


ANEXOS

ANEXO 1 Manuales de correcto funcionamiento

CASCADA DEL SUR 	<u>MANUAL DE</u> <u>MANTENIMIENTO</u> <u>CORRECTIVO</u>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025


PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE
AUTOMATIZACION

MANUAL CORRECTIVO



CASCADA DEL SUR

<u>ELABORADO</u>	<u>REVISADO POR:</u>	<u>APROVADO</u>	<u>FECHA DE</u>
<u>POR:</u>		<u>POR:</u>	<u>ELABORACION:</u>
Diego Agustín Espinoza Rocha	Ing. Ramiro Aramayo	Ing. Ramiro Aramayo	01 – 10 – 2025

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 1

INTRODUCCION. – El presente manual técnico es de carácter obligatorio para todo el personal operativo asignado al área de tratamiento de agua, ya que contiene los protocolos esenciales para la gestión segura y eficiente del sistema.

1. PROTOCOLOS DE SEGURIDAD PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

1.1. Equipo de Protección Personal Obligatorio

Guantes resistentes a químicos

Goggles de seguridad

Mascarilla para vapores químicos


Bata o uniforme industrial

Calzado de seguridad antideslizante

1.2 Procedimientos de Bloqueo y Etiquetado (LOTO)

PROCEDIMIENTO LOTO:

1. IDENTIFICAR todas las fuentes de energía
2. NOTIFICAR a operaciones sobre la intervención
3. APAGAR equipos en el orden establecido
4. BLOQUEAR con candados personales

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 2</p>
--	--	--

5. ETIQUETAR con información del técnico

6. VERIFICAR ausencia de energía

7. REALIZAR el mantenimiento

8. RETIRAR herramientas y equipos

9. RETIRAR etiquetas y candados

10. NOTIFICAR finalización

2. DIAGNÓSTICO DE FALLAS - SÍNTOMAS Y SOLUCIONES

2.1 Fallas en Sistema de Llenado


Problema: Nivel de Tanque No Detectado

SÍNTOMAS:

- Lectura de nivel en 0% o 100% constante
- Alarmas de fallo de sensor
- Control automático no funciona

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar alimentación del sensor (24VDC)

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 3</p>
--	--	--

2. Comprobar cableado (cortos o aperturas)

3. Verificar rango de señal (4-20mA)

4. Inspeccionar sensor por daños físicos

SOLUCIÓN:

Paso 1: Aislar sensor del proceso

Paso 2: Medir resistencia del sensor

Paso 3: Verificar señal de salida


Paso 4: Reemplazar sensor si es necesario

Paso 5: Recalibrar después del reemplazo

Problema: Válvula No Responde

SÍNTOMAS:

- Válvula no abre/cierra con comandos
- Posicionador muestra error
- Fuga en actuador

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 4</p>
--	--	--

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar voltaje en bornes del actuador
2. Comprobar presión de aire (3-15 psi)
3. Revisar tarjeta de salida del PLC
4. Verificar posicionador

SOLUCIÓN:

Paso 1: Aplicar LOTO

Paso 2: Probar válvula en modo manual

Paso 3: Verificar solenoide

Paso 4: Reemplazar actuador si es necesario


Paso 5: Verificar funcionamiento completo

2.2 Fallas en Control de pH

Problema: Lectura de pH Inestable o Errónea

SÍNTOMAS:

- Lecturas saltan constantemente

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 5</p>
--	--	--

- Valores fuera de rango esperado
- No responde a cambios en el proceso

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar electrodo (suciedad, burbujas)
2. Comprobar líquido de referencia
3. Verificar conexión a tierra
4. Revisar impedancia del electrodo

SOLUCIÓN:

Paso 1: Limpiar electrodo con solución adecuada


Paso 2: Rehidratar si es necesario (KCl 3M)

Paso 3: Realizar calibración de 2 puntos

Paso 4: Verificar cableado y conexiones

Paso 5: Reemplazar electrodo si > 6 meses

Problema: Bomba de Dosificación de pH No Funciona

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 6</p>
--	--	--

SÍNTOMAS:


- Bomba no dosifica
- Caudal irregular
- Alarmas de motor

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar comando desde PLC
2. Comprobar válvula de retención
3. Revisar diafragma por daños
4. Verificar tuberías por obstrucciones

SOLUCIÓN:

- Paso 1: Desconectar energía
- Paso 2: Limpiar cabezal de dosificación
- Paso 3: Reemplazar diafragma si es necesario
- Paso 4: Verificar válvulas de retención
- Paso 5: Probar con agua antes de reactivar

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 7</p>
--	--	--

2.3 Fallas en Control de Cloro

Problema: Sensor de Cloro Da Lecturas Inconsistentes

SÍNTOMAS:

- Deriva en las lecturas
- Tiempo de respuesta lento
- Error de calibración

DIAGNÓSTICO:


1. Verificar flujo de muestra
2. Comprobar electrolito
3. Revisar membrana por daños
4. Verificar limpieza de celdas

SOLUCIÓN:

Paso 1: Detener medición

Paso 2: Limpiar celdas con solución limpiadora

Paso 3: Reemplazar electrolito y membrana

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 8</p>
--	--	--

Paso 4: Realizar calibración

Paso 5: Verificar con solución estándar

2.4 Fallas en el Sistema de Control

Problema: PLC No Responde

SÍNTOMAS:


- Luces de estado anormales
- Comunicación perdida con HMI
- Salidas no activan

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar alimentación (120/240VAC)
2. Comprobar batería de backup
3. Revisar módulos de E/S
4. Verificar programa en RAM

SOLUCIÓN:

Paso 1: Reiniciar PLC (ciclo power)

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 9</p>
--	--	--

Paso 2: Cargar programa de respaldo

Paso 3: Reemplazar módulo defectuoso

Paso 4: Verificar todas las E/S

Problema: HMI No Funciona Correctamente

SÍNTOMAS:


- Pantalla en blanco o congelada
- Toque no responde
- Datos no actualizan

DIAGNÓSTICO:

1. Verificar alimentación
2. Comprobar cable de comunicación
3. Revisar temperatura de operación
4. Verificar software

SOLUCIÓN:

Paso 1: Reiniciar HMI

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 10

Paso 2: Restaurar aplicación

Paso 3: Reemplazar pantalla si es necesario

Paso 4: Actualizar software

3. PROCEDIMIENTOS CORRECTIVOS ESPECÍFICOS


3.1 Reemplazo de Sensor de pH

HERRAMIENTAS REQUERIDAS:

- Llave para sensor de pH
- Multímetro digital
- Soluciones de calibración
- Guantes de nitrilo

PROCEDIMIENTO:

1. AISLAR: Colocar sistema en modo mantenimiento
2. DRENAR: Vaciar cámara de medición
3. RETIRAR: Sensor viejo con llave adecuada
4. LIMPIAR: Rosca y conexiones

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 11

5. INSTALAR: Nuevo sensor con sellador adecuado

6. RECONECTAR: Cableado según diagrama

7. CALIBRAR: Con soluciones buffer 4.0, 7.0, 10.0

8. VERIFICAR: Lecturas estables por 30 minutos


3.2 Reparación de Bomba Dosificadora

HERRAMIENTAS REQUERIDAS:

- Juego de destornilladores
- Juego de llaves Allen
- Kit de reparación de bomba
- Manómetro para presión

PROCEDIMIENTO:

1. BLOQUEAR: Aplicar LOTO en bomba
2. DESCONECTAR: Tuberías de entrada y salida
3. DESMONTAR: Cabezal de dosificación
4. INSPECCIONAR: Diafragma, válvulas de retención

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 12

5. REEMPLAZAR: Componentes del kit de reparación

6. REMONTAR: En orden inverso

7. PURGAR: Eliminar aire del sistema

8. PRUEBA: Verificar caudal y presión


3.3 Reseteo de Sistema de Control

CONDICIONES PARA RESETEO:

- Sistema no responde a comandos
- Comunicaciones perdidas
- Comportamiento errático del PLC

PROCEDIMIENTO:

1. NOTIFICAR: A todos los usuarios del sistema
2. DETENER: Procesos en ejecución
3. BACKUP: Descargar programa actual si es posible
4. APAGAR: En secuencia correcta (HMI, E/S, PLC)
5. ESPERAR: 30 segundos mínimo

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 13

6. ENCENDER: En secuencia (PLC, E/S, HMI)

7. VERIFICAR: Estado de todos los módulos

8. TESTEAR: Funcionalidad básica del sistema

4. REGISTRO DE INTERVENCIONES CORRECTIVAS

4.1 Formato de Reporte de Fallas

FECHA: _____

TÉCNICO: _____

EQUIPO: _____

SÍNTOMA REPORTADO: _____

DIAGNÓSTICO:


Sensor/Instrumento

Actuador/Válvula

Controlador/PLC

HMI/Interface

Cableado/Comunicación

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 14

Software/Programa

Otro: _____

ACCIÓN CORRECTIVA:

Ajuste/Calibración

Limpieza/Mantenimiento

Reparación componente

Reemplazo equipo

Modificación programa

Otro: _____

TIEMPO DE REPARACIÓN: _____


MATERIALES UTILIZADOS: _____

VERIFICACIÓN POST-REPARACIÓN:

Funcionamiento normal

Parámetros dentro de rango

Sin alarmas activas

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 15

[] Documentación actualizada

FIRMA TÉCNICO: _____

FIRMA SUPERVISOR: _____

5. INVENTARIO DE REFACCIONES CRÍTICAS

5.1 Componentes para Stock Inmediato

Sensores de pH (2 unidades)

Electrodos de cloro (2 unidades)

Módulos de E/S para PLC (1 de cada tipo)

Bombas dosificadoras (1 unidad completa)

Válvulas solenoides (2 unidades)


Fuentes de alimentación 24VDC (2 unidades)

Cables de comunicación (juego completo)

5.2 Herramientas Especializadas

Calibrador de instrumentos 4-20mA

Multímetro True RMS

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>CORRECTIVO</u>	PAGINA: 16

Probador de redes industrial

Kit de herramientas para sensores

Software de programación PLC/HMI

Equipo de calibración pH y cloro

6. ESCALAMIENTO DE SOPORTE TÉCNICO

6.1 Niveles de Soporte

Nivel 1 - Técnico de Planta:

Fallas básicas instrumentación

Calibraciones y ajustes

Reemplazo componentes standard


Nivel 2 - Ingeniero experto:

Fallas complejas control

Modificaciones de programa

Integración de sistemas


Nivel 3 - Fabricante/Proveedor:

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>CORRECTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <p>PAGINA: 17</p>
--	--	---

Garantías de equipo

Fallas de diseño

Actualizaciones mayores

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025


PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE
AUTOMATIZACION

MANUAL PREVENTIVO



CASCADA DEL SUR

<u>ELABORADO</u>	<u>REVISADO POR:</u>	<u>APROVADO</u>	<u>FECHA DE</u>
<u>POR:</u>		<u>POR:</u>	<u>ELABORACION:</u>
Diego Agustín Espinoza Rocha	Ing. Ramiro Aramayo	Ing. Ramiro Aramayo	01 – 10 – 2025

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>PREVENTIVO</u>	PAGINA: 1

1. INTRODUCCIÓN

Este manual establece los protocolos de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema de automatización. El cumplimiento de estos procedimientos extiende la vida útil de los equipos y previene fallos operativos.

2. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO


- Diario: Verificaciones visuales y de funcionamiento básico.
- Semanal: Calibración de sensores y revisión de parámetros.
- Mensual: Limpieza y verificación física de componentes.
- Anual: Revisión integral y reemplazo de partes desgastadas.

3. PROTOCOLOS POR COMPONENTE

3.1 PLC (Controlador Lógico Programable)

Mensual:

- Verificar estado de LEDs indicadores.
- Revisar conexiones de terminales.
- Limpiar filtros de ventilación.

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 2</p>
--	--	--

- Respaldar programa de software.

Anual:

- Actualizar firmware.
- Reemplazar batería de respaldo (si aplica).
- Verificar tierra física.

3.2 Multiparámetro Bluetooth pH/EC/OD


Semanal:

- Calibrar con soluciones buffer (pH 4.0, 7.0, 10.0).
- Verificar comunicación Bluetooth.
- Limpiar electrodos con solución específica.

Mensual:

- Verificar estado de baterías.
- Actualizar software de aplicación.
- Almacenar en solución de KCl 3M si no se usa.

3.3 Sensores de Cloro

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 3

Semanal:

- Limpiar membrana con agua desionizada.
- Verificar señal de salida (4-20 mA).
- Revisar consumo de electrolito.

Trimestral:

- Reemplazar electrolito y membrana.
- Verificar calibración con solución estándar.


3.4 Electroválvula de Control

Mensual:

- Verificar funcionamiento (abrir/cerrar).
- Inspeccionar juntas y empaquetaduras.
- Limpiar filtro de entrada.

Anual:

- Reemplazar bobina si presenta sobrecalentamiento.
- Lubricar eje de válvula (si aplica).

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 4</p>
--	--	--

3.5 Presostato Digital

Mensual:

- Verificar calibración con manómetro patrón.
- Limpiar puerto de conexión.
- Revisar ajustes de setpoints.

Semestral:

- Revisar contacto eléctrico.
- Verificar estado de diafragma.


3.6 Sensores de Nivel Ultrasónicos

Mensual:

- Limpiar superficie de transmisión.
- Verificar ajuste de ángulo y posición.
- Revisar fijación mecánica.

Trimestral:

- Verificar calibración con regla patrón.

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 5</p>
--	--	--

- Revisar cableado y conectores.

3.7 Fuente de Alimentación

Mensual:

- Verificar tensión de salida (24V DC $\pm 5\%$).
- Limpiar ventiladores y rejillas.
- Revisar conexiones de potencia.

Anual:


- Revisar capacitores electrolíticos.
- Verificar disipación de calor.

3.8 Protecciones Eléctricas

Mensual:

- Verificar estado de breakers y fusibles.
- Comprobar funcionamiento de protectores de sobretensión.
- Revisar bornes de conexión.

Semestral:

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 6</p>
--	--	--

- Realizar prueba de operación de breakers.
- Verificar estado de varistores.

3.9 Cableado y Conectores

Mensual:

- Inspeccionar estado físico de cables.
- Verificar apriete de terminales.
- Revisar etiquetado.


Anual:

- Medir resistencia de aislamiento.
- Verificar continuidad de tierra.

3.10 Software de Programación

Mensual:

- Respalidar proyectos y librerías.
- Verificar licencias activas.
- Revisar lags de errores.

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<u>MANUAL DE</u>	VERSION: 00
	<u>MANTENIMIENTO</u>	FECHA: 06 – 10 – 2025
	<u>PREVENTIVO</u>	PAGINA: 7

Semestral:


- Actualizar TIA Portal y controladores.
- Optimizar programa de control.
- Revisar y actualizar documentación.

4. REGISTRO DE MANTENIMIENTO


Fecha	Componente	Actividad Realizada	Técnico	Observaciones

5. LISTA DE VERIFICACIÓN PREVENTIVA

- PLC sin alarmas activas
- Sensores calibrados y comunicando
- Válvulas operando sin fugas
- Fuente entregando 24V DC estable
- Protecciones eléctricas funcionales
- Programa respaldado

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>MANTENIMIENTO</u></p> <p><u>PREVENTIVO</u></p>	<p>VERSION: 00</p>
		<p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p>
		<p>PAGINA: 8</p>

- Documentación actualizada

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025


MANUAL DE FUNCIONES SISTEMA DE AUTOMATIZACION

MANUAL DE FUNCIONES



CASCADA DEL SUR

<u>ELABORADO</u> <u>POR:</u>	<u>REVISADO POR:</u>	<u>APROBADO POR:</u>	<u>FECHA DE</u> <u>ELABORACION:</u>
Diego Agustín Espinoza Rocha	Ing. Ramiro Aramayo	Ing. Ramiro Aramayo	01 – 10 – 2025

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 1

1. Identificación

1.1. Nombre autoridad

Jefe de planta

1.2. Autoridad

Intermedia

1.3. Área

Tratamiento de agua

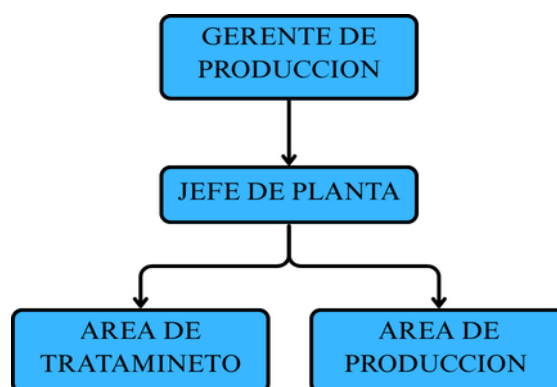
1.4. Depende de:


Gerente de producción

1.5. Supervisar a:

Encargado de supervisar a jefe de planta

1.6. Ubicación en la estructura organizacional



<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 2

2. Funciones del cargo

- Función general: Planificar, organizar y dirigir las actividades de las áreas de tratamiento y producción de agua de mesa.

OBJETIVO


Establecer las funciones, responsabilidades y criterios operativos de los componentes del sistema de automatización para el tratamiento de agua potable, asegurando la conformidad con los requisitos de calidad definidos en la norma ISO 9001:2015.

ALCANCE

Aplica a todos los componentes del sistema de control instalado en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de [Nombre de la Institución], incluyendo equipos de medición, control y supervisión.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

- ISO 9001:2015 - Sistemas de gestión de la calidad
- ISO/IEC 17025:2017 - Competencia de laboratorios de ensayo y calibración
- IEC 61131-2 - Equipos de control programables
- ANSI/ISA-88 - Modelos de referencia para control de procesos por lotes

	<u>MANUAL DE</u> <u>FUNCIONES</u>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 3


4. RESPONSABLE DEL ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Cargo	Responsabilidades	Competencias Requeridas
Jefe de Planta	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de procedimientos operativos • Validación de datos de calidad • Autorización de mantenimientos mayores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería Química/Industrial • 5 años experiencia en plantas de agua • Certificación en ISO 9001
Supervisor de Turno	<ul style="list-style-type: none"> • Operación diaria del sistema • Verificación de calibraciones • Reporte de no conformidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico en Instrumentación • Conocimiento PLC y SCADA • Entrenamiento en HACCP
Técnico de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración de instrumentos • Reparación de componentes • Registro de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica/Instrumentación • Certificación del fabricante (Eaton) • Seguridad eléctrica

5. DEFINICIÓN DE FUNCIONES POR COMPONENTE

5.1 PLC Eaton (Serie XV)

Función	Parámetros de Control	Frecuencia	Registro
Control lógico del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencia de operaciones • Lógica de seguridad • Manejo de alarmas 	Continuo	Log automático en SD
Comunicación con periféricos	<ul style="list-style-type: none"> • Polling de sensores • Envío de comandos a actuadores • Sincronización temporal 	Cada 100 ms	Tabla de comunicación
Gestión de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento histórico • Cálculo de promedios • Generación de tendencias 	Cada hora	Base de datos SQL


<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 4

5.2 Multiparámetro Bluetooth pH/EC/OD

Función	Especificación	Tolerancia	Acción Correctiva
Medición de pH	Rango: 0-14 pH	±0.1 pH	Recalibración con buffers 4,7,10
Conductividad eléctrica	Rango: 0-200 mS/cm	±1% FS	Limpieza de electrodos
Oxígeno disuelto	Rango: 0-20 mg/L	±0.5 mg/L	Reemplazo de membrana
Transmisión inalámbrica	Bluetooth 4.0+	Sin interrupciones >5 min	Reinicio del módulo

5.3 Sensores de Cloro

Función	Parámetro	Rango Operativo	Validación
Medición residual de cloro	Tipo: Amperométrico	0.2-5.0 ppm	Diaria con DPD
Compensación de temperatura	Sensor integrado	0-50°C	Mensual con termómetro patrón
Autodiagnóstico	Estado del electrodo	-	Semanal


<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 5

5.4 Electroválvula de Control

Función	Característica	Parámetros	Verificación
Dosificación de químicos	Tipo: Solenoide proporcional	Rango: 0-100% apertura	Mensual por caudalímetro
Aislamiento de procesos	Hermeticidad	Fuga < 0.1% del caudal	Trimestral por prueba de presión
Respuesta a emergencias	Tiempo de cierre	< 2 segundos	Semestral

5.5 Presostato Digital

Función	Aplicación	Puntos de Ajuste	Calibración
Protección de bombas	Alta/baja presión	P1: 3.5 bar, P2: 6.0 bar	Mensual con manómetro patrón
Control de nivel indirecto	Tanques presurizados	Histeresis: 0.2 bar	-
Señalización de estado	Indicación local/remota	LED verde/rojo	Diaria visual


<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 6

5.6 Sensores de Nivel Ultrasónicos

Función	Configuración	Exactitud	Mantenimiento
Medición de nivel continuo	Rango: 0-10 m	± 3 mm	Limpieza mensual del transductor
Compensación por temperatura	Sensor integrado	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	Verificación trimestral
Comunicación	Salida: 4-20 mA	Linealidad: 0.1%	Anual de cableado

5.7 Fuente de Alimentación

Función	Especificación Técnica	Monitoreo	Acción Preventiva
Conversión AC/DC	Entrada: 220VAC, Salida: 24VDC	Voltaje de salida	Medición continua por PLC
Protección del sistema	SC, OV, UV	Estado de LED	Revisión diaria visual
Estabilización	Ripple < 100 mV	Osciloscopio (anual)	Reemplazo de capacitores cada 5 años


<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 7

5.8 Caudalímetro Magnético

Función	Parámetro	Exactitud	Validación
Medición de flujo	Rango: 0-100 m ³ /h	±0.5% del valor medido	Anual por método gravimétrico
Totalización	Contador volumétrico	Resolución: 0.1 m ³	Verificación mensual
Detección de fallas	Diagnóstico interno	Autotest	Automático cada 24h

5.9 Protecciones Eléctricas

Función	Componente	Característica	Prueba
Protección contra cortocircuito	MCB	Curva C, 10kA	Anual por equipo certificado
Protección diferencial	RCD	30 mA, tipo A	Trimestral con probador
Aislamiento	Transformador	Relación 1:1	Medición anual de resistencia


<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>FUNCIONES</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 8

5.10 Cableado y Conectores

Función	Tipo	Especificación	Inspección
Transmisión de señales	Multipar apantallado	AWG 18, PVC/PUR	Semestral por megóhmetro
Conexión de campo	Conectores M12	IP67, 4-8 polos	Mensual por torque
Identificación	Etiquetas	Según ISA-5.1	Revisión anual

5.11 Software de Programación

Función	Módulo	Versión	Control de Cambios
Programación PLC	CODESYS SP17	V3.5 Licencia profesional	Registro en bitácora SW-001
Visualización	HMI integrado	Runtime 512 tags	Backup semanal
Análisis de datos	SCADA básico	OPC UA cliente	Actualización anual

CASCADA DEL SUR 	<u>MANUAL DE</u> <u>PROCEDIMINETOS</u>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025


MANUAL DE FUNCIONES SISTEMA DE AUTOMATIZACION

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS



CASCADA DEL SUR

<u>ELABORADO</u> <u>POR:</u>	<u>REVISADO POR:</u>	<u>APROBADO POR:</u>	<u>FECHA DE</u> <u>ELABORACION:</u>
Diego Agustín Espinoza Rocha	Ing. Ramiro Aramayo	Ing. Ramiro Aramayo	01 – 10 – 2025

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 1

1. OBJETIVO


Establecer los procedimientos estandarizados para la operación, mantenimiento y control del sistema de automatización del área de tratamiento de agua potable, asegurando la conformidad con los requisitos de calidad, la eficiencia operativa y la seguridad del personal e instalaciones.

2. ALCANCE

Este manual aplica a todas las actividades relacionadas con:

- Operación del sistema de control automatizado
- Mantenimiento preventivo y correctivo de componentes
- Calibración y verificación de instrumentación
- Gestión de cambios en programación
- Capacitación del personal técnico
- Documentación y registros del sistema

Áreas involucradas: Planta de Tratamiento de Agua Potable, Departamento de Mantenimiento, Control de Calidad.

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 2

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Documento/Norma	Título	Aplicabilidad
ISO 9001:2015	Sistemas de gestión de la calidad	Requisitos generales
ISO/IEC 17025	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios	Calibración de sensores
IEC 61131-2	Equipos de control programables	PLC y software
NOM-127-SSA1-2021	Agua para uso y consumo humano	Calidad del agua
NFPA 70	National Electrical Code	Instalaciones eléctricas


4. RESPONSABILIDADES

4.1 jefe de Planta de Tratamiento

- Aprobar procedimientos operativos
- Autorizar mantenimientos mayores
- Revisar indicadores de desempeño
- Garantizar recursos necesarios

4.2 Supervisor de Automatización

- Supervisar operación diaria del sistema

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 3


- Coordinar mantenimientos programados
- Validar calibraciones de instrumentos
- Capacitar al personal técnico

4.3 Técnico Especializado en PLC

- Programación y modificación de lógica de control
- Diagnóstico de fallas en sistema de control
- Respaldo y restauración de programas
- Actualización de software

4.4 Técnico de Instrumentación

- Calibración de sensores y transmisores
- Mantenimiento de actuadores y válvulas
- Verificación de señales de campo
- Documentación de ajustes realizados

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 4</p>
--	--	--

Control de Llenado de Tanques

Lo redactado en el manual para el mismo control del PLC, sirve para que cualquiera que requiera volver al punto de inicio pueda hacerlo revisando lo siguiente:

Funciones Automatizadas:


FUNCIÓN: Control_Nivel_Tanque

ENTRADAS:

- Nivel_Actual (0-100%)
- Nivel_Setpoint_Max
- Nivel_Setpoint_Min
- Estado_Válvula_Entrada
- Estado_Bomba_Alimentación

SALIDAS:

- Comando_Abrir_Válvula
- Comando_Cerrar_Válvula
- Comando_Arranque_Bomba

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 5

- Comando_Parada_Bomba

- Alarma_Nivel_Alto

- Alarma_Nivel_Bajo

LÓGICA:

Lógica de Control con PLC

A. Condiciones para el Llenado

Tanque Principal (0) debe estar lleno:

Nivel_Tanque0 \geq 80,000 L (confirmado por sensor de nivel).

Tanques secundarios se llenan solo si están por debajo de un umbral crítico:

Tanque1 $<$ 10% (6,000 L) \rightarrow Abrir Válvula V1.

Tanque2 $<$ 10% (4,000 L) \rightarrow Abrir Válvula V2.

Tanque3 $<$ 10% (8,000 L) \rightarrow Abrir Válvula V3.

B. Programación en Ladder/SCL (Ejemplo en Siemens S7-1200)


// Lógica para Tanque 1 (60,000L)

IF "Tanque0_Nivel" \geq 80000 AND "Tanque1_Nivel" $<$ 6000 THEN

 "Valvula_V1" := TRUE; // Abrir válvula

 "Bomba" := TRUE; // Activar bomba si es necesario

ELSE

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 6</p>
--	--	--

"Valvula_V1" := FALSE;

END_IF;

// Lógica para Tanque 2 (40,000L)

IF "Tanque0_Nivel" >= 80000 AND "Tanque2_Nivel" < 4000 THEN

 "Valvula_V2" := TRUE;

ELSE

 "Valvula_V2" := FALSE;

END_IF;

// Lógica para Tanque 3 (80,000L)

IF "Tanque0_Nivel" >= 80000 AND "Tanque3_Nivel" < 8000 THEN

 "Valvula_V3" := TRUE;

ELSE

 "Valvula_V3" := FALSE;

END_IF;


Configuración en TIA Portal

A. Hardware Configuration

Entradas Digitales (DI):

DI0: Presostato Tanque 1.

DI1: Presostato Tanque 2.

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 7</p>
--	--	--

DI2: Presostato Tanque 3.

DI3: Nivel alto Tanque 0.

Salidas Digitales (DO):

DQ0: Electroválvula V1.

DQ1: Electroválvula V2.

DQ2: Electroválvula V3.

DQ3: Bomba principal.

B. Alarmas y Seguridad

Alarma por bajo nivel en Tanque 0: Detener todo el sistema.

Alarma por sobrellenado: Cierre automático de válvulas.

Control de sensores

Lógica de Control con PLC

- Configuración del Sistema


A. Conexión de Sensores Bluetooth

Emparejar los sensores con la PC/PLC:

Activar Bluetooth en la PC y vincular los sensores.

Si se usa PLC, conectar un módulo Bluetooth (HC-05/06) al puerto serial del PLC.

Protocolo de Comunicación:

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 8

Los sensores suelen enviar datos en formato ASCII (ej: "pH=7.2").

Configurar baud rate (ej: 9600 bps) en el PLC/PC.

- Lectura de Datos en la PC (Python + Excel)

```
import pybluez, pandas as pd, time
from datetime import datetime

# Configuración Bluetooth
devices = pybluez.discover_devices()
pH_sensor = devices[0] # Dirección MAC del sensor

# Bucle de lectura cada hora
data = []
while True:
    try:
        # Leer datos del sensor (ejemplo genérico)
        value = pybluez.read(pH_sensor) # Depende de la librería
        pH = float(value.split("=")[1]) # Extraer valor numérico
        data.append({"Fecha": datetime.now(), "pH": pH})

        # Guardar en Excel cada hora
        df = pd.DataFrame(data)
        df.to_excel("pH_Registro.xlsx", index=False)

        time.sleep(3600) # Esperar 1 hora
    except Exception as e:
        print(f"Error: {e}")
```

Integración de sensores

Lógica de Control con PLC

A. Configuración del Sensor


El sensor de cloro envía una señal 4-20 mA (ej: 4 mA = 0 ppm, 20 mA = 5 ppm).

Escalado en PLC:

Cloro_ppm = (AI0 - 4) * (5 / 16) // Ejemplo para rango 0-5 ppm

Estrategia de Dosificación

Si Cloro_ppm < 0.5:

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u> <u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 9</p>
--	---	--

Activar bomba dosificadora hasta alcanzar 1.5 ppm (margen seguro).

Usar temporizador para controlar el tiempo de dosificación.

Si Cloro_ppm > 2:

Desactivar bomba y activar alarma.

Si $0.5 \leq \text{Cloro_ppm} \leq 2$:

Mantener bomba apagada (nivel óptimo).

Pseudocódigo (Ladder/SCL):

// Lógica de dosificación

IF "Cloro_ppm" < 0.5 THEN

 "Bomba_Cloro" := ON;

ELSIF "Cloro_ppm" >= 1.5 THEN // Margen para evitar sobrepaso

 "Bomba_Cloro" := OFF;

END_IF;

// Alarmas


IF "Cloro_ppm" > 2 THEN

 "Alarma_Alto" := ON;

ELSIF "Cloro_ppm" < 0.5 THEN

 "Alarma_Bajo" := ON;

ELSE

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 10

"Alarma_Alto" := OFF;

"Alarma_Bajo" := OFF;

END_IF;

onfiguración en TIA Portal (Siemens S7-1200)

A. Hardware Configuration

AI0: Sensor de cloro (4-20 mA).

DQ0: Bomba dosificadora (salida digital).

DQ1: Alarma nivel alto.

DQ2: Alarma nivel bajo.

B. Bloque PID (Opcional)

Para dosificación precisa, usar PID_Compact con:

Setpoint (SP): 1.5 ppm.

Kp: 0.8, Ti: 10 s, Td: 0.5 s (ajustar según respuesta del sistema).

Script Python


```
import pandas as pd
```

```
from pycomm3 import LogixDriver # Para PLC Allen-Bradley
```

```
plc = LogixDriver('192.168.1.1') # IP del PLC
```

```
data = {
```

```
    "Hora": pd.Timestamp.now(),
```

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 11</p>
--	--	---

```
"Cloro_ppm": plc.read("Cloro_ppm").value,
  "Bomba": plc.read("Bomba_Cloro").value,
}
```

ROLES Y PERMISOS DE USUARIO

Operador

Permisos:

Visualizar parámetros en tiempo real

Iniciar/Parar procesos automáticos

Reconocer alarmas

Registrar observaciones


Realizar operaciones manuales básicas

Funciones Restringidas:

X Modificar setpoints

X Configurar alarmas

X Acceder a modo mantenimiento

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 12

Supervisor

Permisos:

Todos los permisos de Operador

Modificar setpoints de operación

Configurar límites de alarmas

Acceder a reportes históricos

Realizar calibraciones

Gestionar recetas de producción

3.3 Ingeniero de Mantenimiento

Permisos:


Todos los permisos de Supervisor

Acceso a programación del PLC

Modificar lógicas de control

Realizar pruebas de equipos

Configurar comunicaciones

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 13</p>
--	--	---

Realizar respaldos del sistema

Administrador

Permisos:

Acceso completo al sistema

Gestión de usuarios y permisos

Configuración de seguridad

Acceso a todos los reportes

Modificación de parámetros críticos


SECUENCIA OPERACIONAL AUTOMATIZADA

Secuencia de Arranque

PROCEDIMIENTO: Secuencia_Arranque_Automático

PASO 1: Verificar condiciones iniciales

- Nivel tanque < 10%
- Válvulas cerradas
- Bombas apagadas

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 14

- Sensores operativos

PASO 2: Iniciar llenado

- Abrir válvula de alimentación
- Arrancar bomba de llenado

PASO 3: Monitorear nivel


- Leer sensor de nivel cada 5 segundos
- Actualizar HMI en tiempo real

PASO 4: Control de calidad

- Cuando nivel > 25%:
 - * Iniciar medición pH
 - * Iniciar medición cloro
 - * Activar controladores PID

PASO 5: Llenado completo

- Al alcanzar 95%:
 - * Cerrar válvula

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 15</p>
--	--	---

* Parar bomba

* Mantener control químico

Secuencia de Parada

PROCEDIMIENTO: Secuencia_Parada_Automática

PASO 1: Parar dosificación química

- Desactivar bomba pH
- Desactivar bomba cloro

PASO 2: Completar ciclo actual


- Esperar a que nivel alcance setpoint

PASO 3: Cerrar válvulas

- Cerrar válvula entrada
- Verificar estanqueidad

PASO 4: Poner en modo espera

- Mantener sensores activos
- Activar monitoreo seguridad

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 16</p>
--	--	---

5. GESTIÓN DE ALARMAS Y EVENTOS

5.1 Niveles de Alarma

Alarma Nivel 1 (Crítica):

pH fuera de rango seguro (<5 o >9)

Cloro > 5 ppm

Nivel tanque > 98%

Fallo general de sensores

Alarma Nivel 2 (Alta):

Desviación de pH > ±0.5

Desviación de cloro > ±0.3 ppm


Nivel tanque > 95%

Alarma Nivel 3 (Media):

Equipo en modo manual

Calibración pendiente

Mantenimiento próximo

<p>CASCADA DEL SUR</p>  <p>CASCADA DEL SUR S.A.</p>	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	VERSION: 00
		FECHA: 06 – 10 – 2025
		PAGINA: 17

Respuestas a Alarmas


PROTOCOLO: Respuesta_Alarma_Crítica

1. Parada automática inmediata del proceso
2. Activación de señalización visual y audible
3. Bloqueo de comandos automáticos
4. Notificación automática a supervisor
5. Registro en bitácora de eventos
6. Esperar acción manual del operador

MODO MANTENIMIENTO

Funciones Disponibles

- Prueba individual de actuadores
- Calibración de sensores
- Comprobación de lazos de control
- Simulación de procesos
- Ajuste de parámetros PID

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u> <u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 18</p>
--	---	---

Procedimiento de Calibración pH

PROCEDIMIENTO: Calibracion_pH

1. Seleccionar modo mantenimiento
2. Preparar soluciones buffer (4.0, 7.0, 10.0)
3. Introducir sensor en buffer 7.0
4. Ejecutar comando "Calibrar Punto 1"
5. Enjuagar sensor con agua desionizada
6. Repetir con buffers 4.0 y 10.0
7. Verificar curva de calibración
8. Salir modo mantenimiento


REPORTES Y DOCUMENTACIÓN

Reportes Automáticos

Reporte Diario: Producción, consumos, eventos

Reporte de Calidad: pH, cloro, desviaciones

Reporte de Alarmas: Eventos, tiempos de respuesta

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 19</p>
--	--	---

Reporte de Mantenimiento: Horas operación, alertas

Parámetros Registrados

Estructura_Registro_Datos {

Fecha_Hora

Nivel_Tanque

pH_Medido

Cloro_Medido

Estado_Válvulas

Estado_Bombas

Setpoints_Activos


Alarmas_Activas

Operador_Conectado

}

SEGURIDAD OPERACIONAL

Interlocks de Seguridad

<p>CASCADA DEL SUR</p> 	<p><u>MANUAL DE</u></p> <p><u>PROCEDIMIENTOS</u></p>	<p>VERSION: 00</p> <hr/> <p>FECHA: 06 – 10 – 2025</p> <hr/> <p>PAGINA: 20</p>
--	--	---

Impedir llenado si pH fuera de rango

Bloquear dosificación si tanque vacío

Parada emergencia por nivel máximo

Interlock físico de válvulas

Procedimientos de Emergencia

Parada de Emergencia: Detiene inmediatamente todo el proceso

Modo Seguro: Mantiene condiciones estables hasta intervención

Vaciado Controlado: Permite vaciar tanque en condiciones controladas

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Checklist Diario


Verificar calibración sensores

Comprobar estado de bombas dosificadoras

Revisar niveles de reactivos

Verificar registro de alarmas

Comprobar comunicaciones

CASCADA DEL SUR 	<u>MANUAL DE</u> <u>PROCEDIMIENTOS</u>	VERSION: 00 FECHA: 06 – 10 – 2025 PAGINA: 21
--	---	--

9.2 Mantenimiento Programado


Semanal: Limpieza de sensores

Mensual: Calibración completa

Trimestral: Mantenimiento bombas

ANEXO 2 planillas de control de la empresa Cascada del sur

- Llenado correcto de planillas



CASCADA
DEL SUR S.A.
TARIJA - BOLIVIA

DIA	MES	AÑO
31	10	2024

CONTROL DE CALIDAD

DEPARTAMENTO PRODUCCIÓN					ANÁLISIS DE AGUAS													OBSERVACIONES
HORA	AGUA CRUDA	REACTOR				FILTRO DE ARENA						PULIDOR						
		CL	P	M	2PM	CL	P	M	2PM	D	DM	CL	M	CL	SO 4	CL	Sabor	
7:00	/	50	105	-5	/	55	78	132			/	70				0	OK	
8:00	/	53	102	14	/	55	75	135			/	70				0	OK	
9:00	/	55	95	115	/	53	76	130			/	70				0	OK	
10:00	0,5	59	102	116	/	55	75	135			/	71				0	OK	
11:00	0,5	66	105	127	0,5	56	76	136			/	72				0	OK	
12:00	0,5	73	109	137	0,5	53	73	133			/	73				0	OK	
13:00	0,5	85	115	155	0,5	55	76	134			/	70				0	OK	

REACTOR CARGA BASICA					
HORA	N°	SO ₂ Fe	ClO NA	Cal	Cl ₂ Ca
8:30	1	2		10	
10:00	1			10	
TOTAL					
CAUDAL					
HORA					

REACTORES							
N°	Purgas de Fondo						CAUDAL
	HORA	%	DUR.	HORA	%	DUR.	
1	10:00	10	1	hora			
2							

FILTROS Y PURIFICADORES				
EQUIPOS	RETROLAVADO		SANEADO	
	DESDE	HASTA	TIEMPO	VALP CI
1	ARENA			
	CARBON			
2	ARENA			
	CARBON			

OBSERVACIONES
Sin obs.

ANEXO 3 Tabla resumen de planillas y gráficos de control de PH

Tabla 1
Control de calidad de PH

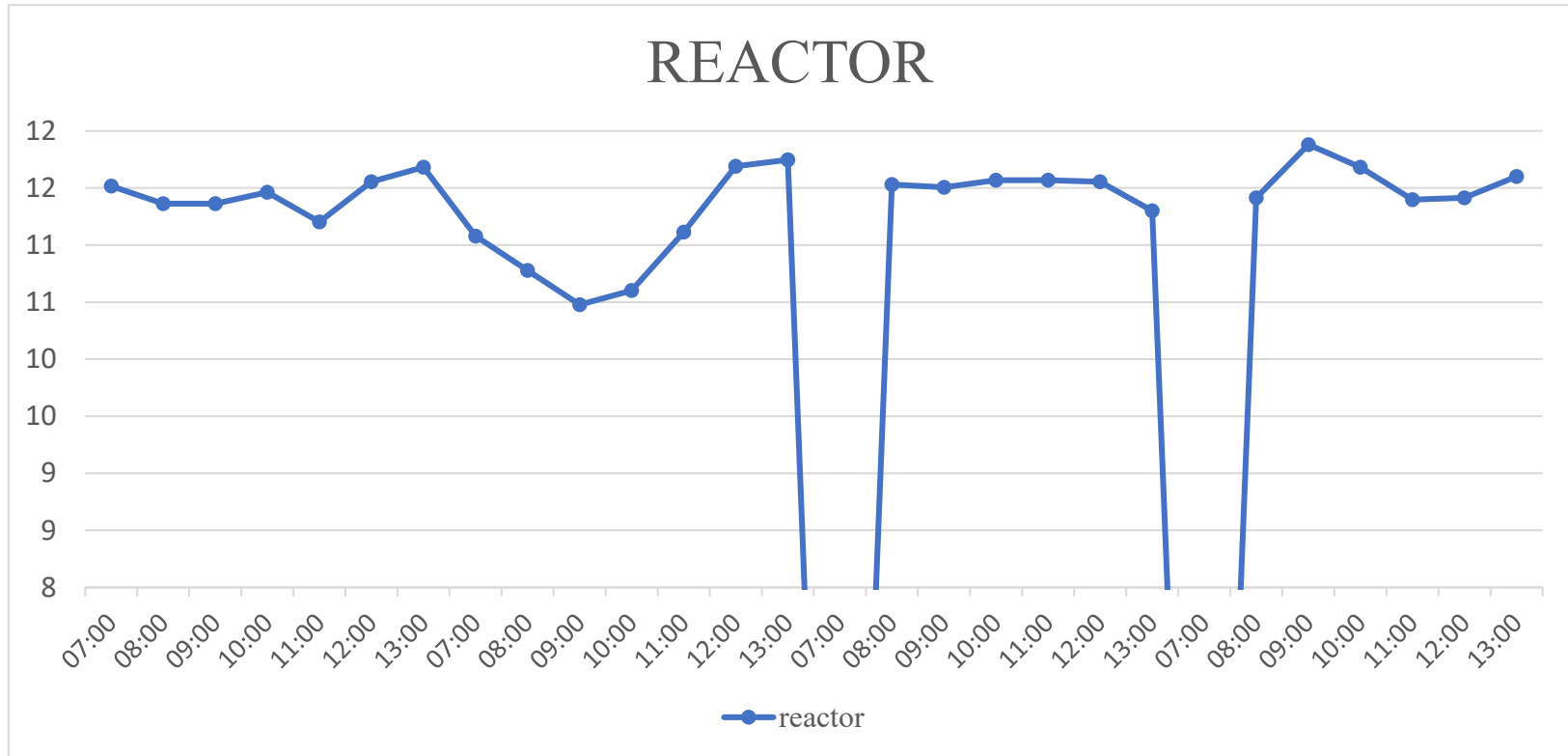
control de calidad de tratamiento																
	hora	Agua cruda	reactor					filtro de arena					pulidor			
		CL	P	M	2PM	PH	CL	P	M	2PM	PH	CL	M	CL	sabor	
01/10/2024	07:00	0.1	70	107	33	12	0.5	48	73	23	11	2	60	0	ok	
	08:00	2.5	60	97	23	11	0.5	45	71	19	11	2	62	0	ok	
	09:00	2.5	61	99	23	11	1	48	74	22	11	2	65	0	ok	
	10:00	2.5	67	105	29	11	2	50	75	25	11	2	66	0	ok	
	11:00	2.5	58	100	16	11	2	47	75	19	11	2	66	0	ok	
	12:00	2.5	74	112	36	12	2	49	73	25	11	2	68	0	ok	
	13:00	2.5	85	122	48	12	2.5	49	75	23	11	2	69	0	ok	
02/10/2024	07:00	2.0	51	90	12	11	2	47	71	23	11	2	59	0	ok	
	08:00	2	50	94	6	11	2	42	63	21	11	2	53	0	ok	
	09:00	1	42	81	3	10	2	44	66	22	11	2	68	0	ok	
	10:00	1	47	90	4	11	2	40	63	17	11	2	65	0	ok	
	11:00	0.5	55	97	13	11	1.5	41	70	12	11	2	68	0	ok	
	12:00	0.5	83	117	49	12	1	40	68	12	11	2	71	0	ok	
	13:00	0.1	92	128	56	12	0.1	43	67	19	11	2	71	0	ok	
03/10/2024	07:00	2	43	98	-12	0	2	41	68	14	11	2	61	0	ok	
	08:00	2	73	112	34	12	2	40	70	10	11	2	64	0	ok	
	09:00	2	70	108	32	12	2	41	71	11	11	2	66	0	ok	
	10:00	2	75	113	37	12	2	39	69	9	11	2	65	0	ok	
	11:00	2	78	119	37	12	2	41	69	13	11	2	65	0	ok	
	12:00	2	78	120	36	12	2	38	70	6	11	2	64	0	ok	
	13:00	2	66	112	20	11	2	42	71	13	11	2	63	0	ok	
04/10/2024	07:00	1.5	33	89	-23	0	0	37	55	19	11	2	52	0	ok	
	08:00	1	58	90	26	11	1	44	76	12	11	2	61	0	ok	
	09:00	0.5	110	144	76	12	1	45	66	24	11	1.5	64	0	ok	
	10:00	0.5	87	126	48	12	0.5	41	67	15	11	1.5	66	0	ok	
	11:00	0.1	68	111	25	11	0.1	44	68	20	11	1.5	65	0	ok	
	12:00	2.5	66	106	26	11	0.5	44	69	19	11	2	67	0	ok	
	13:00	2.5	74	108	40	12	1.5	48	68	28	11	2	63	0	ok	
05/10/2024	07:00	0.5				0	1				0	2		0	ok	
	08:00	0.5				0	1				0	2		0	ok	
	09:00	0.5				0	1				0	2		0	ok	
	10:00	0.5				0	1				0	2		0	ok	
						0						0				
						0						0				
						0						0				
07/10/2024	07:00	2	119	145	93	12	2	45	66	24	11	2	60	0	ok	

	08:00	2	79	121	37	12	2	45	63	27	11	2	60	0	ok
	09:00	2	67	99	35	12	2	49	70	28	11	2	58	0	ok
	10:00	2	64	102	26	11	2	46	70	22	11	2	58	0	ok
	11:00	1	70	107	33	12	1	45	70	20	11	2	60	0	ok
	12:00	0.5	73	105	41	12	0.5	48	66	30	11	2	61	0	ok
	13:00	0.1	53	80	26	11	0.1	37	53	21	11	1.5	45	0	ok
08/10/2024	07:00	2	33	74	-8	0	2	30	61	-1	0	2	59	0	ok
	08:00	2	45	88	2	10	2	40	67	13	11	2	65	0	ok
	09:00	2	40	95	-15	0	2	42	70	14	11	2	63	0	ok
	10:00	2	38	94	-18	0	2	39	69	9	11	2	65	0	ok
	11:00	2	46	96	-4	0	2	41	71	11	11	2	65	0	ok
	12:00	2	54	95	13	11	2	39	69	9	11	2	64	0	ok
					0					0					
09/10/2024	07:00	2	57	88	26	11	2	36	67	5	11	2	63	0	ok
	08:00	2	70	110	30	11	2	35	65	5	11	2	62	0	ok
	09:00	2	54	106	2	10	2	39	63	15	11	2	62	0	ok
	10:00	1	70	106	34	12	2	33	64	2	10	2	63	0	ok
	11:00	0.5	76	108	44	12	1.5	36	64	8	11	2	61	0	ok
	12:00	0	62	98	26	11	1	36	63	9	11	2	61	0	ok
13:00	0	51	92	10	11	0.1	40	64	16	11	2	59	0	ok	
10/10/2024	07:00	2	51	93	9	11	2	40	63	17	11	2	60	0	ok
	08:00	2	59	98	20	11	2	34	65	3	10	2	59	0	ok
	09:00	2	63	100	26	11	2	32	63	1	10	2	59	0	ok
	10:00	2	83	121	45	12	2	35	64	6	11	2	61	0	ok
	11:00	2	80	116	44	12	2	38	64	12	11	2	61	0	ok
	12:00	2	79	122	36	12	2	37	64	10	11	2	60	0	ok
13:00	2	72	110	34	12	2	35	64	6	11	2	59	0	ok	
11/10/2024	07:00	0.5	19	105	-67	0	0.5	33	62	4	11	1.5	56	0	ok
	08:00	0.1	45	97	-7	0	0.1	38	67	9	11	1.5	57	0	ok
	09:00	0.1	62	100	24	11	0.1	37	68	6	11	1	58	0	ok
	10:00	2	77	111	43	12	0.1	40	67	13	11	1.5	62	0	ok
	11:00	2	63	103	23	11	2	36	66	6	11	2	64	0	ok
	12:00	2	51	93	9	11	2	32	55	9	11	2	53	0	ok
13:00	2	40	75	5	11	2	31	56	6	11	2	55	0	ok	
14/10/2024	07:00	1	106	140	72	12	1	48	67	29	11	2	52	0	ok
	08:00	0.5	89	120	58	12	0.5	51	7	95	12	1.5	57	0	ok
	09:00	0.5	80	115	45	12	0.5	52	75	29	11	1.5	57	0	ok
	10:00	0.5	76	110	42	12	0.5	54	76	32	12	1.5	58	0	ok
	11:00	0.5	75	106	44	12	0.5	56	76	36	12	1.5	58	0	ok
	12:00	0.1	70	95	45	12	0.1	42	60	24	11	1	46	0	ok
13:00	2	47	76	18	11	0.1	46	65	27	11	1	58	0	ok	
15/10/2024	07:00	2	41	98	-16	0	2	47	68	26	11	2	59	0	ok
	08:00	2	47	96	-2	0	2	43	69	17	11	2	63	0	ok

	09:00	2	50	95	5	11	2	45	69	21	11	2	63	0	ok
	10:00	2	73	108	38	12	2	43	69	17	11	2	65	0	ok
	11:00	2	77	113	41	12	2	41	68	14	11	2	65	0	ok
	12:00	2	75	106	44	12	2	43	67	19	11	2	63	0	ok
	13:00	2	56	95	17	11	2	41	69	13	11	2	61	0	ok
16/10/2024	07:00	0.5	60	105	15	11	0.5	41	65	17	11	1	60	0	ok
	08:00	0.5	68	103	33	12	0.5	43	63	23	11	1	60	0	ok
	09:00	0	65	106	24	11	0.5	42	63	21	11	1	60	0	ok
	10:00	0	70	108	32	12	0.5	40	64	16	11	0.1	58	0	ok
	11:00					0					0				
	12:00					0					0				
	13:00					0					0				
17/10/2024	07:00	2	90	126	54	12	2	56	83	29	11	2	60	0	ok
	08:00	2	83	119	47	12	2	60	91	29	11	2	62	0	ok
	09:00	2	69	105	33	12	2	63	90	36	12	2	65	0	ok
	10:00	2	60	96	24	11	2	64	91	37	12	2	67	0	ok
	11:00	2	51	93	9	11	2	66	95	37	12	2	66	0	ok
	12:00	2	52	94	10	11	2	66	90	42	12	2	68	0	ok
	13:00	2	48	93	3	10	2	60	82	38	12	2	71	0	ok
18/10/2024	07:00	2	32	95	-31	0	2	46	73	19	11	2	65	0	ok
	08:00	2	35	97	-27	0	2	36	63	9	11	2	61	0	ok
	09:00	2	44	98	-10	0	2	39	72	6	11	2	69	0	ok
	10:00	1	65	102	28	11	2	42	73	11	11	2	70	0	ok
	11:00	1	71	106	36	12	1	37	71	3	10	2	71	0	ok
	12:00	0.5	60	101	19	11	1	37	68	6	11	1.5	71	0	ok
	13:00	0.1	58	95	21	11	0.5	38	69	7	11	1.5	67	0	ok

Fuente: Elaboración Propia

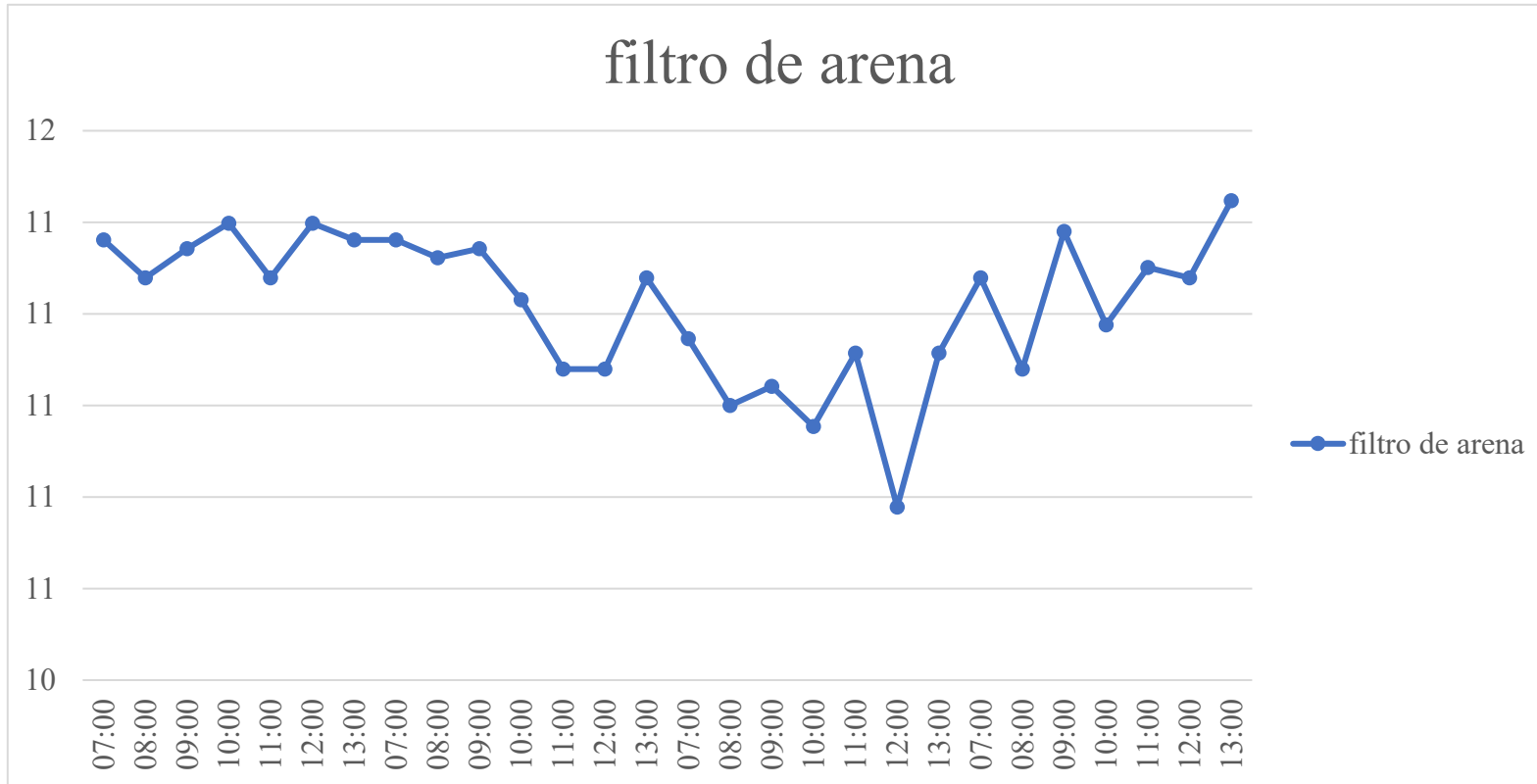
Figura 1
Control de calidad dentro el reactor



Fuente: Elaboración Propia

El grafico recaba el control realizado de PH dentro del reactor, con variación de posibles errores del operario.

Figura 2
Control de calidad dentro del filtro de arena



Fuente: Elaboración Propia

El grafico muestra el PH que se tomó de muestra dentro del filtro de arena, los mismos recabados de forma manual.

ANEXO 4 Características de cada elemento del sistema de automatización

TABLA INFORMATIVA: PLC EATON SERIE XV



CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ERRORES COMUNES EN INSTALACIÓN	RECOMENDACIONES/CORRECCIÓN
GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos: XV-152, XV-252, XV-352 • Certificaciones: UL, CE, cULus, DNV • Vida útil: 10-15 años 	1. Usar modelo incorrecto para la aplicación	✓ Verificar requerimientos de E/S y memoria antes de comprar

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ERRORES COMUNES EN INSTALACIÓN	RECOMENDACIONES/CORRECCIÓN
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje: 24VDC ($\pm 15\%$) o 100-240VAC • Consumo: 15-40W según modelo • Protecciones: Cortocircuito, sobretensión 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Alimentación inestable o con ruido 3. Polaridad invertida en DC 4. No usar estabilizador o UPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar fuente regulada con filtro EMI ✓ Verificar polaridad con multímetro ✓ Instalar regulador de voltaje y UPS
MEMORIA	<ul style="list-style-type: none"> • Programa: 256KB-2MB • Datos: 128KB-1MB • Retención: Batería de litio (5 años) 	<ol style="list-style-type: none"> 5. No reemplazar batería a tiempo 6. Memoria insuficiente para programa complejo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programar reemplazo cada 3-4 años ✓ Optimizar código y usar memoria flash externa
COMUNICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Integrados: Ethernet, RS232/485 • Protocolos: Modbus TCP/RTU, Ethernet/IP • Opcionales: Profinet, CANopen 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Cableado Ethernet sin blindaje 8. Configuración incorrecta de IP 9. Terminadores faltantes en RS485 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar cable Cat6 shielded ✓ Documentar direccionamiento IP ✓ Instalar resistencias de 120Ω en extremos
ENTRADAS/SALIDAS	<ul style="list-style-type: none"> • Digitales: 24VDC (sumidero/fuente) • Analógicas: 4-20mA, 0-10V, RTD • Expansión: Hasta 8 módulos 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Sobrecarga en salidas digitales 11. No aislar señales analógicas de ruido 12. Módulos mal ensamblados en rack 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar relevadores externos para cargas $>2A$ ✓ Cablear señales analógicas separadas de potencia ✓ Verificar pestillos de conexión
AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura: $0^{\circ}C$ a $55^{\circ}C$ operación • Humedad: 5-95% sin condensación 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Instalar cerca de fuentes de calor 14. No proveer ventilación adecuada 15. Exposición a humedad extrema 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener distancia $>20cm$ de otros equipos ✓ Instalar ventilador si

	<ul style="list-style-type: none"> • Vibración: 5-500Hz, 1g máximo 		<p>temperatura >40°C</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar gabinete IP65 si hay humedad
CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ERRORES COMUNES EN INSTALACIÓN	RECOMENDACIONES/CORRECCIÓN
PROGRAMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Software: Eaton XSoft (CODESYS V3) • Lenguajes: LD, FBD, ST, SFC, IL • Simulación: Disponible offline 	<p>16. No hacer backup inicial 17. Usar variables no inicializadas 18. Sin documentación en el código</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crear backup antes de primera descarga ✓ Inicializar todas las variables en inicio ✓ Usar comentarios y nombres descriptivos
PUESTA EN MARCHA	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico: LEDs de estado y software • Monitoreo: Variables en tiempo real • Debug: Breakpoints y trazado 	<p>19. No verificar señales de campo antes 20. Omitir pruebas paso a paso 21. No documentar ajustes realizados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar simulador para validar lógica ✓ Probar cada función individualmente ✓ Mantener bitácora de puesta en marcha
MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Preventivo: Limpieza cada 6 meses • Actualizaciones: Firmware anual • Calibración: AI/AO cada 12 meses 	<p>22. No limpiar filtros de ventilación 23. Ignorar actualizaciones de seguridad 24. No calibrar entradas analógicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programar mantenimiento en calendario ✓ Suscribirse a alertas de Eaton ✓ Crear procedimiento de calibración
SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Passwords: Niveles de acceso (4) • Cifrado: Comunicaciones SSL/TLS 	<p>25. Usar contraseñas débiles o default 26. No cambiar credenciales de fábrica 27. Sin política de acceso por roles</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer política de contraseñas fuertes ✓ Cambiar todas las credenciales iniciales

	<ul style="list-style-type: none"> • Auditoría: Logs de acceso y cambios 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementar control de acceso por usuario
CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ERRORES COMUNES EN INSTALACIÓN	RECOMENDACIONES/CORRECCIÓN
INTEGRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • HMI: Paneles Eaton y terceros • SCADA: OPC UA, MQTT • Cloud: Eaton Connect, Azure, AWS 	<ul style="list-style-type: none"> 28. No probar todas las alarmas en HMI 29. Sin redundancia en comunicación crítica 30. No configurar timeouts apropiados 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crear matriz de pruebas HMI-PLC ✓ Usar switches administrados con STP ✓ Configurar timeouts menores a 2 segundos
ERRORES CRÍTICOS	Síntomas	Causas Probables	Acción Inmediata
	<ul style="list-style-type: none"> • PLC no enciende • LED de error constante • Pérdida de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Corto en salidas • Firmware corrupto • Daño por sobretensión 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconectar alimentación 2. Verificar fusibles 3. Contactar soporte técnico Eaton

Tabla Informativa: Multiparámetro Bluetooth pH/EC/OD



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Especificaciones	Rango/Detalle
Tipo de equipo	Portátil con conectividad inalámbrica	Analizador multiparámetro
Parámetros medidos	pH, Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD)	3 en 1 integrado
Comunicación	Bluetooth 4.0/5.0 (BLE)	Hasta 30 m en campo abierto
Alimentación	Batería recargable Li-ion	8-12 horas continuas, carga USB
Protección	IP67/IP68 (resistente a inmersión)	Inmersión hasta 1-2 m, polvo
Display	LCD a color / monocromo	128x64 píxeles mínimo

Parámetro	Especificaciones	Rango/Detalle
Memoria interna	100-500 lecturas	Descargable vía app
Temperatura operación	-10°C a 60°C	Con compensación automática
Calibración	Puntos múltiples programables	pH: hasta 3 puntos, CE: 1 punto

ESPECIFICACIONES POR PARÁMETRO

Parámetro	Rango de Medición	Precisión	Resolución
pH	0.00 a 14.00 pH	±0.01 pH	0.01 pH
Conductividad (EC)	0 a 200 mS/cm	±1% del rango	0.01 µS/cm a bajos rangos
Oxígeno Disuelto (OD)	0.0 a 20.0 mg/L	±0.2 mg/L	0.1 mg/L
Temperatura	-10.0 a 110.0°C	±0.5°C	0.1°C

COMPONENTES INCLUIDOS ESTÁNDAR

Componente	Cantidad	Función
Cuerpo principal multiparámetro	1 unidad	Medición y visualización
Electrodos combinados (pH/CE/OD)	1 set	Sensado primario
Soluciones de calibración (pH 4,7,10)	30 ml cada una	Calibración pH
Solución de almacenamiento (KCl 3M)	100 ml	Conservación electrodos

Componente	Cantidad	Función
Cargador USB y cable	1 unidad	Recarga batería
Estuche de transporte	1 unidad	Protección y portabilidad
Certificado de calibración	1 documento	Trazabilidad inicial

Tabla Informativa Completa: Sensor de Cloro Hanna Instruments HI-764-24



PARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Especificación	Detalles/Notas
Modelo	HI-764-24	Electrodo de membrana para cloro libre/total
Principio de medición	Amperométrico (3 electrodos)	Sistema: Oro (working), Plata (reference), Acero inox (counter)

Parámetro	Especificación	Detalles/Notas
Rango de medición	0.00 a 5.00 ppm (mg/L) de Cl ₂	Resolución: 0.01 ppm
Precisión	±0.05 ppm o ±5% del valor (mayor)	A 25°C, con calibración adecuada
Temperatura operación	0 a 50°C (32 a 122°F)	Compensación automática: 0 a 50°C
Presión máxima	0.7 bar (10 psi)	No sumergir a >0.7 bar
pH recomendado	4.0 a 9.0 pH	Óptimo: 6.5 a 8.5 pH
Salida eléctrica	4-20 mA (2 hilos)	Cable permanente 6 m (19.7 ft)
Tiempo respuesta	< 2 minutos para 90% del valor	T95 a 25°C
Material cuerpo	PVC	Electrodos: Oro, plata, acero inox 316
Protección IP	IP68	Inmersión continua hasta 3 m
Conexión proceso	Roscado 3/4" NPT hembra	Adaptadores disponibles
Electrolito interno	HI-76425 (gel específico)	Volumen: 5 ml

COMPONENTES INCLUIDOS ESTÁNDAR

Componente	Cantidad	Código	Función
Electrodo HI-764-24	1 unidad	-	Sensor principal
Electrolito de relleno	1 vial (5 ml)	HI-76425	Solución interna
Kit de montaje	1 set	HI-76426	Conexión proceso

Componente	Cantidad	Código	Función
Certificado calibración	1 documento	-	Trazabilidad inicial
Manual operación	1 ejemplar	-	Instrucciones instalación

CONDICIONES OPERATIVAS IDEALES

Parámetro	Condición Óptima	Límites Aceptables	Efecto si se excede
Temperatura	20-30°C	0-50°C	Vida útil reducida, deriva
pH	6.5-8.5	4.0-9.0	Interferencia con cloraminas
Flujo	0.3-1.0 m/s	0.1-3.0 m/s	Burbujas o desgaste prematuro
Presión	0.2-0.5 bar	0-0.7 bar	Daño a membrana >0.7 bar
Cloro libre	0.5-3.0 ppm	0-5.0 ppm	Saturación membrana >5 ppm
Turbiedad	< 5 NTU	< 20 NTU	Obstrucción membrana
Metales pesados	< 0.1 ppm	< 1.0 ppm	Envenenamiento electrodo

Tabla Informativa: Válvula de Control Bürkert Tipo 6213/Type 2000



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Bürkert Tipo 6213	Bürkert Tipo 2000	Detalles/Notas
Tipo de válvula	Válvula solenoide 2/2 vías normalmente cerrada (NC) o normalmente abierta (NA)	Válvula solenoide 2/2 o 3/2 vías	NC: Energizada abre, NA: Energizada cierra
Principio de funcionamiento	Accionamiento directo por solenoide, asiento plano	Accionamiento por piloto/indirecto para mayores presiones	Tipo 2000 requiere diferencial presión mínimo

Parámetro	Bürkert Tipo 6213	Bürkert Tipo 2000	Detalles/Notas
Tamaños nominales (DN)	DN 2 a DN 25 (1/8" a 1")	DN 8 a DN 100 (1/4" a 4")	Conexiones roscadas o bridadas
Presión máxima	0 a 16 bar (232 psi)	0 a 40 bar (580 psi)	Depende del modelo y medio
Temperatura operación	-10°C a +90°C (hasta +180°C con bobina especial)	-10°C a +120°C (hasta +180°C opcional)	Medios: agua, aire, aceites, gases neutrales
Material cuerpo	Latón, acero inoxidable 316L, plástico (PP, PVDF)	Acero inoxidable 316L, latón, acero fundido	Opciones según medio corrosivo
Material asiento	FKM (Viton®), EPDM, NBR, PTFE	FKM, EPDM, PTFE, metal-metal	FKM para químicos, EPDM para agua
Bobina	Clase H (180°C), encapsulado en resina epoxi	Clase F (155°C) o H (180°C)	Protección IP65/IP67 standard
Consumo eléctrico	4.5 a 21 VA (AC), 4.5 a 20 W (DC)	12 a 60 VA (AC), 10 a 50 W (DC)	Depende de voltaje y tamaño
Tiempo respuesta	Apertura: 15-50 ms, Cierre: 20-80 ms	Apertura: 100-500 ms, Cierre: 150-800 ms	Con presión nominal y voltaje correcto
Ciclo de trabajo	100% continuo	100% continuo	No requiere períodos de enfriamiento
Certificaciones	ATEX, IECEx, UL, CSA, CRN, PED	ATEX, IECEx, UL, CSA, SIL 2/3 (opcional)	Para zonas explosivas y seguridad funcional
Protección IP	IP65/IP67	IP65/IP67/IP69K (opcional)	IP69K para lavado industrial

CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS ESTÁNDAR

Parámetro	Tipo 6213	Tipo 2000	Conexión
Voltajes AC	24V, 110V, 230V (50/60 Hz)	24V, 110V, 230V, 400V (50/60 Hz)	Terminales tipo screw o DIN
Voltajes DC	12V, 24V, 110V DC	12V, 24V, 110V DC	Polaridad sensible en DC
Conexión eléctrica	Cableado directo o conector M12	Cableado directo o conector EN 175301-803	Conector opcional en ambos
LED indicador	Sí (rojo/verde)	Sí (rojo/verde) + posición opcional	Estado energizado/fallo
Protección térmica	Integrada en bobina	Integrada en bobina + protección externa opcional	Auto-rearme al enfriar

CONDICIONES OPERATIVAS IDEALES

Parámetro	Condición Óptima	Límites Aceptables	Efecto si se excede
Presión diferencial	2-8 bar	0.5-16 bar (6213), 0.5-40 bar (2000)	Funcionamiento errático o fallo apertura
Temperatura medio	20-60°C	-10°C a +90°C/120°C	Degradación juntas, cambios viscosidad
Viscosidad	< 20 cSt	< 50 cSt (6213), < 100 cSt (2000)	Lentitud respuesta, sobrecalentamiento bobina
Pureza medio	Sin sólidos > 50 μm	Sin sólidos > 100 μm	Desgaste asiento, obstrucción

Parámetro	Condición Óptima	Límites Aceptables	Efecto si se excede
Contenido humedad (aire)	Punto rocío -20°C	Punto rocío 0°C máximo	Congelamiento en NC, corrosión
Ciclos/hora	< 3600	< 7200 (con refrigeración)	Desgaste mecánico, sobrecalentamiento

Tabla Informativa: Presostato Digital Danfoss MBS 3000/4000



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	MBS 3000	MBS 4000	Detalle/Comentario
Rango de presión	-1...100 bar	-1...400 bar	Diferentes versiones según modelo
Precisión	±0.5% FS	±0.25% FS	FS = Full Scale (escala completa)

Parámetro	MBS 3000	MBS 4000	Detalle/Comentario
Tipo de sensor	Cerámico/alúmina	Cerámico/alúmina	Tecnología cerámica DST
Display	LCD 4 dígitos	OLED gráfico	4000 con mejor visualización
Temperatura operación	-40°C a +85°C	-40°C a +85°C	Amplio rango industrial
Protección IP	IP65 (frontal)	IP65 (frontal)	Resistente a polvo y chorros agua
Conexión proceso	G¼, ½ NPT, M20x1.5	G¼, ½ NPT, M20x1.5	Opciones según aplicación
Material housing	Acero inox 316L	Acero inox 316L	Para ambientes corrosivos
Certificaciones	ATEX, IECEx, SIL2	ATEX, IECEx, SIL2	Para zonas peligrosas

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIÓN

Parámetro	Especificación	Detalle
Alimentación	10-30 VDC	Universal, común en automatización
Consumo	<2W (típico)	Bajo consumo energético
Salidas	2 relés (5A/250VAC) o 1 relé + 1 analógica	Configurables por software
Señal analógica	4-20 mA, 0-10V, 0-5V	Selectable, aislamiento galvánico
Comunicación	IO-Link (opcional)	Versiones con comunicación digital
Frecuencia conmutación	25 Hz máximo	Para aplicaciones dinámicas
Histéresis ajustable	0.1-100% del rango	Evita ciclado en puntos de set

FUNCIONES AVANZADAS

Función	Disponibilidad	Aplicación
Puntos de set duales	Sí (2 independientes)	Alarmas altas/baja, secuencias
Retardo temporizado	Sí (0-60 segundos)	Evita falsas alarmas por pulsaciones
Función ventana	Sí (banda muerta ajustable)	Control dentro de rango aceptable
Inversión de salida	Sí (NO/NC programable)	Flexibilidad en lógica de control
Autodiagnóstico	Sí	Detección fallos sensor/circuito
Compensación temperatura	Automática	Precisión en variaciones térmicas
Protección sobrepresión	4x rango nominal	Seguridad ante picos de presión

Tabla Informativa: Sensor Ultrasónico de Nivel IFM LMT/LMU



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Modelo LMT	Modelo LMU	Descripción
Serie	Nivel compacto	Nivel universal	LMU: mayor rango y funcionalidades
Principio de medición	Ultrasónico, no contacto	Ultrasónico, no contacto	Tiempo de vuelo del pulso ultrasónico
Rango de medición	0.3 m a 3 m (LMT 100)	0.6 m a 8 m (LMU 108)	Variable según modelo específico
Precisión típica	±0.2% del rango máximo	±0.15% del rango máximo	Depende de condiciones de instalación
Ángulo de haz	8° - 15° (según modelo)	6° - 12° (según modelo)	LMU tiene haz más concentrado
Temperatura operación	-40°C a +80°C	-40°C a +80°C	Con compensación automática
Presión máxima	1 bar / 3 bar (según modelo)	1 bar / 3 bar (según modelo)	Para tanques presurizados
Protección IP	IP67 / IP68 / IP69K	IP67 / IP68 / IP69K	Resistente a lavado/inyección
Material carcasa	PBT / Acero inox (V4A)	PBT / Acero inox (V4A)	Opciones según ambiente

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y COMUNICACIÓN

Parámetro	Especificación	Detalles
Alimentación	10-30 VDC (estándar 24 VDC)	Consumo: <2.5 W
Salidas	2 salidas PNP/NPN, 1 analógica 4-20 mA	Configurables independientes
Resolución analógica	12-16 bits (dependiendo de modelo)	Ajustable en software
Protocolos comunicación	IO-Link (modelos con "K")	Versión 1.1, clase A/B

Parámetro	Especificación	Detalles
Tiempo respuesta	100 ms - 1 s (ajustable)	Dependiendo de filtros aplicados
Display (opcional)	OLED 2 líneas (modelos con D)	Visualización local

FUNCIONES ESPECIALES Y SOFTWARE

Función	Disponibilidad	Aplicación
Empty Pipe Detection (EPD)	Sí (LMU, algunos LMT)	Detección de tubería vacía
Blind Zone	0.15 - 0.25 m (fija)	Zona muerta por diseño
Ajuste automático ganancia	Sí (auto-tuning)	Compensación por espuma/polvo
Damping (amortiguación)	0-30 segundos (ajustable)	Suavizado de señal
Software de configuración	IFM Service Tool / LR Device	Configuración vía PC/App
Teach-in (aprendizaje)	Botón físico o software	Programación fácil de puntos

ACCESORIOS Y MONTAJE

Accesorio	Código	Función	Recomendación
Soporte fijación	VA5130 / VA5135	Montaje en rosca G1½ / G2	Obligatorio para correcta instalación
Conexión eléctrica	M12, 4/5 polos	Conexión estándar industria	Usar grado IP67 mínimo
Cable de extensión	M12 a abierto / cajetín	Instalaciones complejas	Máximo 100 m con IO-Link
Protector contra rayos UV	VA5140 (sombriilla)	Exteriores, luz solar directa	Recomendado para intemperie

Accesorio	Código	Función	Recomendación
Sello rosca	Cinta teflón/junta	Estanqueidad rosca	Aplicar correctamente
Limpieza	Alcohol isopropílico	Mantenimiento sensor	No usar solventes agresivos

Tabla Informativa: Fuente de Alimentación Phoenix Contact QUINT/STEP



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Serie QUINT	Serie STEP	Diferencia Clave
Gama	Industrial Premium	Estándar Industrial	QUINT: Mayor robustez y protecciones
Rango de Potencia	20W - 960W	10W - 240W	QUINT para cargas críticas
Eficiencia	92% - 96%	85% - 92%	QUINT más eficiente energéticamente

Parámetro	Serie QUINT	Serie STEP	Diferencia Clave
Temperatura Operación	-40°C a +70°C	-25°C a +70°C	QUINT mejor performance en frío extremo
MTBF (Vida Útil)	>1,000,000 horas	>500,000 horas	QUINT mayor confiabilidad
Garantía	5 años	3 años	QUINT mayor respaldo
Costo Relativo	Alto	Medio	QUINT 20-40% más costoso

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DETALLADAS

Modelo	Salida	Corriente	Potencia	Entrada	Ripple
QUINT-PS-24DC	24 VDC	2.5A - 40A	60W - 960W	85-264 VAC	<150 mVpp
STEP-PS-24DC	24 VDC	0.4A - 10A	10W - 240W	85-264 VAC	<200 mVpp
QUINT-PS-1AC	24 VDC	5A - 20A	120W - 480W	120/230 VAC	<120 mVpp
STEP-PS-1AC	24 VDC	0.4A - 5A	10W - 120W	120/230 VAC	<180 mVpp

PROTECCIONES INTEGRADAS

Protección	QUINT	STEP	Función
Cortocircuito (SC)	Sí, autorresetable	Sí, autorresetable	Protección contra cortos en salida
Sobrecarga (OL)	Sí, con curva característica	Sí, básica	Protección por exceso de corriente
Sobretensión (OV)	Sí, 28-30V límite	Sí, 28V límite	Protección contra spikes de voltaje
Subtensión (UV)	Sí, con indicación LED	No en todos modelos	Detección bajo voltaje entrada

Protección	QUINT	STEP	Función
Sobrecalentamiento (OT)	Sí, con termistor interno	Sí, básico	Apagado térmico >85°C
Polaridad inversa	Sí, con diodo de protección	Sí, limitada	Protección por conexión inversa

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES QUINT (VS STEP)

Característica	QUINT	STEP	Beneficio
Selectividad	Sí (QUINT SFB)	No	Coordinación selectiva con disyuntores
Buffering	Sí (QUINT BUFFER)	No	Mantenimiento de voltaje durante cortes
Diagnóstico	Sí (QUINT DIAG)	Básico	Monitoreo vía IO-Link o señalización
Redundancia	Sí (QUINT DUAL)	No	Fuentes en paralelo con diodos ORing
Conectividad	IO-Link, PROFINET	Terminales estándar	Integración en red industrial
Certificaciones	UL508, ATEX, SIL3	UL508, CE	Aplicaciones en zonas peligrosas

Tabla Informativa Completa: Caudalímetro Magnético Endress+Hauser Proline Promag 10/50



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Proline Promag 10	Proline Promag 50	Notas
Principio de medición	Inducción magnética (Ley de Faraday)	Inducción magnética con diagnóstico avanzado	Tecnología idéntica, diferencias en electrónica
Rango de diámetros	DN 2.5...2200 (1/10" ... 84")	DN 2.5...2200 (1/10" ... 84")	Uno de los rangos más amplios del mercado
Precisión típica	±0.5% del valor medido	±0.2% del valor medido	Con líquidos conductivos >5 μS/cm
Temperatura proceso	-40...+180°C	-40...+200°C	Depende del material de revestimiento

Parámetro	Proline Promag 10	Proline Promag 50	Notas
Presión máxima	PN 40 (Clase 300)	PN 100 (Clase 600)	Según construcción
Materiales en contacto	Acero 1.4404/316L, Hastelloy C4, Ti, Ta	Acero 1.4404/316L, Hastelloy C4, Ti, Ta	Variantes especiales para corrosión
Revestimiento interior	Ninguno, PTFE, PFA, poliuretano, caucho	Ninguno, PTFE, PFA, poliuretano, caucho	Para protección contra abrasión/corrosión
Clase de protección	IP66/IP67 (NEMA 4X)	IP66/IP67/IP68/IP69K (NEMA 4X/6P)	Promag 50 para ambientes más severos
Certificaciones	ATEX, IECEx, FM, CSA, SIL2/3	ATEX, IECEx, FM, CSA, SIL2/3, NEPSI	Para zonas explosivas y seguridad funcional

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIÓN

Parámetro	Proline Promag 10	Proline Promag 50
Alimentación	100-240 VAC, 24 VDC	100-240 VAC, 24 VDC, 110-240 VAC/DC
Consumo típico	<15 VA	<20 VA (con pantalla y opciones)
Salidas analógicas	1-2 salidas 4-20 mA HART	1-2 salidas 4-20 mA HART
Entradas digitales	1-2 para pulsos/estado	2-4 configurables
Salidas digitales/relés	0-2 relés de alarma	2-4 relés/alarmas
Protocolos campo	HART, PROFIBUS DP/PA, Foundation Fieldbus	HART, PROFIBUS DP/PA, Foundation Fieldbus, Modbus RS485

Parámetro	Proline Promag 10	Proline Promag 50
Ethernet industrial	Opcional (EtherNet/IP, PROFINET)	Integrado (EtherNet/IP, PROFINET, Modbus TCP)
Pantalla local	LCD monocromo 4 líneas	Pantalla gráfica color/táctil
Diagnóstico integrado	Básico (electrodos, bobinas)	Heartbeat Technology® (verificación continua)

CONDICIONES DE PROCESO REQUERIDAS

Requisito	Especificación	Impacto en Mediciones
Conductividad mínima	>5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (típico)	Líquidos no conductivos no medibles
Velocidad mínima	0.03 m/s (llenado tubería)	Límite de detección de flujo
Llenado de tubería	100% necesario	Mediciones erróneas con aire/burbujas
Perfil de flujo	Desarrollado (10D aguas arriba, 5D abajo)	Requiere tramos rectos mínimos
Temperatura líquida	Estable ($\pm 10^\circ\text{C}$ durante calibración)	Deriva en compensación térmica
Contenido de sólidos	<10% volumen (sin sedimentación)	Abrasión y taponamiento posibles
Contenido de gases	<5% volumen	Errores por burbujas/aire

Tabla Informativa Completa: Disyuntor Eaton NZM/FAZ



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	Serie NZM	Serie FAZ	Unidad
Tipo	Disyuntor termomagnético modular	Disyuntor miniatura (MCB)	-
Normativa	IEC/EN 60947-2	IEC/EN 60898-1	-
Corriente Nominal (In)	10-1600 A	0.5-63 A	A
Número de Polos	1P, 2P, 3P, 4P	1P, 2P, 3P, 4P	-
Poder de Corte (Icu)	Hasta 100 kA (440V)	Hasta 15 kA (400V)	kA
Tensión de Servicio (Ue)	690 V AC	400/230 V AC	V
Frecuencia	50/60 Hz	50/60 Hz	Hz

Parámetro	Serie NZM	Serie FAZ	Unidad
Característica de disparo	B, C, D, K, Z	B, C, D	-
Grado de Protección	IP20 (frontal)	IP20	-
Temperatura Operación	-25°C a +70°C	-25°C a +70°C	°C
Conectividad	Interruptor ON/OFF, señalización, contactos auxiliares	Interruptor ON/OFF, opcional contactos auxiliares	-

CARACTERÍSTICAS DE PROTECCIÓN

Protección	NZM	FAZ	Detalles Técnicos
Sobrecarga (térmica)	Sí, ajustable (0.7-1x In)	Sí, fija	Protección contra calentamiento por sobrecorriente
Cortocircuito (magnética)	Sí, ajustable (1.5-12x In)	Sí, fija	Disparo instantáneo por cortocircuito
Protección de motor	NZM2-M (arranque pesado)	No aplica	Clase 10, 20, 30 (tiempo de disparo)
Desequilibrio de fases	Opcional (NZM4-T)	No	Protección contra falta de fase
Protección a tierra	NZM4-RE (30 mA-30 A)	FAZ-AR (30 mA)	Sensibilidad ajustable

ACCESORIOS COMPATIBLES

Accesorio	Serie NZM	Serie FAZ	Función
Contacto auxiliar	OF, SDE, SD, UVR	FAZ-AX	Señalización posición contacto

Accesorio	Serie NZM	Serie FAZ	Función
Bobina de disparo	NZM-AT	FAZ-SH	Disparo remoto
Mando giratorio	NZM-HK	FAZ-HK	Operación desde puerta
Bloqueo candado	NZM-VB	FAZ-VB	Bloqueo en posición OFF
Extensiones de bornes	NZM-AE	FAZ-AE	Facilitar conexión cables
Base desmontable	NZM-AB	FAZ-AB	Montaje sin herramientas

Tabla Informativa: Conectores Phoenix Contact M8/M12 y HEAVYCON



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Parámetro	M8	M12	HEAVYCON
Tamaño rosco	8 mm	12 mm	M12 a M40 (variados)
Polos típicos	3, 4, 5 polos	3, 4, 5, 8, 12 polos	3-48 polos
Protección IP	IP67/IP68/IP69K	IP67/IP68/IP69K	IP65/IP67/IP69K
Tensión máxima	60 V AC/DC	63 V AC/DC	630/1000 V AC/DC
Corriente máxima	2-4 A	4-12 A	16-200 A
Material carcasa	Poliamida/PUR/Metal	Poliamida/PUR/Metal	Poliamida reforzada/Metal
Temperatura	-40°C a +85°C	-40°C a +85°C	-40°C a +125°C
Montaje	Recto/angular	Recto/angular	Recto/angular/con brida
Códigos colores	Gris (estándar), azul (sobretensión)	Gris, negro, blanco (según IEC)	Negro, naranja, azul (según aplicación)

APLICACIONES ESPECÍFICAS POR TIPO

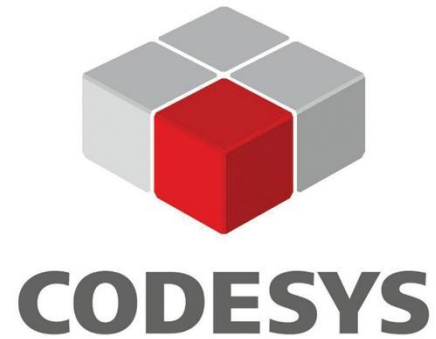
Tipo Conector	Aplicación Principal	Protocolos Compatibles	Entorno Recomendado
M8 3 polos	Sensores PNP/NPN, finales de carrera	IO-Link básico	Automatización general
M8 4 polos	Sensores analógicos (4-20 mA)	IO-Link, AS-i	Industria alimentaria
M12 4 polos	Ethernet industrial (10/100 Mbps)	PROFINET, EtherNet/IP	Redes de campo
M12 5 polos	Sistemas de seguridad (STO)	PROFIsafe, CIP Safety	Seguridad funcional

Tipo Conector	Aplicación Principal	Protocolos Compatibles	Entorno Recomendado
M12 8 polos	Gigabit Ethernet (1 Gbps)	PROFINET IRT	Robótica, visión artificial
HEAVYCON Power	Alimentación motores, servos	Powerlink, SERCOS III	Accionamientos
HEAVYCON Hybrid	Potencia + señales + datos	CC-Link IE, EtherCAT	Máquinas complejas

COMPONENTES DEL SISTEMA

Componente	M8	M12	HEAVYCON	Función
Conector macho	Sí (cable)	Sí (cable)	Sí (panel/cable)	Conexión activa
Conector hembra	Sí (panel)	Sí (panel)	Sí (panel)	Receptáculo
Tapa protectora	IP67/69K	IP67/69K	IP65/67	Protección sin uso
Herramienta crimpado	CRIMPFOX M8	CRIMPFOX M12	CRIMPFOX HC	Terminación cables
Kit montaje	Adhesivo/rosca	Adhesivo/rosca	Brida/anclaje	Fijación mecánica
Tester continuidad	M8-Check	M12-Check	HC-Verifier	Verificación instalación

Tabla Informativa Completa: CODESYS Development System



INFORMACIÓN GENERAL

Parámetro	Detalle
Nombre completo	CODESYS Development System (anteriormente CoDeSys)
Desarrollador	CODESYS GmbH (empresa alemana, parte del grupo 3S-Smart Software Solutions)
Tipo de software	Entorno de desarrollo integrado (IDE) para PLCs
Estándar	IEC 61131-3 completo
Versión actual	V3.5 SP19 (2024)
Licencia	Gratuita para desarrollo básico / De pago para funciones profesionales
Sitio oficial	www.codesys.com

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES

Característica	Descripción	Beneficio
Lenguajes soportados	LD, FBD, ST, IL, SFC, CFC	Flexibilidad de programación según experiencia
Multi-plataforma	Windows, Linux, Raspberry Pi, Docker	Desarrollo en diferentes sistemas operativos
Arquitectura	Cliente-Servidor	Permite trabajo colaborativo remoto
Simulación integrada	CODESYS Control Win (PLC virtual)	Pruebas sin hardware físico
Control de versiones	Integrado con Git, SVN, TFS	Gestión profesional de proyectos
Debugging avanzado	Breakpoints, watchpoints, trazado variables	Depuración eficiente de programas
Librerías	+1,000 librerías estándar y de fabricantes	Reutilización de código
Soporte OPC UA	Cliente y servidor integrado	Conectividad Industry 4.0

REQUISITOS DE SISTEMA

Componente	Mínimo	Recomendado
Sistema operativo	Windows 7 SP1 64-bit	Windows 10/11 64-bit
Procesador	Dual-core 1.8 GHz	Quad-core 3.0 GHz+
RAM	4 GB	16 GB o más
Espacio disco	2 GB	10 GB (para proyectos grandes)

Componente	Mínimo	Recomendado
Resolución pantalla	1280x720	1920x1080 o superior
.NET Framework	4.8	4.8 o superior
Conexión internet	No requerida	Para actualizaciones y store

CONFIGURACIÓN ÓPTIMA POST-INSTALACIÓN

Configuración	Valor Recomendado	Propósito
Ruta de proyectos	D:\CODESYS_Projects (no en C:)	Evitar problemas con permisos y backups
Frecuencia autoguardada	5 minutos	Prevenir pérdida de trabajo
Historial de cambios	Habilitado, 50 versiones	Revertir cambios fácilmente
Compilación incremental	Habilitada	Tiempos de compilación más rápidos
Cache de librerías	2 GB máximo	Mejor rendimiento con proyectos grandes
Resolución de pantalla	Escala 100% (no 125%/150%)	Evitar problemas de interfaz gráfica
OPC UA configuración	Puerto 4840 (default)	Compatibilidad estándar
Proxy de internet	Configurar si hay firewall corporativo	Acceso a Store y actualizaciones

COMPATIBILIDAD CON FABRICANTES DE PLC

Fabricante	Series Compatibles	Nivel de Integración
Eaton	XV, XC, Easy	Excelente (soporte nativo)
Beckhoff	CX, BX, AX	Excelente (CODESYS es su plataforma)
WAGO	PFC100, PFC200	Excelente
IFM	CR, LR, PN	Buena
Siemens	S7-1200/1500 (vía adaptadores)	Media (requiere hardware adicional)
Allen-Bradley	CompactLogix (limitado)	Baja (no recomendado)
Schneider	M221, M241	Buena (con drivers específicos)
Mitsubishi	Serie iQ-R (limitado)	Media