tiempo de muestreo < 8 ms Resolución: 10 bits Precisión: \pm 4,3% Linealidad: \pm 0,2% del valor máximo de la escala Utilización: <ul style="list-style-type: none"> • 100 m como máximo con cable blindado • 25 m como máximo con cable no blindado </p>
AI1	1 entrada analógica en tensión c 0...10 V, impedancia 30 kW, tensión máxima de no destrucción 30 V
AI2	1 entrada analógica en tensión bipolar \pm 10 V, impedancia 30 kW, tensión máxima de no destrucción 30 V
AI3	1 entrada analógica en corriente X-Y mA programando X e Y de 0 a 20 mA, con impedancia 250 Ω
Salidas analógicas en tensión o en corriente configurable como salida lógica	<p>2 salidas analógicas: <ul style="list-style-type: none"> • 1 salida analógica en tensión (AOV), • 1 salida analógica en corriente (AOC) configurable en salida lógica. Estas 2 salidas analógicas no pueden utilizarse al mismo tiempo</p>
AOV	Salida analógica en tensión 0...10 V, impedancia de carga mín. 470 Ω Resolución 8 bits, precisión \pm 1%, linealidad \pm 0,2% del valor máximo de la escala
AOC	Salida analógica en corriente 0...20 mA, impedancia de carga máx. 800 Ω Resolución 8 bits, precisión \pm 1%, linealidad \pm 0,2% Salida analógica AOC configurable como salida lógica 24 V, 20 mA máx., impedancia de carga mín. 1,2 k Ω Tiempo de muestreo < 8 ms
Salidas de relés	
R1A, R1B, R1C	1 salida lógica de relé, un contacto "NC" y un contacto "NA" con punto común. Poder de conmutación mínimo: 10 mA para 5 V Poder de conmutación máximo: <ul style="list-style-type: none"> • en carga resistiva (cos ϕ = 1 y L/R = 0 ms): 5 A para \sim 250 V o \approx 30 V, • en carga inductiva (cos ϕ = 0,4 y L/R = 7 ms): 2 A para \sim 250 V o \approx 30 V Tiempo de muestreo < 8 ms Conmutación: 100.000 maniobras
R2A, R2B	1 salida lógica de relé, un contacto "NC", contacto abierto en fallo. Poder de conmutación mínimo: 10 mA para 5 V Poder de conmutación máximo: <ul style="list-style-type: none"> • en carga resistiva (cos ϕ = 1 y L/R = 0 ms): 5 A para \sim 250 V o \approx 30 V, • en carga inductiva (cos ϕ = 0,4 y L/R = 7 ms): 2 A para \sim 250 V o \approx 30 V Tiempo de muestreo < 8 ms Conmutación: 100.000 maniobras
Entradas lógicas LI	
LI1...LI6	6 entradas lógicas programables, compatibles con autómatas nivel 1, norma IEC/EN 61131-2 Impedancia 3,5 k Ω Alimentación \approx 24 V interna o \approx 24 V externa (mín. 19 V, máx. 30 V) Intensidad máxima: 100 mA Tiempo de muestreo < 4 ms La multiasignación permite configurar varias funciones en una misma entrada (ejemplo: LI1 asignada a marcha adelante y velocidad preseleccionada 2, LI3 asignada a marcha atrás y velocidad preseleccionada 3)
Lógica positiva (Source)	Estado 0 si < 5 V o entrada lógica no cableada Estado 1 si > 11 V
Lógica negativa (Sink)	Estado 0 si > 19 V o entrada lógica no cableada Estado 1 si < 13 V
Posición CLI	Conexión con salida de autómatas programables (ver esquema en página 50)
Capacidad máxima de conexión y par de apriete de las entradas/salidas	2,5 mm ² (AWG 14) 0,6 Nm

Características:
págs. 18 a 23

Referencias:
págs. 24 a 33

Dimensiones:
págs. 44 a 49

Esquemas:
págs. 50 y 51

Funciones:
págs. 56 a 71

Altivar 312

Variadores de velocidad (continuación)

Características



Características eléctricas de control (continuación)			
Rampas de aceleración y de desaceleración			Forma de las rampas: <ul style="list-style-type: none"> • lineales, ajustables por separado de 0,1 a 999,9s • en S, en U o personalizadas Adaptación automática del tiempo de rampa de desaceleración en caso de rebasamiento de las posibilidades de frenado, posibilidad de eliminar esta adaptación (uso de una resistencia de frenado)
Frenado de parada			Por inyección de corriente continua: <ul style="list-style-type: none"> • mediante orden en una entrada lógica programable (LI1 a LI6) • automáticamente desde que la frecuencia de salida estimada es < 0,5 Hz, duración ajustable de 0 a 30 s o permanente, corriente ajustable de 0 a 1,2 In
Principales protecciones y seguridades del variador			Protección térmica contra los calentamientos excesivos Protección contra los cortocircuitos entre las fases del motor Protección contra los cortes de fases de entrada, trifásica Protección contra los cortes de fases del motor Protección contra las sobreintensidades entre las fases de salida del motor y tierra Seguridades de sobretensión y subtensión de red
Protección del motor (ver página 69)			Protección térmica integrada en el variador por cálculo permanente de I ² t
Resistencia dieléctrica	Entre bornes de tierra y potencia	ATV 312H●●●M2	≡ 2040 V
		ATV 312H●●●M3	≡ 2410 V
		ATV 312H●●●N4	≡ 2550 V
	Entre bornes de control y potencia	ATV 312H●●●S6	≡ 2550 V
		ATV 312H●●●M2	~ 2880 V
		ATV 312H●●●M3	~ 2880 V
		ATV 312H●●●N4	~ 3400 V
		ATV 312H●●●S6	~ 3600 V
Señalización			Visualización codificada mediante 1 visualizador de 4 dígitos (mensajes, valores) y 5 LED de estado (modo actual, bus CANopen)
Resolución de frecuencia	Visualizadores	Hz	0,1
	Entradas analógicas	Hz	Resolución = ((velocidad máxima - velocidad mínima) / 1024) Valor mín. = 0,1
Constante de tiempo durante un cambio de consigna		ms	5

Altivar 312

Variadores de velocidad (continuación)

Características



Características del puerto de comunicación		
Protocolos disponibles		Protocolos Modbus y CANopen integrados en el variador. A estos dos protocolos puede accederse mediante un solo conector RJ45 situado bajo el variador.
Protocolo Modbus		
Estructura	Conector	Tipo RJ45
	Interfaz física	RS 485
	Modo de transmisión	RTU
	Velocidad de transmisión	Puede configurarse mediante la interfaz hombre-máquina, las terminales remotas o el software de puesta en marcha SoMove : 4800, 9600 ó 19200 bits/s
	Número máximo de equipos	31
	Dirección	1 a 247, puede configurarse mediante la interfaz hombre-máquina, las terminales remotas o el software de puesta en marcha SoMove
Servicios	Perfiles funcionales	CiA 402
	Mensajería	Read Holding Registers (03) Write Single Register (06) Write Multiple Registers (16) Read Device Identification (43)
	Vigilancia de la comunicación	Configurable
Protocolo CANopen		
Estructura	Conector	Tipo RJ45
	Gestión de red	Esclavo
	Velocidad de transmisión	Puede configurarse mediante la interfaz hombre-máquina, las terminales remotas o el software de puesta en marcha SoMove : 10, 20, 50, 125, 250, 500 kbit/s ó 1 Mbit/s
	Número máximo de equipos	127
	Dirección (Node ID)	1 a 127, puede configurarse mediante la interfaz hombre-máquina, las terminales remotas o el software de puesta en marcha SoMove
Servicios	Número de PDO (Process Data Objects/objetos de datos de proceso)	2 PDO: PDO 1: no configurable PDO 6: configurable
	Modos de los PDO	PDO 1: asincrónico PDO 6: asincrónico, sincrónico, asincrónico cíclico
	Número de SDO (Service Data Objects/objetos de datos de servicio)	1 SDO en recepción y 1 SDO en emisión
	Perfiles funcionales	CiA 402
	Vigilancia de la comunicación	Node guarding y Heartbeat
Diagnóstico	Mediante LED	En interfaz hombre-máquina
Archivo de descripción		Hay disponible un archivo eds en nuestro sitio web www.schneider-electric.com.ar

Altivar 312

Variadores de velocidad

Referencias



ATV 312H075M2



ATV 312HU15N4



ATV 312HU30N4



ATV 312HU75N4

Variadores (rango de frecuencia de 0,5 a 500 Hz)

Motor		Red				Altivar 312				Referencia	Peso kg
Potencia indicada en la placa (1)	Potencia aparente	Corriente de línea máxima (2) (3)		Potencia aparente	Icc línea presunta máxima (4)	Corriente de salida máxima permanente (In) (1)	Corriente transitoria máxima durante 60 s	Potencia disipada con corrien- te de salida máxima (In) (1)			
		en U1 A	en U2 A						en U2 kVA	kA	en U2 A
Tensión de alimentación monofásica: 200...240 V 50/60 Hz, con filtro CEM integrado (3) (5)											
0,18	0,25	3,0	2,5	0,6	1	1,5	2,3	24	ATV 312H018M2	1,500	
0,37	0,5	5,3	4,4	1	1	3,3	5	41	ATV 312H037M2	1,500	
0,55	0,75	6,8	5,8	1,4	1	3,7	5,6	46	ATV 312H055M2	1,500	
0,75	1	8,9	7,5	1,8	1	4,8	7,2	60	ATV 312H075M2	1,500	
1,1	1,5	12,1	10,2	2,4	1	6,9	10,4	74	ATV 312HU11M2	1,800	
1,5	2	15,8	13,3	3,2	1	8	12	90	ATV 312HU15M2	1,800	
2,2	3	21,9	18,4	4,4	1	11	16,5	123	ATV 312HU22M2	3,100	
Tensión de alimentación trifásica: 200...240 V 50/60 Hz, sin filtro CEM (3) (6)											
0,18	0,25	2,1	1,9	0,7	5	1,5	2,3	23	ATV 312H018M3	1,300	
0,37	0,5	3,8	3,3	1,3	5	3,3	5	38	ATV 312H037M3	1,300	
0,55	0,75	4,9	4,2	1,7	5	3,7	5,6	43	ATV 312H055M3	1,300	
0,75	1	6,4	5,6	2,2	5	4,8	7,2	55	ATV 312H075M3	1,300	
1,1	1,5	8,5	7,4	3	5	6,9	10,4	71	ATV 312HU11M3	1,700	
1,5	2	11,1	9,6	3,8	5	8	12	86	ATV 312HU15M3	1,700	
2,2	3	14,9	13	5,2	5	11	16,5	114	ATV 312HU22M3	1,700	
3	-	19,1	16,6	6,6	5	13,7	20,6	146	ATV 312HU30M3	2,900	
4	5	24,2	21,1	8,4	5	17,5	26,3	180	ATV 312HU40M3	2,900	
5,5	7,5	36,8	32	12,8	22	27,5	41,3	292	ATV 312HU55M3	6,400	
7,5	10	46,8	40,9	16,2	22	33	49,5	388	ATV 312HU75M3	6,400	
11	15	63,5	55,6	22	22	54	81	477	ATV 312HD11M3	10,500	
15	20	82,1	71,9	28,5	22	66	99	628	ATV 312HD15M3	10,500	
Tensión de alimentación trifásica: 380...500 V 50/60 Hz, con filtro CEM integrado (3) (5)											
0,37	0,5	2,2	1,7	1,5	5	1,5	2,3	32	ATV 312H037N4	1,800	
0,55	0,75	2,8	2,2	1,8	5	1,9	2,9	37	ATV 312H055N4	1,800	
0,75	1	3,6	2,7	2,4	5	2,3	3,5	41	ATV 312H075N4	1,800	
1,1	1,5	4,9	3,7	3,2	5	3	4,5	48	ATV 312HU11N4	1,800	
1,5	2	6,4	4,8	4,2	5	4,1	6,2	61	ATV 312HU15N4	1,800	
2,2	3	8,9	6,7	5,9	5	5,5	8,3	79	ATV 312HU22N4	3,100	
3	-	10,9	8,3	7,1	5	7,1	10,7	125	ATV 312HU30N4	3,100	
4	5	13,9	10,6	9,2	5	9,5	14,3	150	ATV 312HU40N4	3,100	
5,5	7,5	21,9	16,5	15	22	14,3	21,5	232	ATV 312HU55N4	6,500	
7,5	10	27,7	21	18	22	17	25,5	269	ATV 312HU75N4	6,500	
11	15	37,2	28,4	25	22	27,7	41,6	397	ATV 312HD11N4	11,000	
15	20	48,2	36,8	32	22	33	49,5	492	ATV 312HD15N4	11,000	
Tensión de alimentación trifásica: 525...600 V 50/60 Hz, sin filtro CEM (3)											
0,75	1	2,8	2,4	2,5	5	1,7	2,6	36	ATV 312H075S6 (7)	1,700	
1,5	2	4,8	4,2	4,4	5	2,7	4,1	48	ATV 312HU15S6 (7)	1,700	
2,2	3	6,4	5,6	5,8	5	3,9	5,9	62	ATV 312HU22S6 (7)	2,900	
4	5	10,7	9,3	9,7	5	6,1	9,2	94	ATV 312HU40S6 (7)	2,900	
5,5	7,5	16,2	14,1	15	22	9	13,5	133	ATV 312HU55S6 (7)	6,200	
7,5	10	21,3	18,5	19	22	11	16,5	165	ATV 312HU75S6 (7)	6,200	
11	15	27,8	24,4	25	22	17	25,5	257	ATV 312HD11S6 (7)	10,000	
15	20	36,4	31,8	33	22	22	33	335	ATV 312HD15S6 (7)	10,000	

- (1) Estos valores corresponden a una frecuencia de corte nominal de 4 kHz, en utilización en régimen permanente. La frecuencia de corte se puede ajustar de 2 a 16 kHz. Superados los 4 kHz, debe aplicarse una desclasificación en la corriente nominal del variador y la corriente nominal del motor no deberá superar este valor. Ver las curvas de desclasificación en página 52.
- (2) Valor típico para un motor de 4 polos y una frecuencia de corte máxima de 4 kHz, sin inductancia de línea para Icc de línea presunta máx. (4).
- (3) Tensión nominal de alimentación, min. U1, máx. U2 : 200 (U1)...240 V (U2), 380 (U1)...500 V (U2), 525 (U1)...600 V (U2).
- (4) Si Icc de línea es superior a los valores de la tabla, es necesario añadir las inductancias de línea, ver página 42.
- (5) Variadores entregados con filtro CEM integrado de categoría C2 o C3. Este filtro puede desconectarse.
- (6) Filtro CEM opcional, ver página 40.
- (7) Inductancia de línea obligatoria se debe pedir por separado, ver página 42.

Características:
págs. 18 a 23

Referencias:
págs. 24 y 25

Dimensiones:
págs. 44 a 49

Esquemas:
págs. 50 y 51

Funciones:
págs. 56 a 71

Altivar 312

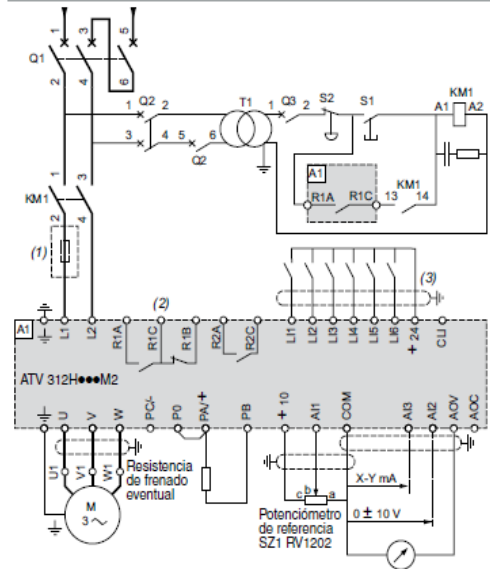
Variadores de velocidad

Esquemas



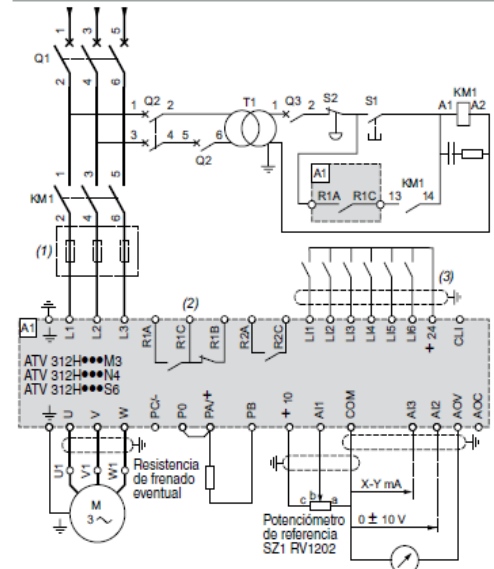
ATV 312H●●●M2

Alimentación monofásica



ATV 312H●●●M3, ATV 312H●●●N4, ATV 312H●●●S6

Alimentación trifásica



- (1) Inductancia de línea (1 fase o 3 fases).
- (2) Contactos del relé de fallo. Permite indicar a distancia el estado del variador.
- (3) La conexión del común de las entradas lógicas depende de la posición del conmutador, ver los esquemas siguientes.

Nota: Todos los bornes están situados en la parte inferior del variador.
 Equipar con antiparasitarios todos los circuitos inductivos próximos al variador o acoplados al mismo circuito, como relés, contactores, electroválvulas, iluminación fluorescente, etc.

Referencia	Designación
KM1	Contactor de línea LC1●●● + módulo antiparasitario LA4 DA2U
Q1	Guardamotor magnético GV2 L o Compact NSX
Q2	Guardamotor magnético GV2 L calibrado a dos veces la corriente nominal primaria de T1
Q3	Guardamotor termomagnético GB2 CB05
S1, S2	Pulsadores XB4 B o XB5 A
T1	Transformador 100 VA secundario 220 V

Ejemplos de esquemas recomendados

Commutadores de las entradas lógicas

Posición "SOURCE"

Posición "SINK"

Posición CLI con salidas de autómatas con transistores

Salida AOC

Control 2 hilos

L11: Adelante
L12: Atras

Control 3 hilos

L11: Parada
L12: Adelante
L13: Atras

Entradas analógicas en tensión

+ 10 V externa

Bornera de control ATV 312

Entradas analógicas en tensión

± 10 V externa

Bornera de control ATV 312

Entrada analógica en corriente

0-20 mA, 4-20 mA, X-Y mA

Bornera de control ATV 312

Fuente: 0-20 mA, 4-20 mA, X-Y mA

Anexo 15. Ficha técnica de electrobomba Pedrollo CP600 y CP650M.

CP

Electrobombas centrífugas

 Agua limpia

 Utilizo doméstico

 Utilizo civil



CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **160 l/min** (9.6 m³/h)
- Altura manométrica hasta **57 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Altura de aspiración manométrica hasta **7 m**
- Temperatura del líquido de **-10 °C** hasta **+90 °C**
- Temperatura ambiente hasta **+40 °C**
- Presión máxima en el cuerpo de la bomba:
 - **6 bar** para CP 600-610-620
 - **10 bar** para CP 650-660-670
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3



CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV
ISO 9001: CALIDAD
ISO 14001: AMBIENTE

UTILIZOS E INSTALACIONES

Son recomendadas para bombear agua limpia, sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos con los materiales que constituyen la bomba.

Por su confiabilidad y simplicidad encuentran un amplio utilizo en el sector doméstico y civil, particularmente para la distribución del agua acopladas a pequeños o medianos tanques autoclaves, para el vaciado o para la irrigación de huertos o jardines.

La instalación se debe realizar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Modelo comunitario registrado nº 002098434

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Electrobomba con rodete en tecnopolímero (CP600X, CP610X, CP620X)
- Sello mecánico especial
- Otros voltajes
- Protección IP X5 para CP 170, CP 170M

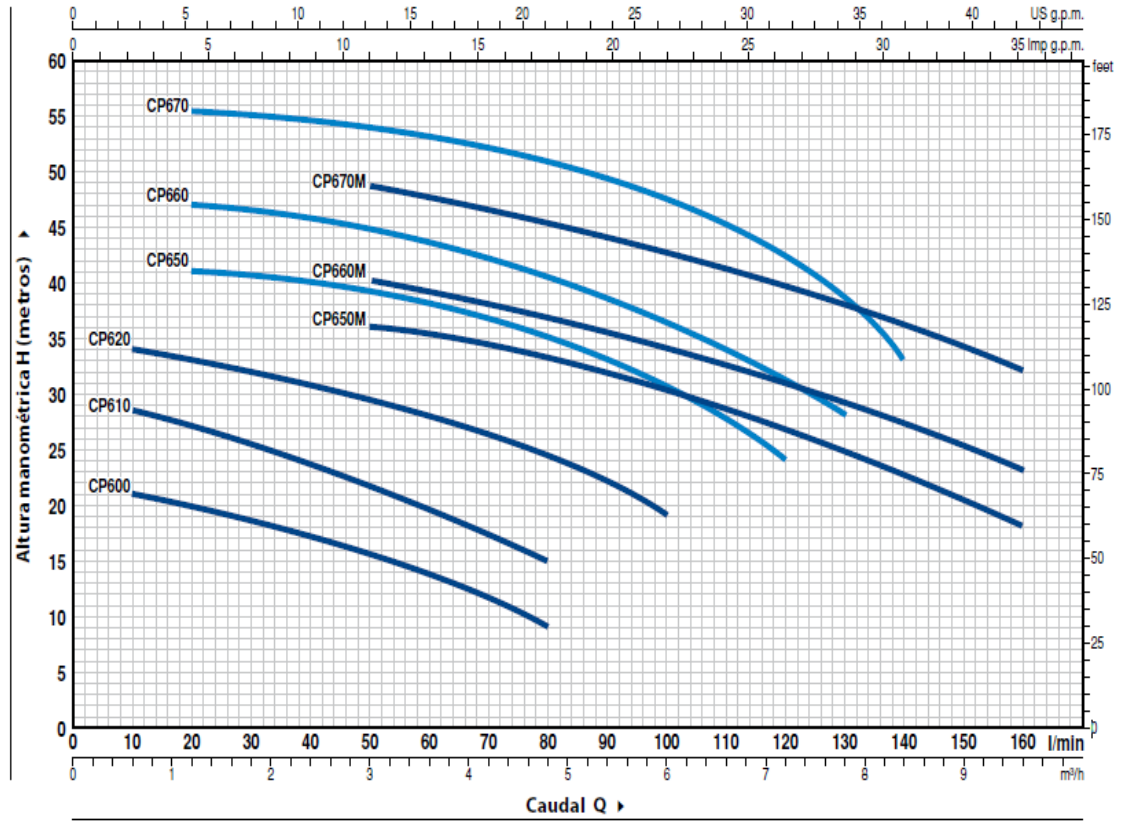
GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm HS= 0 m



MODELO		POTENCIA (P ₂)		▲	Q	H metros																			
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6			
					l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160			
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	IE2	H metros	22	21	20	18.5	17	15.5	14	12	9											
CPm 610	CP 610	0.60	0.85			30	28.5	27	25.5	23.5	21.5	19.5	17.5	15											
CPm 620	CP 620	0.75	1			35	34	33	31.5	30.5	29.5	28	26.5	24.5	22	19									
CPm 650	CP 650	1.1	1.5	IE3	H metros	42	41.5	41	40.5	39.5	39	38	36.5	35	33	30	27	24							
CPm 660	CP 660	1.5	2			48	47.5	47	46.5	46	45	43.5	42	40.5	38.5	36	33.5	31	28						
CPm 670	CP 670	2.2	3			57	56.5	55.5	55	54	53.5	53	52	50.5	49.5	47	45	42.5	38	33					
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5	IE2	H metros	39	38.5	38	37	36.5	36	35	34	33	32	30	28.5	26.5	24.5	22.5	20	18			
CPm 660M	CP 660M	1.5	2	IE3		43	42.5	42	41	40.5	40	39	37.5	36.5	35	34	32.5	31	29	27	25	23			
CPm 670M	CP 670M	2.2	3			51	50.5	50.5	50	49.5	48.5	47.5	46.5	45	44	42.5	41	39.5	37.5	36	34	32			

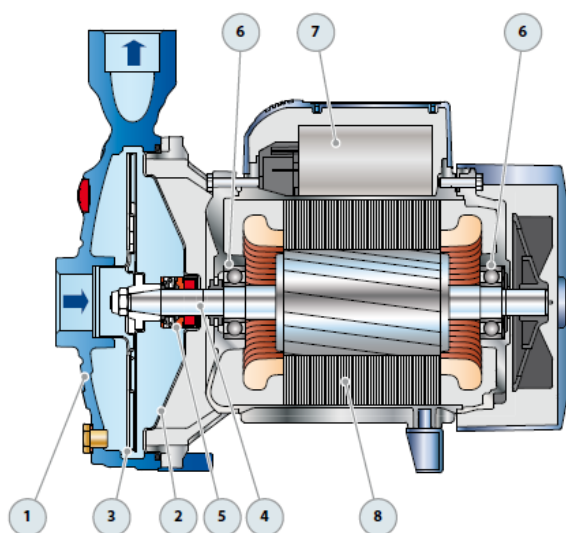
Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

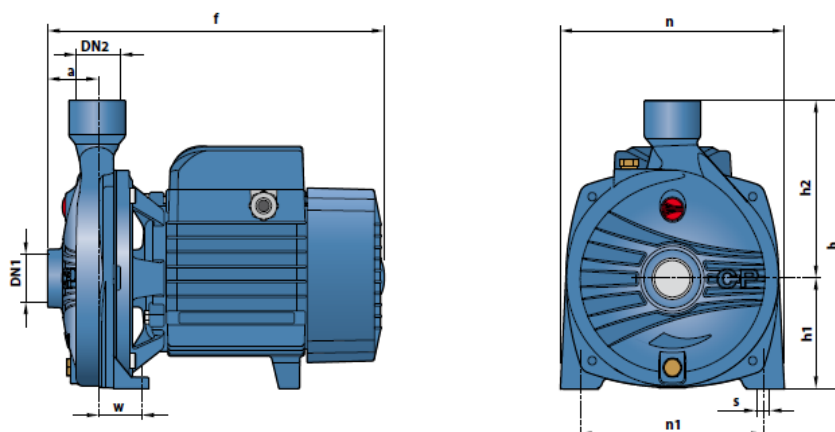
▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)

POS. COMPONENTE CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

1	CUERPO BOMBA	Hierro fundido con tratamiento de cataforesis con bocas roscadas ISO 228/1					
2	TAPA	Acero inoxidable AISI 304 (en hierro para CP 170-170M-190-200)					
3	RODETE	Acero inoxidable AISI 304					
4	EJE MOTOR	Acero inoxidable EN 10088-3 - 1.4104					
5	SELLO MECANICO	<i>Electrobomba</i>	<i>Sello</i>	<i>Eje</i>	<i>Materiales</i>		
		<i>Modelo</i>	<i>Modelo</i>	<i>Dímetro</i>	<i>Anillo fijo</i>	<i>Anillo móvil</i>	<i>Elastómero</i>
		CP 600-610	AR-12	Ø 12 mm	Cerámica	Grafito	NBR
		CP 620	AR-14	Ø 14 mm	Cerámica	Grafito	NBR
		CP 650-660-670 CP 650M-660M-670M	FN-18	Ø 18 mm	Grafito	Cerámica	NBR
6	RODAMIENTOS	<i>Electrobomba</i>	<i>Modelo</i>				
		CP 600-610	6201 ZZ / 6201 ZZ				
		CP 620	6203 ZZ / 6203 ZZ				
		CP 650-660-670 CP 650M-660M-670M	6204 ZZ / 6204 ZZ				
		7	CONDENSADOR	<i>Electrobomba</i>	<i>Capacidad</i>		
<i>Monofásica</i>	<i>(220 V)</i>			<i>(110 V o 127 V)</i>			
CpM 600	10 µF - 450 VL			25 µF - 250 VL			
CpM 610	14 µF - 450 VL			25 µF - 250 VL			
CpM 620	20 µF - 450 VL			60 µF - 300 VL			
CpM 650-650M	25 µF - 450 VL			60 µF - 250 VL			
CpM 660-660M	31.5 µF - 450 VL			60 µF - 250 VL			
CpM 670-670M	50 µF - 450 VL			80 µF - 250 VL			
8	MOTOR ELECTRICO	<p>CpM: monofásica 220 V - 60 Hz con protección térmica incorporada en el bobinado. CP: trifásica 220/380 V - 60 Hz o 220/440 V - 60 Hz.</p> <p>⇒ Las electrobombas trifásicas están equipadas con motores de alto rendimiento en clase IE2 hasta P₂=1.1 kW y en clase IE3 desde P₂=1.5 kW (IEC 60034-30)</p> <p>- Aislamiento: clase F - Protección: IP X4</p>					



DIMENSIONES Y PESOS



MODELO		BOCAS		DIMENSIONES mm									kg	
Monofásica	Trifásica	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	w	s	1~	3~
CPm 600	CP 600	1"	1"	42	253	205	82	123	165	135	41	10	7.1	7.1
CPm 610	CP 610				285	240	92	148	190	160	38		8.7	8.2
CPm 620	CP 620				11.5	10.5								
CPm 650 - 650M	CP 650 - 650M	1 1/4"	1"	51	367	260	110	150	206	165	44.5	11	17.8	17.2
CPm 660 - 660M	CP 660 - 660M												18.9	17.9
CPm 670 - 670M	CP 670 - 670M												20.7	20.1

CONSUMO EN AMPERIOS

MODELO	TENSION		
	220 V	110 V	127 V
CPm 600	2.7 A	5.5 A	5.2 A
CPm 610	4.0 A	8.0 A	7.6 A
CPm 620	6.0 A	12.0 A	10.0 A
CPm 650	8.8 A	17.6 A	16.0 A
CPm 650M	8.8 A	17.6 A	16.7 A
CPm 660	9.7 A	20.0 A	18.4 A
CPm 660M	9.7 A	19.0 A	18.4 A
CPm 670	13.2 A	25.0 A	19.0 A
CPm 670M	12.0 A	25.0 A	19.0 A

MODELO	TENSION			
	220 V	380 V	220 V	440 V
CP 600	1.8 A	1.0 A	2.0 A	1.2 A
CP 610	2.8 A	1.6 A	2.6 A	1.5 A
CP 620	4.2 A	2.4 A	4.2 A	2.4 A
CP 650	7.5 A	4.3 A	5.8 A	3.2 A
CP 650M	7.5 A	4.3 A	5.8 A	3.2 A
CP 660	6.7 A	3.9 A	6.4 A	4.1 A
CP 660M	6.7 A	3.9 A	6.4 A	4.1 A
CP 670	10.4 A	6.0 A	8.8 A	5.0 A
CP 670M	9.0 A	5.2 A	9.7 A	5.2 A

PALETIZADO

MODELO		GRUPAJE	CONTAINER
Monofásica	Trifásica	n° bombas	n° bombas
CPm 600	CP 600	90	162
CPm 610	CP 610	90	162
CPm 620	CP 620	70	112
CPm 650 - 650M	CP 650 - 650M	50	70
CPm 660 - 660M	CP 660 - 660M	50	70
CPm 670 - 670 M	CP 670 - 670 M	50	70

Anexo 16. Ficha técnica de disyuntor Schneider GV2 ME.

Guía de elección

Componentes de protección TeSys

Disyuntores motores magnetotérmicos

Aplicaciones	Protección de los motores contra los cortocircuitos y las sobrecargas
--------------	---



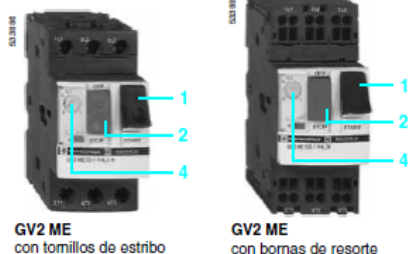
3

Umbral de disparo sobre cortocircuito	13 In			
Potencia de los motores en AC-3, 415 V	Hasta 15 kW	Hasta 30 kW	37 kW	
Corriente de empleo en 415 V	0,1...32 A	9...65 A	56...80 A	
Poder de corte en 415 V (Icu) según IEC 60947-2	10...100 kA	35...100 kA	50...100 kA	15 kA
Mando sobre puerta	Sin	Con	Sin	Sin
Tipo de disyuntores	GV2 ME	GV2 P	GV3 P	GV3 ME80
Páginas	3/46 y 3/47	3/48	3/48	3/48

Presentación

Componentes de protección TeSys

Disyuntores motores magnetotérmicos GV2, GV3 y GV7



GV2 ME
con tornillos de estribo

GV2 ME
con bornas de resorte

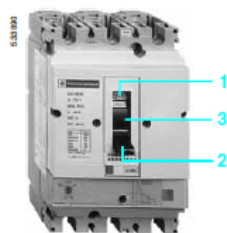
3



GV3 P



GV2 P



GV7 R

Presentación

Los disyuntores-motores GV2 ME, GV2 P, GV3 ME, GV3 P y GV7 R son disyuntores magnetotérmicos tripolares **adaptados al control y a la protección de los motores**, conforme a las normas IEC 60947-2 e IEC 60947-4-1.

Conexión

GV2

Los disyuntores GV2 ME y GV2 P están previstos para una conexión mediante tornillos de estribo.

El disyuntor GV2 ME se puede suministrar con conexión por terminales cerrados o bornas de resorte.

La conexión por bornas de resorte permite garantizar un apriete seguro y constante en el tiempo que resiste a los entornos severos, vibraciones y choques, tanto más eficaz con conductores sin terminales. Cada conexión admite dos conductores independientes.

GV3

Los disyuntores GV3 tienen una conexión por tornillo BTR (hexagonal con ranura) con apriete por llave Allen n.º 4.

Esta conexión utiliza el sistema **EverLink®** de compensación de fluencia (1) (patente de Schneider Electric).

Esta técnica permite garantizar un par y una calidad de apriete permanente, a fin de evitar la fluencia de los cables.

Los disyuntores GV3 también se ofrecen con conexión por terminales cerrados. Este tipo de conexión responde a las necesidades de determinados mercados asiáticos y a las aplicaciones de grandes vibraciones, como el transporte ferroviario.

GV7

Disyuntores GV7: conexión por tornillos (para barras y terminales cerrados) y por conectores encliquetables.

Funcionamiento

El mando es manual y local cuando el disyuntor motor se utiliza solo. Es automático y remoto cuando se asocia a un contactor.

GV2 ME y GV3 ME80

Control por pulsadores.

La activación es manual accionando el botón "I" 1.

La activación es manual accionando el botón "O" 2 o automática cuando está controlado por los dispositivos de protección magnetotérmicos o por un aditivo disparador de tensión.

GV2 P, GV3 P y GV7 R

■ Control por selector: para GV2 P y GV3 P

■ Control por palanca basculante: para GV7 R.

La activación es manual accionando el botón o la palanca en la posición "I" 1.

La activación es manual accionando el botón o la palanca en la posición "O" 2.

La activación por fallo coloca automáticamente el selector o la palanca en la posición "Trip" 3.

La reactivación sólo es posible después de que el botón o la palanca vuelvan a la posición "O".

(1) Fluencia: fenómeno normal de deformación del cobre de los conductores que aumenta con el tiempo.

Entorno			GV2 ME	GV2 P	GV3 P	GV3 ME80	GV7 R	
Tipo de disyuntores			GV2 ME	GV2 P	GV3 P	GV3 ME80	GV7 R	
Conformidad con las normas			IEC 60947-1, 60947-2, 60947-4-1, EN 60204, UL 508, CSA C 22.2 n.º 14-05, NF C 63-650, 63-120, 79-130, VDE 0113, 0660		IEC-EN 60947-1, 60947-2, 60947-4-1, UL 508 tipo E, CSA C 22.2 n.º 14-05 tipo E	IEC-EN, NF EN, BS EN, DIN EN 60947-2, 60947-4-1	IEC 60947-1, 60947-2, 60947-4-1, EN 60947-1, 60947-2, EN 60947-4-1, NF C 63-650, NF C 63-120, 79-130, VDE 0113, 0660	
Homologaciones			UL, CSA, CCC, CEBC, GOST, TSE, BV, GL, LROS, DNV, PTB, EZU, SETI, RINA, ATEX (en curso)	UL (1), CSA, PTB, EZU, GOST, TSE, DNV, LROS, GL, BV, RINA, CCC, ATEX (en curso)	UL, CSA, CCC, GOST, ATEX (en curso)	UL, CSA, LROS	UL, DNV, CCC	
Tratamiento de protección			"TH"		"TH"	"TC"	"TC"	
Grado de protección	Según IEC 60529	Producto sin envolvente	IP20		IP20	IP20	IP405 con cubrebomas	
		En cofre	GV2 Me01: IP41 GV2 Me02: IP55	–	GV3 PC01, GV3 PC02: IP65	GV3 CE01: IP55	–	
Resistencia a los choques	Según IEC 60068-2-27		30 gn -11 ms		On: 15 g -11 ms Off: 30 g -11 ms	22 g - 20 ms	30 g -11 ms	
Resistencia a las vibraciones	Según IEC 60068-2-6		5 g (5...150 Hz)		5 g (5...300 Hz)	2,5 g (0...25 Hz)	2,5 g (25 Hz)	
Temperatura ambiente	Para almacenamiento	°C	-40... +80	-40... +80	-40... +80	-40... +80	-55... +95	
	Para funcionamiento	Al aire libre	°C	-20... +60	-20... +60	-20... +60 (2)	-20... +60	-25... +70
		En cofre	°C	-20... +40	-20... +40	-20... +40	-20... +40	–
Compensación de temperatura	Al aire libre	°C	-20... +60	-20... +60	-20... +60	-20... +60	-25... +55 (3)	
	En cofre	°C	-20... +40	-20... +40	-20... +40	-20... +40	–	
Resistencia al fuego	Según IEC 60695-2-1	°C	960		960	960	960	
Altitud máxima de utilización		m	2.000		3.000	3.000	2.000	
Aptitud para el seccionamiento	Según IEC 60947-1 § 7-1-6		Sí		Sí	–	Sí	
Resistencia a los impactos mecánicos		J	0,5		0,5	0,5	0,5	
	En cofre: IK06				IK09	–	–	
Sensibilidad a una pérdida de fase			Sí, según IEC 60947-4-1 § 7-2-1-5-2					

Características técnicas			GV2 ME	GV2 P	GV2 RT	GV3 P	GV3 ME80	GV7 Re20... Re100	GV7 Re150	GV7 Re220
Tipo de disyuntores			GV2 ME	GV2 P	GV2 RT	GV3 P	GV3 ME80	GV7 Re20... Re100	GV7 Re150	GV7 Re220
Categoría de empleo	Según IEC 60947-2		A			A	A	A		
	Según IEC 60947-4-1		AC-3			AC-3	AC-3	AC-3		
Tensión asignada de empleo (Ue)	Según IEC 60947-2	V	690			690	690	690		
Tensión asignada de aislamiento (Ui)	Según IEC 60947-2	V	690			690	690	750		
	Según CSA C22-2 n.º 14, UL 508	V	600			600	600 (B600)	600		
Frecuencia asignada de empleo	Según IEC 60947-2	Hz	50/60			50/60	50/60	50/60		
Tensión asignada de resistencia a los choques (Uimp)	Según IEC 60947-2	kV	6			6	6	8		
Potencia total disipada por polo		W	2,5			8	8	5	8,7	14,5
Durabilidad mecánica (NA.NC.: Cerrado, Abierto)		NANC	100.000			50.000	30.000	50.000	40.000	20.000
Durabilidad eléctrica en servicio AC-3	440 V In/2	NANC	100.000			–	30.000	50.000	40.000	20.000
	440 V In	NANC	–			50.000	–	30.000	20.000	10.000
Clase de servicio (cadencia máxima)		NANC/h	25			25	25	25		
Corriente térmica convenc. máx. asignada (Ith)	Según IEC 60947-4-1	A	0,16... 32	0,16... 32	0,40... 23	13... 65	80	12... 100	150	220
Servicio asignado	Según IEC 60947-4-1		Servicio ininterrumpido							

(1) UL 508 tipo E para el GV2 P_{eeH7}.

(2) Dejar un espacio de 9 mm entre 2 disyuntores: bien un espacio libre, o adicionales laterales. Es posible el montaje yuxtapuesto hasta 40 °C.

(3) Para utilización hasta 70 °C, consultamos.

Anexo 17. Ficha técnica de sensor de presión KOBOLD SEN-3297.

 <p>M-Zert Zertifiziertes QM-System DIN EN ISO 9001 Zertif.-Nr. 01017</p>	<p>OEM - Pressure sensor for universal application Piezoresistive/Thin film</p>		<p>measuring • monitoring • analysing</p>
--	--	---	---

SEN-3297



Option:
Plug-On Display
Model AUF

- Gauge pressure
- Internal diaphragm
- Measuring range:
0 ... 1 to 0 ... 600 bar
- Temperature (medium):
max. 100 °C
- Accuracy class: 1.0
- Material: stainless steel
- Connection: G ¼, G ½,
¼ NPT, ½ NPT



KOBOLD companies worldwide:

ARGENTINA, AUSTRIA, BELGIUM, BULGARIA, CANADA, CHILE, CHINA, COLUMBIA, CZECHIA, DOMINICAN REPUBLIC, EGYPT, FRANCE, GERMANY, GREAT BRITAIN, HUNGARY, INDIA, INDONESIA, ITALY, MALAYSIA, MEXICO, NETHERLANDS, PERU, POLAND, ROMANIA, SINGAPORE, SOUTH KOREA, SPAIN, SWITZERLAND, TAIWAN, THAILAND, TUNISIA, TURKEY, USA, VIETNAM

KOBOLD Messring GmbH
Nordring 22-24
D-65719 Hofheim/Ts.
Head Office:
+49(0)6192 299-0
+49(0)6192 23398
info.de@kobold.com
www.kobold.com



OEM - Pressure sensor for universal application Piezoresistive/Thin film Model SEN-3297

Description

Robustness and long-term stability during operation are the strengths of this compact pressure sensor for general industrial applications. The technical specifications and attractive price level of these sensors make them ideal for OEM applications.

The materials and technologies used make these sensors suitable for applications with aggressive media. Welded connections between pressure cell and process connection require no sealing elements and make the measuring system particularly resistant to mechanical shock and vibration. The compact design makes these sensors interesting for room critical applications.

A wide variety of electrical connections and pressure ports simplifies the adaptation to different applications. The pressure sensor is internationally certified and ready for global deployment.

The pressure sensors comply with electromagnetic compatibility requirements (EMC) as per EN 61326 .

Applications

- Engine construction
- Pumps
- Process engineering
- Plant construction
- Hydraulics
- Pneumatics
- Compressors
- Building technology

Technical data

Measuring range: 0... 1 bar ... 0...600 bar
 Technology: internal diaphragm
 Pressure type: gauge pressure
 Housing: stainless steel 1.4301, PA
 Connection: G ¼ acc. to EN 837 (standard)
 G ¼ acc. to DIN 3852-E
 G ½ acc. to EN 837
 ¼ NPT, ½ NPT, others on request

Wetted parts: stainless steel 316L uand 1.4534
 Sensor element: ≤ 6 bar piezoresistive
 ≥ 10 bar thin film
 Temperature range: Storage: -30... +100 °C
 Medium: -30... +100 °C
 Compensated range: 0... 80 °C
 Ambient: -30... +100 °C
 Overrange limit: 2 x nominal pressure
 Accuracy class: 1 % (option 0,5%)
 Repeatability: ≤ ± 0.16 % of span
 Stability per year: ≤ ± 0.2 % of span
 Electrical protection: Polarity, overvoltage and shortcircuit protection
 Electrical Connection: - DIN EN 175301-803 Form A incl. junction box (old DIN 43650 A)
 - DIN EN 175301-803 Form C incl. junction box (old DIN 43650 C)
 - M12x1 (4-pin IP67)
 - cable outlet 2 m (IP67)
 - others on request

Power supply (+ Load):
 4 - 20 mA: 8... 30 V_{DC} (R_A[Ω] ≤ (U_B[V]-8V)/0,02A)
 2...5 V_{DC}: 8... 30 V_{DC} (R_A > 5 kΩ)
 $n \cdot 10 \text{ V} \cdot \frac{1}{R_A} \leq 14 \text{ mA}$ (R_A > 10 kΩ)
 0,5... 4,5 V_{ratio}: 8... 30 V_{DC} (R_A > 4,5 kΩ)

Response time: ≤ 4 ms
 Temperature influence: ≤ 2.5 % in range 0... 80 K
 Protection: IP 65 (IP67) acc. to EN 60529
 Load capacity: 500 g shock (ICE 68-2-27)
 10 g vibration (ICE 68-2-6)
 CE-conformance: 89/336/EWG interface emission and resistance according to EN 61326 A+B
 97/23/EG pressure gauge code Modul H
 Weight: approx. 80 g

Order details sensor (Example: SEN-3297 B075 B3)

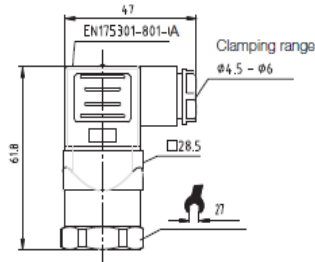
Model	Output	Measuring range	Mechanical Connection	Elektrical Connection	
SEN-3297... Accuracy class 1.0 %	without = 4 - 20 mA, 2-wire (standard)	Piezoresistive B 025 = 0 ... 1 bar B 035 = 0 ... 1.6 bar B 045 = 0 ... 2.5 bar B 055 = 0 ... 4 bar B 065 = 0 ... 6 bar	Thin film B 075 = 0 ... 10 bar B 085 = 0 ... 16 bar B 095 = 0 ... 25 bar B 105 = 0 ... 40 bar B 115 = 0 ... 60 bar B 125 = 0 ... 100 bar B 135 = 0 ... 160 bar B 145 = 0 ... 250 bar B 155 = 0 ... 400 bar B 165 = 0 ... 600 bar	B = G ¼ B, male (standard) A = G ½ B, male C = G ¾ B, male D = G ½ DIN 3852-E, male E = G ¼ DIN 3852-E, male F = ½ NPT, male G = ¼ NPT, male K = G ¼ NPT, female L = ¼ NPT, female	without = plug Form A (DIN 43650) incl. junction box 1 = plug Form C (DIN 43650) incl. junction box 3 = plug M12x1 (4-pin, IP67) 5 = 2 m cable, IP67



Dimensions (in mm)

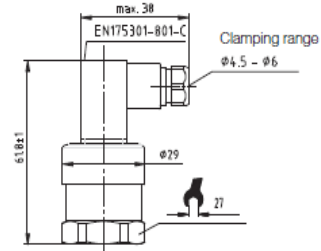
SEN-3297..0

Plug according to DIN
EN 175301-803 Form A



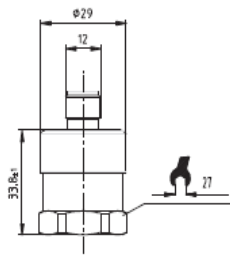
SEN-3297..1

Plug according to DIN
EN 175301-803 Form C



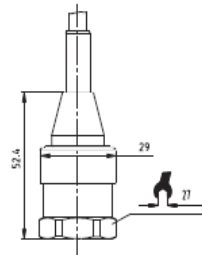
SEN-3297..3

Circular plug-in connector M12x1



SEN-3297..5

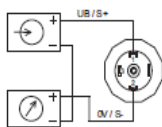
Cable outlet



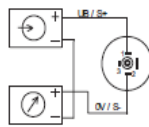
Electrical Connection

2 -wire

SEN-3297..0

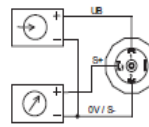


SEN-3297..1

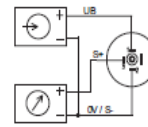


3 -wire

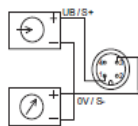
SEN-3297..0



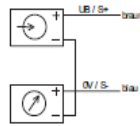
SEN-3297..1



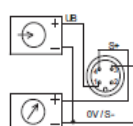
SEN-3297..3



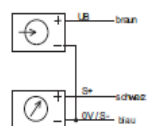
SEN-3297..5



SEN-3297..3



SEN-3297..5



Anexo 18. Ficha técnica de interruptor de nivel KOBOLD RFS-1200 N4.

 <p>Zertifiziertes QM-System DIN EN ISO 9001 Zert.Nr. 01017</p>	<h3>Level Switch</h3>		<p>measuring • monitoring • analysing</p>
---	-----------------------	---	---

RFS





- For lateral mounting
- Electr. connection:
DIN plug or
aluminium housing connection
- Stainless steel 1.4301
- Can be mounted as
N/C or N/O contact
- For ATEX applications



N1

KOBOLD companies worldwide:

ARGENTINA, AUSTRALIA, AUSTRIA, BELGIUM, BULGARIA, CANADA, CHILE, CHINA, COLOMBIA, CZECHIA, EGYPT, FRANCE, GERMANY, GREAT BRITAIN, HUNGARY, INDIA, INDONESIA, ITALY, MALAYSIA, MEXICO, NETHERLANDS, PERU, POLAND, REPUBLIC OF KOREA, ROMANIA, SINGAPORE, SPAIN, SWITZERLAND, TAIWAN, THAILAND, TUNISIA, TURKEY, USA, VIETNAM

KOBOLD Messring GmbH
Nordring 22-24
D-65719 Hofheim/Ts.
Head Office:
+49(0)6192 299-0
+49(0)6192 23398
info.de@kobold.com
www.kobold.com



Level Switch Model RFS

Description

The KOBOLD level switches RFS are designed for monitoring filling levels of liquids cost-effectively. The liquid must not contain solids nor metallic particles.

A pivoted stainless steel float with an inserted solenoid moves up and down together with the filling level of the liquid. The solenoid switches a reed contact.

Depending on the mounting position of the device, the contact works as N/O or N/C contact with rising filling level. The devices are delivered for direct lateral mounting in commercially available sleeves.

The following versions are available:

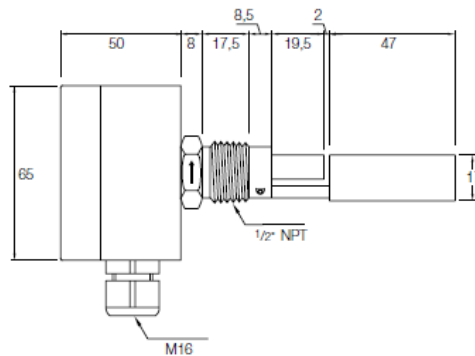
RFS-1200 N4: Standard version with plug connection

RFS-1201 N4: Standard version with housing connection (aluminium)

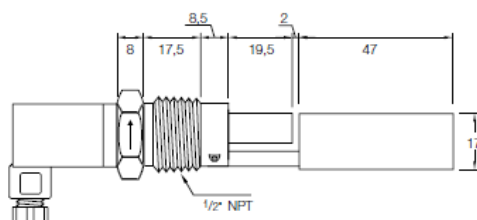
RFS-12Ex N4: ATEX version for use in environments with explosion hazards (an additional relay is required for the use in environment with gas explosion hazards)

Dimensions [mm]

RFS-1201 N4, RFS-12Ex N4



RFS-1200 N4



Technical Details

Medium temperature: $-40^{\circ}\text{C} \dots +120^{\circ}\text{C}$

Ambient temperature: $-20^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$

(RFS-1200 N4 and RFS-1201 N4)
 $-20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$ (RFS-12Ex N4)

Operating pressure: max. 5 bar

Installation position: horizontal

Materials

Housing/plug: plastic (RFS-1200 N4)
 aluminium (RFS-1201 N4
 and RFS-12Ex N4)

Float: stainless steel 1.4301

Connection: stainless steel 1.4301

Process connection: $\frac{1}{2}$ " NPT

Electr. connection: DIN plug (RFS-1200 N4)
 terminals in the aluminium
 connection (RFS-1201 and
 RFS-12Ex)

Contacts: N/O or N/C contact, depending on
 the mounting position of the device

Switching voltage: max. $240 V_{AC} / 300 V_{DC}$
 (RFS-1200 and RFS-1201)
 max. $40 V_{DC}$ (RFS-12Ex)

Switching current: max. 0.5 A

Switching capacity: max. 15 VA
 (RFS-1200 and RFS-1201)
 max. 4 VA (RFS-12Ex)

Contact resistance: max. 150 m Ω

Medium density: $>0.7 \text{ g/cm}^3$

Protection: IP 65

ATEX marking
 (RFS-12Ex): $\text{Ex II 1 GD Exia II CT6}$
 (gas)

$\text{Ex II 2/1D ExtD A21 IP65 T85}^{\circ}\text{C}$
 (dust)

Order Details (Example: RFS-1200 N4)

Model	Description
RFS-1200 N4	Standard version with plug connection
RFS-1201 N4	Standard version with housing connection (aluminium)
RFS-12Ex N4*	ATEX version for use in environments with explosion hazards

* An additional relay is required for the use in environment with gas explosion hazards

Anexo 19. Ficha técnica de sensor de nivel Siemens SITRANS LH100.

© Siemens AG 2017

Medida de presión Transmisores monorrango para aplicaciones generales

SITRANS LH100 Transmisores para medida de nivel hidrostático



Instalación del punto de medida, en principio con caja de conexión de cable 7MF1572-8AA y pinza de retención 7MF1572-8AB

Datos técnicos

Transmisores SITRANS LH100 (sonda de inmersión)

Modo de operación

Principio de medición piezorresistivo

Entrada

Magnitud medida	Nivel hidrostático
Rango de medida	Presión de servicio máx. adm.
• 0 ... 3 mH ₂ O (0 ... 9 ftH ₂ O)	• 1,5 bar (21,8 psi) (equivalente a 15 mH ₂ O (45 ftH ₂ O))
• 0 ... 4 mH ₂ O (0 ... 12 ftH ₂ O)	• 1,5 bar (21,8 psi) (equivalente a 15 mH ₂ O (45 ftH ₂ O))
• 0 ... 5 mH ₂ O (0 ... 15 ftH ₂ O)	• 1,5 bar (21,8 psi) (equivalente a 15 mH ₂ O (45 ftH ₂ O))
• 0 ... 6 mH ₂ O (0 ... 18 ftH ₂ O)	• 1,5 bar (21,8 psi) (equivalente a 15 mH ₂ O (45 ftH ₂ O))
• 0 ... 10 mH ₂ O (0 ... 30 ftH ₂ O)	• 3,0 bar (43,5 psi) (equivalente a 30 mH ₂ O (90 ftH ₂ O))
• 0 ... 20 mH ₂ O (0 ... 60 ftH ₂ O)	• 5,0 bar (72,5 psi) (equivalente a 50 mH ₂ O (150 ftH ₂ O))
• 0 ... 0,3 bar	• 1,5 bar
• 0 ... 0,4 bar	• 1,5 bar
• 0 ... 0,5 bar	• 1,5 bar
• 0 ... 0,6 bar	• 1,5 bar
• 0 ... 1 bar	• 3,0 bar
• 0 ... 2 bar	• 5,0 bar

Salida

Señal de salida 4 ... 20 mA

Precisión de medida

Desviación de medida en caso de ajuste de punto llmite, incl. histéresis y repetibilidad	según IEC 60770-1
Rango de medida	
• 0 ... 3 mH ₂ O (0 ... 9 ftH ₂ O o 0 ... 0,3 bar)	0,5 % del valor final de rango (típico) 1,0 % del fondo de escala (máximo)
• para todos los restantes rangos de medida	0,3 % del valor final de rango (típico) 0,6 % del fondo de escala (máximo)

Influencia de la temperatura ambiente

Rango de medida	Cero y alcance
• 3 mH ₂ O (9 ftH ₂ O o 0,3 bar)	0,5 %/10 K del valor final de rango
• 4 ... 6 mH ₂ O (12 ... 18 ftH ₂ O o 0,4...0,6 bar)	0,45 %/10 K del valor final de rango
• > 6 mH ₂ O (> 18 ftH ₂ O o > 0,6 bar)	0,3 %/10 K del valor final de rango

Estabilidad a largo plazo

Rango de medida	Cero y alcance
• 3 mH ₂ O (9 ftH ₂ O o 0,3 bar)	0,4 % del valor final de rango por año
• 4 ... 6 mH ₂ O (12 ... 18 ftH ₂ O o 0,4...0,6 bar)	0,25 % del valor final de rango por año
• > 6 mH ₂ O (> 18 ftH ₂ O o > 0,6 bar)	0,3 %/10 K del valor final de rango

Condiciones de aplicación

Condiciones ambientales	
• Temperatura de proceso	-10 ... +80 °C (14 ... 176 °F)
• Temperatura de almacenamiento	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)
Grado de protección según IEC 60529	IP68

Medida de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

1

SITRANS LH100 Transmisores para medida de nivel hidrostático**Construcción mecánica**

Peso	
• Transmisor de presión	≈ 0,2 kg (≈ 0.44 lb)
• Cable; longitud máxima de cable 100 m (330 ft)	0,025 kg/m (≈ 0.015 lb/ft)
Conexión eléctrica	Cable de 3 conductores y tubo de purga de aire con filtro de humedad integrado
Material	
• Membrana separadora	Cerámica Al ₂ O ₃ (96%)
• Cajas	Acero inoxidable, n°-mat. 1.4404/316L
• Junta anular	FPM (estándar) EPDM (opcional)
• Cable de conexión	PE-HD (estándar) PE-LD (en versiones con junta de EPDM, apto para agua potable)

Alimentación auxiliar

Tensión en bornes del transmisor de presión U _B	10 ... 33 V DC 10 ... 30 V DC para transmisor con protección contra explosiones "Seguridad intrínseca"
--	---

Certificados y homologaciones

Homologación para agua potable (ACS)	solicitada
Homologación para agua potable (WRAS)	1403525
EAC	№ TC RU C-DE.ГБ05.В.00732 OC НАННО «ЦСБЭ»
Underwriters Laboratories (UL)	2014-11-17 - E344532
El equipo no está sujeto a la Directiva de equipos a presión (2014/68/UE)	
Protección contra explosiones	
• Seguridad intrínseca "I"	IECEX SEV 14.0003 SEV 14 ATEX 0109 II 1 G Ex ia IIC T4 Ga
- Identificación	

Caja de conexión de cable

Campo de aplicaciones	para la conexión del cable del transmisor
Construcción mecánica	
Peso	0,2 kg (0.44 lb)
Conexión eléctrica	2 x triple (28 ... 18 AWG)
Entrada de cables	2 x PG 9
Material de la caja	Policarbonato
Tubería de purga de aire para presión atmosférica	
Condiciones de aplicación	
Grado de protección según IEC 60529	IP65

Pinza de retención

Gama de aplicación	para la fijación del transmisor
---------------------------	---------------------------------

Construcción mecánica

Peso	0,16 kg (0.35 lb)
Material	acero galvanizado, poliamida

Medida de presión
Transmisores monorrango para aplicaciones generales

SITRANS LH100 Transmisores para medida de nivel hidrostático

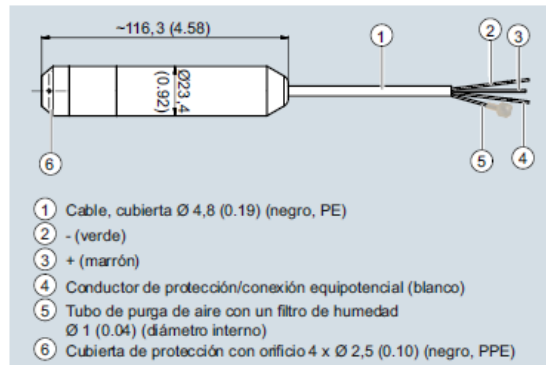
1

Datos para selección y pedidos	Referencia	Clave	Datos para selección y pedidos	Referencia	Clave
Transmisores de presión SITRANS LH100 (sonda de inmersión) para medir el nivel hidrostático por inmersión, Conexión a dos hilos, 4...20 mA, material de carcasa N.º mat. 1.4404 (316L), célula de medida cerámica Al ₂ O ₃ con cable de PE fijamente montado ↗ Haga clic en la referencia para la configuración online en el PIA Life Cycle Portal.	7MF1572-	A	Transmisores de presión SITRANS LH100 (sonda de inmersión) para medir el nivel hidrostático por inmersión, Conexión a dos hilos, 4...20 mA, material de carcasa N.º mat. 1.4404 (316L), célula de medida cerámica Al ₂ O ₃ con cable de PE fijamente montado	7MF1572-	A
Rango de medida Longitud de cable 0 ... 3 mH ₂ O ¹⁾ 10 m ▶ 1C 0 ... 4 mH ₂ O 10 m ▶ 1D 0 ... 5 mH ₂ O 10 m ▶ 1E 0 ... 6 mH ₂ O 10 m ▶ 1F 0 ... 10 mH ₂ O 20 m ▶ 1H 0 ... 20 mH ₂ O 30 m ▶ 1K 0 ... 9 ftH ₂ O ¹⁾ 33 ft ▶ 2C 0 ... 12 ftH ₂ O 33 ft ▶ 2D 0 ... 15 ftH ₂ O 33 ft ▶ 2E 0 ... 18 ftH ₂ O 33 ft ▶ 2F 0 ... 30 ftH ₂ O 66 ft ▶ 2H 0 ... 60 ftH ₂ O 98 ft ▶ 2K 0 ... 0,3 bar ¹⁾ 10 m ▶ 3C 0 ... 0,4 bar 10 m ▶ 3D 0 ... 0,5 bar 10 m ▶ 3E 0 ... 0,6 bar 10 m ▶ 3F 0 ... 1 bar 20 m ▶ 3H 0 ... 2 bar 30 m ▶ 3K			Material de la junta entre sensor y caja • FPM (estándar) ▶ 1 • EPDM (para agua potable) ▶ 2 Protección contra explosiones • Sin ▶ 0 • Con ATEX II 1 G Ex ia IIC T4 Ga y IECEx Ex ia IIC T4 Ga ▶ 1 Otras versiones Certificado de control de calidad (comprobación de características de 5 puntos) según IEC 60770-2; completar la referencia con "-Z" e incluir la clave. Indicación del rango de medida (solo en longitudes especiales de cable) en "... a ... mH ₂ O" o "... a ... ftH ₂ O" o "... a ... bar"		
Versiones especiales: Rangos de medida posibles para versiones especiales entre 0 ... 4 mH ₂ O y 0 ... 30 mH ₂ O o 0 ... 12 ftH ₂ O y 0 ... 100 ftH ₂ O o 0 ... 0,4 bar y 0 ... 3 bar. Longitud especial del cable/rango de medida especial Completar la referencia con "-Z", añadir la clave y especificar en texto. Nota: La indicación del rango de medida Y01 es obligatoriamente necesaria Para determinar la máxima longitud de cable en versiones EX se aplica: Transmisor: C _i = 0 µF; L _i = 0 µH Cable: C _k = 0,19 nF por metro de cable L _k = 1,5 µH por metro de cable Deberán tenerse en cuenta los datos máximos permitidos del alimentador del transmisor.			Accesorios/piezas de recambio Caja de conexión de cable ▶ 7MF1572-8AA para la conexión del cable del transmisor Pinza de retención ▶ 7MF1572-8AB para la fijación del transmisor de presión Caperuza de protección como repuesto ▶ 7MF1572-8AD (paquete de 10 unidades) Fitro de humedad como repuesto ▶ 7MF1572-8AE (paquete de 10 unidades) ▶ Disponible en almacén 1) Homologaciones en preparación.	Clave C11 Y01 Referencia	
3 m (10 ft) 5 m (16 ft) 7 m (23 ft) 10 m (33 ft) 15 m (49 ft) 20 m (66 ft) 25 m (82 ft) 30 m (98 ft) 40 m (131 ft) 50 m (164 ft) 60 m (198 ft) ¹⁾ 70 m (231 ft) ¹⁾ 80 m (264 ft) ¹⁾ 90 m (297 ft) ¹⁾ 100 m (330 ft) ¹⁾		9 A H . . + Y 0 1			H 1 A H 1 B H 1 C H 1 D H 1 E H 1 F H 1 G H 1 H H 1 J H 1 K H 1 L H 1 M H 1 N H 1 P H 1 Q

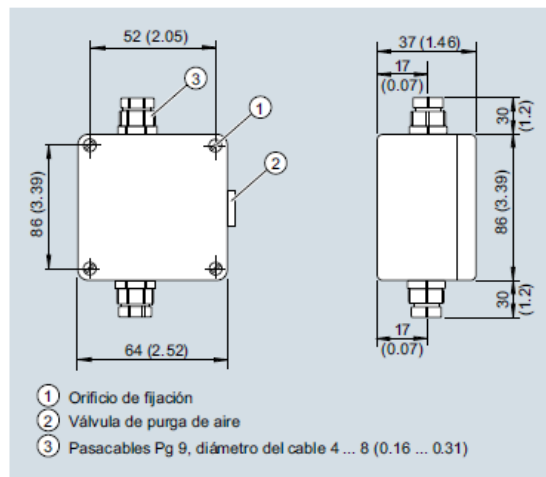
Medida de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

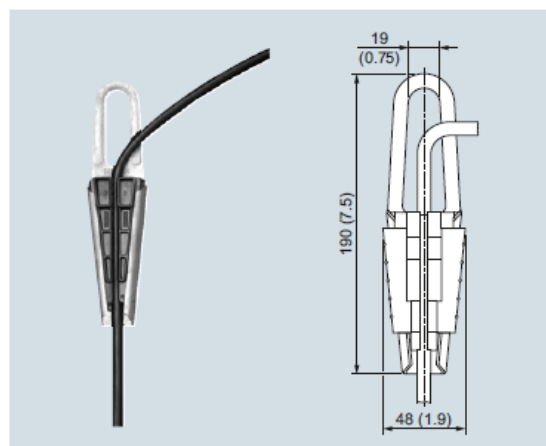
1

SITRANS LH100 Transmisores para medida de nivel hidrostático**Croquis acotados**

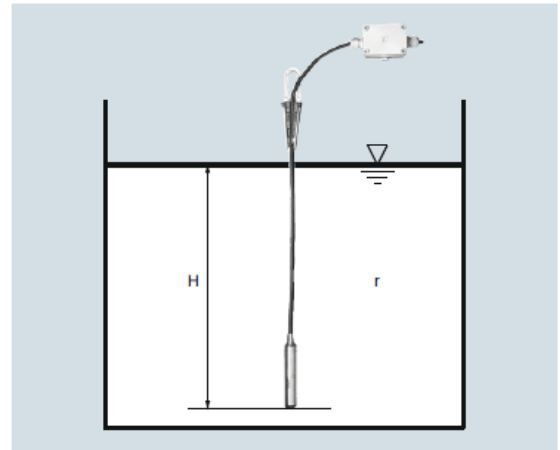
Transmisores de presión SITRANS LH100, medidas en mm (pulgadas)



Caja de conexión de cable, medidas en mm (pulgadas)



Pinza de retención, medidas en mm (pulgadas)

Más información**Determinación del rango de medida cuando el fluido es agua**

Cálculo del rango de medida:

$$p = \rho \times g \times H$$

con:

 ρ = densidad del fluido g = aceleración local de la gravedad H = nivel máximo

Ej.:

Fluido: Agua, $\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$ Aceleración de la gravedad: $9,81\text{ m/s}^2$

Inicio de medida: 0 m

Nivel máximo: 6,0 m

Longitud de cable: 10 m

Cálculo:

$$p = 1\,000\text{ kg/m}^3 \times 9,81\text{ m/s}^2 \times 6,0\text{ m}$$

$$p = 58\,860\text{ N/m}^2$$

$$p = 589\text{ mbar}$$

Transmisor a pedir:

7MF1572-1FA10

en caso de necesidad, caja de conexión de cable 7MF1572-8AA y pinza de retención 7MF1572-8AB

Anexo 20. Ficha técnica de PLC Schneider M241-TM241CE40R.**Product data sheet**
Characteristics**TM241CE40R**
controller M241 40 IO relay Ethernet**Main**

Range of product	Modicon M241
Product or component type	Logic controller
[Us] rated supply voltage	100...240 V AC
Discrete input number	24 discrete input including 8 fast input conforming to IEC 61131-2 Type 1
Discrete output type	Transistor Relay
Discrete output number	12 relay 4 transistor including 4 fast output
Discrete output voltage	24 V DC for transistor output 5...125 V DC for relay output 5...250 V AC for relay output
Discrete output current	0.1 A with TR0...TR3 terminal(s) for fast output (PTO mode) 2 A with Q4...Q15 terminal(s) for relay output 0.5 A with TR0...TR3 terminal(s) for transistor output

Complementary

Discrete I/O number	40
Number of I/O expansion module	7 (local I/O architecture) 14 (remote I/O architecture)
Supply voltage limits	85...264 V
Network frequency	50/60 Hz
Discrete input logic	Sink or source
Discrete input voltage	24 V
Discrete input voltage type	DC
Voltage state 1 guaranteed	≥ 15 V for input
Voltage state 0 guaranteed	≤ 5 V for input
Discrete input current	7 mA for input
Input impedance	4.7 kOhm for input
Response time	50 μ s turn-on operation with I0...I15 terminal(s) for input
Configurable filtering time	1 μ s for fast input

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Discrete output logic	Positive logic (source)
Output voltage limits	125 V DC relay output 30 V DC transistor output 277 V AC relay output
Output frequency	<= 1 kHz for transistor output <= 20 kHz for fast output (PWM mode) <= 100 kHz for fast output (PLS mode)
Accuracy	+/- 0.1 % at 0.02...0.1 kHz for fast output +/- 1 % at 0.1...1 kHz for fast output
Protection type	Short-circuit protection for transistor output Short-circuit and overload protection with automatic reset for transistor output Reverse polarity protection for transistor output Without protection for relay output
Reset time	10 ms automatic reset output 12 s automatic reset fast output
Memory capacity	8 MB for program 64 MB for system memory RAM
Data backed up	128 MB built-in flash memory for backup of user programs
Data storage equipment	<= 32 GB SD card optional
Battery type	BR2032 lithium non-rechargeable, battery life: 4 yr
Backup time	2 years at 25 °C
Execution time for 1 KInstruction	0.3 ms for event and periodic task 0.7 ms for other instruction
Application structure	4 cyclic master tasks 3 cyclic master tasks + 1 freewheeling task 8 external event tasks 8 event tasks
Realtime clock	With
Clock drift	<= 60 s/month at 25 °C
Positioning functions	PTO function 4 channel(s) (positioning frequency: 100 kHz)
Counting input number	4 fast input (HSC mode) at 200 kHz 14 standard input at 1 kHz
Control signal type	A/B signal at 100 kHz for fast input (HSC mode) Pulse/Direction signal at 200 kHz for fast input (HSC mode) Single phase signal at 200 kHz for fast input (HSC mode)
Integrated connection type	USB port with connector mini B USB 2.0 Ethernet with connector RJ45 Non isolated serial link "serial 1" with connector RJ45 and interface RS232/RS485 Non isolated serial link "serial 2" with connector removable screw terminal block and interface RS485
Supply	Serial link supply "serial 1" at 5 V, 200 mA
Transmission rate	1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 15 m - communication protocol: RS485 1.2...115.2 kbit/s (115.2 kbit/s by default) for bus length of 3 m - communication protocol: RS232 480 Mbit/s for bus length of 3 m - communication protocol: USB 10/100 Mbit/s - communication protocol: Ethernet
Communication port protocol	Modbus non isolated serial link with master/slave method
Port Ethernet	1 - 10BASE-T/100BASE-TX port with copper cable support
Communication service	FDR Downloading IEC VAR ACCESS Monitoring NGVL Programming Updating firmware SMS notifications DHCP server (via TM4 Ethernet switch network module) DHCP client (embedded Ethernet port) SNMP client/server FTP client/server SQL client Modbus TCP client I/O scanner Ethernet/IP originator I/O scanner (embedded Ethernet port) Ethernet/IP target, Modbus TCP server and Modbus TCP slave Send and receive email from the controller based on TCP/UDP library Web server (WebVisu & XWeb system) OPC UA server

DNS client	
Local signalling	1 LED green for SD card access (SD) 1 LED red for BAT 1 LED green for SL1 1 LED green for SL2 1 LED per channel green for I/O state 1 LED red for I/O error (I/O) 1 LED red for bus fault on TM4 (TM4) 1 LED green for Ethernet port activity 1 LED red for module error (ERR) 1 LED green for PWR 1 LED green for RUN
Electrical connection	Removable screw terminal block for inputs and outputs (pitch 5.08 mm) Removable screw terminal block for connecting the 24 V DC power supply (pitch 5.08 mm)
Max cable distance between devices	Shielded cable: 10 m for fast input Shielded cable: 3 m for fast output Unshielded cable: 50 m for input Unshielded cable: 50 m for output
Insulation	500 V AC between supply and internal logic Non-insulated between supply and ground
Marking	CE
Sensor power supply	24 V DC at 400 mA supplied by the controller
Surge withstand	2 kV for power lines (AC) in common mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 2 kV for relay output in common mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for shielded cable in common mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for power lines (AC) in differential mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for relay output in differential mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for input in common mode conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for transistor output in common mode conforming to EN/IEC 61000-4-5
Web services	Web server
Maximum number of connections	8 connection(s) for Modbus server 8 connection(s) for SoMachine protocol 10 connection(s) for web server 4 connection(s) for FTP server 16 connection(s) for Ethernet/IP target 8 connection(s) for Modbus client
Number of slave	16 Ethernet/IP 64 Modbus TCP
Cycle time	10 ms 16 Ethernet/IP 64 ms 64 Modbus TCP
Mounting support	Top hat type TH35-15 rail conforming to IEC 60715 Top hat type TH35-7.5 rail conforming to IEC 60715 Plate or panel with fixing kit
Height	90 mm
Depth	95 mm
Width	190 mm
Product weight	0.62 kg

Environment

Standards	CSA C22.2 No 142 ANSI/ISA 12-12-01 UL 1604 CSA C22.2 No 213 EN/IEC 61131-2 : 2007 Marine specification (LR, ABS, DNV, GL) UL 508
Product certifications	IACS E10 cULus RCM CSA
Resistance to electrostatic discharge	4 kV on contact conforming to EN/IEC 61000-4-2 8 kV in air conforming to EN/IEC 61000-4-2
Resistance to electromagnetic fields	10 V/m (80 MHz...1 GHz) conforming to EN/IEC 61000-4-3 3 V/m (1.4 GHz...2 GHz) conforming to EN/IEC 61000-4-3 1 V/m (2 GHz...3 GHz) conforming to EN/IEC 61000-4-3

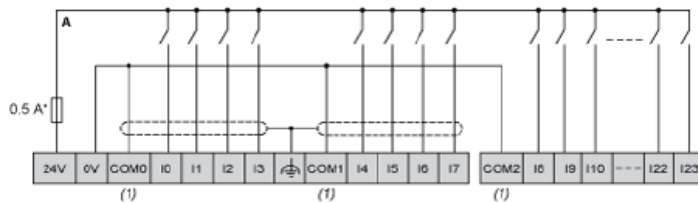
Resistance to fast transients	2 kV for power lines conforming to EN/IEC 61000-4-4 2 kV for relay output conforming to EN/IEC 61000-4-4 1 kV for Ethernet line conforming to EN/IEC 61000-4-4 1 kV for serial link conforming to EN/IEC 61000-4-4 1 kV for input conforming to EN/IEC 61000-4-4 1 kV for transistor output conforming to EN/IEC 61000-4-4
Resistance to conducted disturbances	10 V (0.15...80 MHz) conforming to EN/IEC 61000-4-6 3 V (0.1...80 MHz) conforming to Marine specification (LR, ABS, DNV, GL) 10 V (spot frequency (2, 3, 4, 6.2, 8.2, 12.6, 16.5, 18.8, 22, 25 MHz)) conforming to Marine specification (LR, ABS, DNV, GL)
Electromagnetic emission	Conducted emissions, test level: 120...69 dB μ V/m QP, condition of test: power lines (radio frequency: 10...150 kHz) conforming to EN/IEC 55011 Conducted emissions, test level: 63 dB μ V/m QP, condition of test: power lines (radio frequency: 1.5...30 MHz) conforming to EN/IEC 55011 Conducted emissions, test level: 79 dB μ V/m QP/66 dB μ V/m AV, condition of test: power lines (radio frequency: 0.15...0.5 MHz) conforming to EN/IEC 55011 Conducted emissions, test level: 73 dB μ V/m QP/60 dB μ V/m AV, condition of test: power lines (radio frequency: 0.5...300 MHz) conforming to EN/IEC 55011 Radiated emissions, test level: 40 dB μ V/m QP with class A, condition of test: 10 m (radio frequency: 30...230 MHz) conforming to EN/IEC 55011 Conducted emissions, test level: 79...63 dB μ V/m QP, condition of test: power lines (radio frequency: 150...1500 kHz) conforming to EN/IEC 55011 Radiated emissions, test level: 47 dB μ V/m QP with class A, condition of test: 10 m (radio frequency: 230...1000 MHz) conforming to EN/IEC 55011
Immunity to microbreaks	10 ms
Ambient air temperature for operation	-10...55 °C for horizontal installation -10...50 °C for vertical installation
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Relative humidity	10...95 % without condensation in operation 10...95 % without condensation in storage
IP degree of protection	IP20 with protective cover in place
Pollution degree	2
Operating altitude	0...2000 m
Storage altitude	0...3000 m
Vibration resistance	3.5 mm (vibration frequency: 5...8.4 Hz) on symmetrical rail 3 gn (vibration frequency: 8.4...150 Hz) on symmetrical rail 3.5 mm (vibration frequency: 5...8.4 Hz) on panel mounting 3 gn (vibration frequency: 8.4...150 Hz) on panel mounting
Shock resistance	15 gn for 11 ms

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1350 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product environmental
Product end of life instructions	Available End of life manual

Digital Inputs

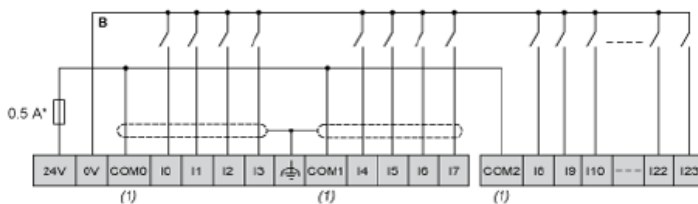
Wiring Diagram (Positive Logic)



(*) : Type T fuse

(1) : The COM0, COM1 and COM2 terminals are not connected internally.

Wiring Diagram (Negative Logic)



(*) : Type T fuse

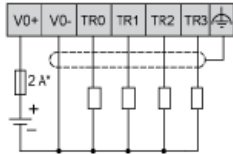
(1) : The COM0, COM1 and COM2 terminals are not connected internally.

Product data sheet
Connections and Schema

TM241CE40R

Fast Transistor Outputs

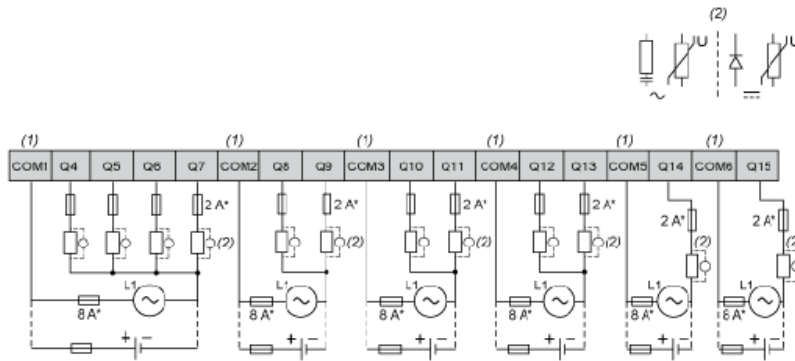
Wiring Diagram



(*) : 2 A fast-blow fuse

Relay Outputs

Wiring Diagram



(*) : Type T fuse

(1) : The terminals COM1 to COM6 are not connected internally.

(2) : To improve the life time of the contacts, and to protect from potential inductive load damage, you must connect a free wheeling diode in parallel

Anexo 21. Ficha técnica de módulo de ampliación Schneider TM3AM6G.

Product data sheet Characteristics

TM3AM6G module TM3 - 4 analog inputs and 2 analog outputs spring



Main

Range of product	Modicon TM3
Product or component type	Input/Output analog module
Range compatibility	Modicon M251 Modicon M241 Modicon M221
Analogue input number	4
Analogue input type	Current, analogue input range: 4...20 mA Current, analogue input range: 0...20 mA Voltage, analogue input range: 0...10 V Voltage, analogue input range: - 10...10 V
Analogue output number	2
Analogue output type	4...20 mA current 0...20 mA current 0...10 V voltage - 10...10 V voltage

Complementary

Analogue input resolution	11 bits + sign 12 bits
Permissible continuous overload	13 V voltage 40 mA current
Input impedance	<= 50 Ohm current >= 1 MOhm voltage
Analogue output resolution	11 bits + sign 12 bits
LSB value	2.44 mV, analogue input: 0...10 V voltage 4.88 mV, analogue input: - 10...10 V voltage 4.88 µA, analogue input: 0...20 mA current 3.91 µA, analogue input: 4...20 mA current
Load type	Resistive
Load impedance ohmic	1 kOhm voltage 300 Ohm current

Oct 14, 2017

Stabilisation time	1 ms
Conversion time	1 ms + 1 ms per channel + 1 controller cycle time
Sampling duration	1 ms 10 ms
Absolute accuracy error	+/- 1 % of full scale +/- 0.2 % of full scale at 25 °C
Temperature drift	+/- 0.01 %FS/°C
Repeat accuracy	+/-0.5 %FS for input +/-0.5 %FS for output
Non-linearity	+/- 0.2 %FS
Output ripple	20 mV
Cross talk	<= 1 LSB
[Us] rated supply voltage	24 V DC
Supply voltage limits	20.4...28.8 V
Type of cable	Twisted shielded pairs cable for input/output circuit
Current consumption	45 mA at 5 V DC (no load) via bus connector 55 mA at 5 V DC (full load) via bus connector 55 mA at 24 V DC (no load) via external supply 100 mA at 24 V DC (full load) via external supply
Local signalling	1 LED green for PWR
Electrical connection	10 x 1.5 mm ² removable spring terminal block with pitch 3.81 mm adjustment for inputs 10 x 1.5 mm ² removable spring terminal block with pitch 3.81 mm adjustment for inputs, outputs and supply
Insulation	500 V AC between output and internal logic 500 V AC between input and internal logic 1500 V AC between input and supply 1500 V AC between output and supply
Marking	CE
Surge withstand	1 kV for power supply with common mode protection conforming to EN/IEC 61000-4-5 0.5 kV for power supply with differential mode protection conforming to EN/IEC 61000-4-5 1 kV for I/O with common mode protection conforming to EN/IEC 61000-4-5 0.5 kV for I/O with differential mode protection conforming to EN/IEC 61000-4-5
Mounting support	Top hat type TH35-15 rail conforming to IEC 60715 Top hat type TH35-7.5 rail conforming to IEC 60715 Plate or panel with fixing kit
Height	90 mm
Depth	70 mm
Width	23.6 mm
Product weight	0.1 kg

Environment

Standards	EN/IEC 61131-2 EN/IEC 61010-2-201
Resistance to electrostatic discharge	4 kV on contact conforming to EN/IEC 61000-4-2 8 kV in air conforming to EN/IEC 61000-4-2
Resistance to electromagnetic fields	10 V/m at 80 MHz...1 GHz conforming to EN/IEC 61000-4-3 3 V/m at 1.4 GHz...2 GHz conforming to EN/IEC 61000-4-3 1 V/m at 2 GHz...3 GHz conforming to EN/IEC 61000-4-3
Resistance to magnetic fields	30 A/m conforming to EN/IEC 61000-4-8
Resistance to fast transients	1 kV I/O conforming to EN/IEC 61000-4-4
Resistance to conducted disturbances	10 V at 0.15...80 MHz conforming to EN/IEC 61000-4-6 3 V at spot frequency (2, 3, 4, 6.2, 8.2, 12.6, 16.5, 18.8, 22, 25 MHz) conforming to Marine specification (LR, ABS, DNV, GL)
Electromagnetic emission	Radiated emissions, test level: 40 dBµV/m QP class A (10 m at 30...230 MHz) conforming to EN/IEC 55011 Radiated emissions, test level: 47 dBµV/m QP class A (10 m at 230 MHz...1 GHz) conforming to EN/IEC 55011
Immunity to microbreaks	10 ms
Ambient air temperature for operation	-10...55 °C (horizontal installation) -10...35 °C (vertical installation)

Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Relative humidity	10...95 % without condensation in operation 10...95 % without condensation in storage
IP degree of protection	IP20
Pollution degree	2
Operating altitude	0...2000 m
Storage altitude	0...3000 m
Vibration resistance	3.5 mm at 5...8.4 Hz with DIN rail mounting support 3 gn at 8.4...150 Hz with DIN rail mounting support
Shock resistance	15 gn during 11 ms

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1415 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product environmental
Product end of life instructions	Available End of life manual

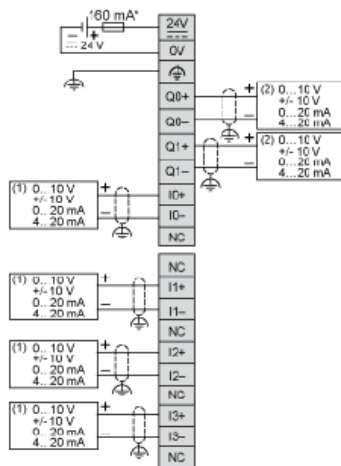
Product data sheet

Connections and Schema

TM3AM6G

Analogue Mixed I/O Module

Wiring Diagram (Current / Voltage)



- (*) Type T fuse
- (1) Current/Voltage analog output device
- (2) Current/Voltage analog input device

Anexo 22. Resultados detallados de la encuesta.

Nombre y Apellido	Código Universitario	1. ¿Cree usted que los módulos automatizados ayudaron a su aprendizaje de la asignatura de Automatización y Control de Procesos Industriales?	2. De ser su respuesta sí, ¿qué tanto la facilitó el aprendizaje?	3. ¿Diría usted que los módulos automatizados son importantes para el aprendizaje de la asignatura?	4. En general, ¿qué tan buena fue su experiencia en la interacción con los módulos automatizados?	5. ¿Qué tan importante cree usted que es el tratamiento de agua en las industrias alimenticias?	6. ¿Le interesaría aprender el proceso de purificación de agua?	7. ¿Cree usted que sería académicamente bueno implementar un módulo de tratamientos de agua en el Laboratorio de Procesos Industriales?	8. Si usted llevara un curso de automatización de procesos, ¿qué tanto le interesaría interactuar con este módulo?
Viviana Sialer	121cv35555	Sí	Regular	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Belem Ruiz	131cv42560	Sí	Regular	Sí	Buena	Importante	Sí	Sí	Mucho
Juan Carlos Heredia Heredia	111td25286	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Dulce Marylin Roman Hernandez	112AD30142	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Daniela Rubi Romero Chavil	102AC23400	No		Sí	Mala	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Carlos Alberto Fernández Cisneros	092on18917	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Cristina Mendoza nuñez	131cv43931	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Lourdes Montes	131me43179	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Erick Hanss Diaz Torres	091ac16116	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Jaime Calderón	111cv27129	No		Sí	Regular	Muy Importante	Sí	Sí	Regular
Natali Paz Pintado	121qs31674	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Nelly Cacho	121CV33942	Sí	Poco	Sí	Regular	Muy Importante	Sí	Sí	Regular
Alicia Lopez	121cv35520	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Miguel Yarlaque	121ep34740	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Ivan Alcantara Farro	06cp003723	Sí	Mucho	Sí	Buena	Importante	Sí	Sí	Mucho
Ana Patricia Sullón Torres	121ep34167	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Diego estrada celis	101ia20761	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Regular
Jose luis llenque santisteban	122ad36002	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Leslie Tarrillo	121CV35003	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho

Liz Chancafe	111TD27579	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
jander leon suarez	092on18972	Sí	Mucho	Sí	Regular	Importante	Sí	Sí	Mucho
Franshesca regalado	051c102416	Sí	Regular	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Lesly Porras	141pe51721	Sí	Poco	Sí	Regular	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
jhudit vasquez irigoin	101ac19947	Sí	Regular	Sí	Regular	Importante	Sí	Sí	Mucho
Juan guevara dávila	091ia15407	Sí	Poco	Sí	Mala	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Luis Manuel Montalvan Tamariz	091ia15315	Sí	Regular	Sí	Buena	Importante	Sí	Sí	Regular
Kathia Castro Alarcon	101on21870	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Oscar Ruiz	121CV35131	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
María del Carmen Coello Lecca	102ac23217	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Oscar quevedo	102ac23203	No		Sí	Mala	Muy Importante	Sí	Sí	Regular
Edgar Daniel Alvear Ching	121td33688	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Jannet Gutierrez	121td35465	Sí	Regular	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
cesar fernando barreto dezar	092on18893	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Importante	Sí	Sí	Mucho
Carmen dominguez mocarro	111ep25869	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Natali Delgado Ramos	111TD25210	Sí	Regular	Sí	Regular	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Diego Pedro Huamán Córdova	111ep25871	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Fiorella Melgar Castro	121CV34856	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Pierina Castillo Prada	112CV29648	Sí	Regular	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Dana Quiroz	101ac20117	Sí	Regular	Sí	Buena	Importante	Sí	Sí	Regular
Katheleen Ruiz	122ME36020	Sí	Regular	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Romina Gálvez	121cv34780	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Mariano siaden	102ia22836	Sí	Regular	Sí	Buena	Importante	No	No	Regular
Leonardo Tello Araujo	112ad30875	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Jhanmarco correa	102ia22717	Sí	Mucho	Sí	Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho
Renan Alberto Murillo Fernández	071ac04301	Sí	Mucho	Sí	Muy Buena	Muy Importante	Sí	Sí	Mucho

Anexo 23. Cotización DEPROTEC S.A.C.



Desarrollo de Proyectos y Tecnología Industrial SAC

Av. Arequipa Mz "U". Lte. 12
Urb. Las Animas- Chiclayo - Perú
Teléf. 074-235598
Cel. 979980179
Cel. 933574346
E-mail: deprotec.sac@gmail.com

COTIZACION DE SERVICIOS N° 131-2021-DPTC

Señor: Diego Fernando Jibaja Lora - USAT

De nuestra especial consideración:

Adjuntamos nuestra cotización para el diseño, la fabricación y montaje de una planta automatizada para el tratamiento microbiológico de agua en la ciudad de Chiclayo.

EQUIPAMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA				
LINEA DE PROCESO MICROBIOLÓGICO DE AGUA	Cantidad	Unidad	P. unit.	Costo total (S/.)
FILTRO DE SEDIMENTOS 5 um.	1	UND	2800.00	2800.00
Carcasa de acero inoxidable 304 con acabado sanitario, provista de filtro de sedimentos (polipropileno) de 5um de 2.5" de diámetro y 40" de longitud				
FILTRO DE SEDIMENTOS 1 um.	1	UND	3200.00	3200.00
Carcasa de acero inoxidable 304 con acabado sanitario, provista de filtro de sedimentos (filtro absoluto tipo cartilgrade de polipropileno) de 1um. de 2.5" de diámetro y 40" de longitud.				
FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO	1	UND	2500.00	2500.00
Carcasa de acero inoxidable 304 con acabado sanitario, con tapa bridada de apertura rápida, provisto de carbón activado tipo S-200 para agua de 8" de diámetro y 1.00 mts. de longitud.				
ESTERILIZADOR DE LUZ ULTRAVIOLETA	1	UND	1200.00	1200.00
Esterilizador de luz ultravioleta de 5 GPM con carcasa de acero inoxidable, provisto de lámpara UV, tubo de cuarzo y balastro electrónico				
TANQUE DE ACERO INOXIDABLE DE 200 LITROS	1	UND	7000.00	7000.00
Tanque buffer de acero inoxidable de 200 litros, cilíndrico horizontal con tapas heréticas y acabado sanitario				
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE CLORO	1	UND	2000.00	2000.00
Bomba dosificadora de cloro de diafragma con tanque de acero inoxidable 304 de 12 litros para cloro concentrado, provista de válvula check y mangueras de dosificación con accesorios				
TANQUE PULMÓN DE 600 LITROS	1	UND	420.00	420.00
Tanque de polietileno Rotoplast con protección antibacterial de 600 litros, equipado				
ELECTROBOMBA SANITARIA 1.5 HP	1	UND	2500.00	2500.00
Electrobomba centrífuga de acero inoxidable, sanitaria de 1.5 HP con motor de protección IP				
REDES DE PROCESO MECÁNICO	1	GLB	2500.00	2500.00
Tubería de acero inoxidable 304 de 3/4", provista de codos, tees, reducción, unión universal SMS y válvulas tipo mariposa para la interconexión de los equipos de la planta de agua				
				S/ 24,120.00

:: Desarrollo y Ejecución de Proyectos Industriales y Agroindustriales ::
 :: Fabricación de Maquinaria y Equipos Industriales en Acero Inoxidable ::
 :: Industria Alimentaria e Ingeniería de Procesos ::
 :: Proyectos EPC - Llave en Mano ::



Desarrollo de Proyectos y Tecnología Industrial SAC

Av. Arequipa Mz "L". Lte. 12
 Urb. Las animas- Chiclayo - Perú
 Teléf. 074-235598
 Cel. 979980179
 Cel. 933574346
 E-mail: deprotec.sac@gmail.com

EQUIPAMIENTO ELECTRICO / AUTOMATIZACIÓN	Cantidad	Unidad	P. unit.	Costo total (S/.)
Tablero Eléctrico BYPASS Protecline	1	UND	850.00	850.00
Pulsador de Paro y Marcha Schneider	1	UND	100.00	100.00
Válvula Reguladora de Presión Festo	1	UND	300.00	300.00
Variador de Frecuencia Schneider	3	UND	1000.00	3000.00
Sensor de Presión Kobold	2	UND	800.00	1600.00
Sensor de Nivel Siemens	1	UND	2000.00	2000.00
Controlador PLC Schneider	1	UND	1500.00	1500.00
Electroválvula SMC	11	UND	800.00	8800.00
Tubería conduit y cableado	1	GLB	1000.00	1000.00
				S/. 19,150.00
MONTAJE MECANICO / ELECTRICO	Cantidad	Unidad	P. unit.	Costo total (S/.)
MONTAJE MECANICO	1	GLB	2500.00	2500.00
MONTAJE ELECTRICO	1	GLB	2500.00	2500.00
PUESTA EN MARCHA	1	GLB	1000.00	1000.00
DISEÑO MECANICO / ELECTRICO / AUTOMATICO				18000.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				S/. 61,270.00

CONDICIONES GENERALES:

COSTO DEL SERVICIO EN SOLES	: S/. 61,270.00 + IGV
CONDICIONES DE PAGO	: 70% Adelantado y saldo contra entrega
TIEMPO DE ENTREGA DE LA OBRA	: 30 DIAS
GARANTIA	: UN AÑO POR DEFECTOS DE FABRICACION
FECHA	: 18 /02/2021

Sin otro en particular y a la espera de sus gratas ordenes, me despido.
 Saludos cordiales.

Edgar Pérez Cajo
 Gerente General
 DEPROTEC SAC

:: Desarrollo y Ejecución de Proyectos Industriales y Agroindustriales ::
 :: Fabricación de Maquinaria y Equipos Industriales en Acero Inoxidable ::
 :: Industria Alimentaria e Ingeniería de Procesos ::
 :: Proyectos EPC - Llave en Mano ::

Anexo 24. Directorio de Laboratorios Acreditados por INACAL.



DIRECTORIO LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADOS

Nº	Nombre del Laboratorio	Tipo de Laboratorio	Dirección	Teléfono	Fax	E-mail/ Web	Cédula de Notificación	Vigencia	Registro Nº
7	BHIOS LABORATORIOS S.R.L. (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) – Yanahuara – Arequipa – Arequipa	054 273320	054 273320	bhioslabs@terra.com.pe	133.2015/SNA-INDECOPI	2013-11-13 al 2017-11-13	LE - 055
8	CENTRO DE CERTIFICACIÓN, INSPECCIÓN Y ENSAYOS DE PRODUCTOS PETROLEROS, GAS NATURAL Y DERIVADOS – CERTIPETRO (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Tupac Amaru 210, Rímac - Lima	381 3845 481 1070 - anexo 286	381 3845	certipetro@fp.unl.edu.pe certipetro@yahoo.es	002-2016-INACAL/DA	2015-09-17 al 2019-09-17	LE - 033
9	CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL CUERO, CALZADO E INDUSTRIAS CONEXAS (CITEccal) (Suspensión Total por Traslado, del 15 de febrero de 2016 a la fecha) (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Av. Caquetá N° 1300, Rímac - Lima	3820115 4825870	3820115 4825870	labciteccal@tp.gob.pe	284.2014/SNA-INDECOPI	2014-02-12 al 2018-02-12	LE - 057
10	CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL - CITEagroindustrial² (LABORATORIO DE ENOLOGÍA) (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Panamericana Sur Km 293.3 - Distrito de Salas Guadalupe - Ica - Ica	056 406224	---	citeagroindustrial@tp.gob.pe www.citeagroindustrial.com.pe	0177-2015-INACAL/DA	2015-01-25 al 2019-01-25	LE - 067
11	CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C - CETOX (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Jr. Pisac 192, oficina 102 - Urb. Residencial Higuera, Santiago de Surco - Lima Laboratorio: Mz F, Lote 16, Sector 7, Grupo 1, Villa El Salvador - Lima	273 2318	273 2318	servicios@cetox.com.pe www.cetox.com.pe	0110-2015-INACAL/DA	2015-06-18 al 2019-06-18	LE - 044
12	CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A - CERPER (Ver Alcance Otorgado)	Tercera Parte	Sede Callao: Av. Santa Rosa N° 601 - La Perla – Callao Sede Chimbote: Av. José Carlos Mariategui s/n Centro Cívico - Urb. Buenos Aires - Nuevo Chimbote Sede Piura: Urb. Angamos Manzana A Lote 2 - Piura	319 9000 420 4145	420 4128	info@cerper.com www.cerper.com	0278.2015/SNA-INDECOPI	2015-06-02 al 2019-06-02	LE - 003