TI00461C/23/ES/19.23-00
71644228
2023-11-15

Información técnica
Turbimax CUS51D

Sensor de turbidez y contenido de materia sólida

Aplicación

Turbimax CUS51D es un sensor para todo tipo de aplicaciones de tratamiento de aguas residuales.

- Medición de turbidez a la salida
- Contenido de materia sólida en fangos activos y en recirculación
- Contenido de materia sólida en tratamiento de fangos
- Materia filtrable en la salida de las depuradoras

Ventajas

- El cuerpo del sensor incluye todos los principios de funcionamiento del los sensores (90°, 135° y 4 haces de luz pulsante) y ello permite una adaptación óptima a cada tarea de medición.
- El sensor se calibra en fábrica (sobre la base de formacina). Todas las aplicaciones seleccionables (p. ej., los fangos activados) están precalibradas, lo que permite una puesta en marcha rápida y fácil.
- Una comunicación estandarizada (tecnología Memosens) permite un planteamiento de tipo "plug and play".
- Sensor inteligente - todas las características y los valores de calibración se guardan en la memoria del sensor.
- Calibraciones de usuario con 1 a 5 puntos (máx.) - es posible efectuarlas en el laboratorio o en el lugar de instalación.

Endress+Hauser
People for Process Automation

Índice de contenidos

Función y diseño del sistema 3
Principio de medición 3
Sistema de medición 7

Entrada 9
Variable medida 9
Rango de medición 10

Alimentación 10
Conexión eléctrica 10

Características de funcionamiento 11
Condiciones de funcionamiento de referencia 11
Error medido máximo 11
Repetibilidad 11
Calibración de fábrica 11
Deriva 11
Límites de detección 11
Aplicaciones 11

Montaje 13
Instrucciones de instalación 13
Tuberías 14

Entorno 14
Rango de temperatura ambiente 14
Temperatura de almacenamiento 15
Grado de protección 15

Proceso 15
Rango de temperatura del proceso 15
Rango de presión del proceso 15
Flujo mínimo 15

Estructura mecánica 16
Medidas 16
Peso 17
Materiales 17
Conexiones a proceso 17

Certificados y homologaciones 17
Marca CE 17
NAMUR 17
Seguridad del equipo 17

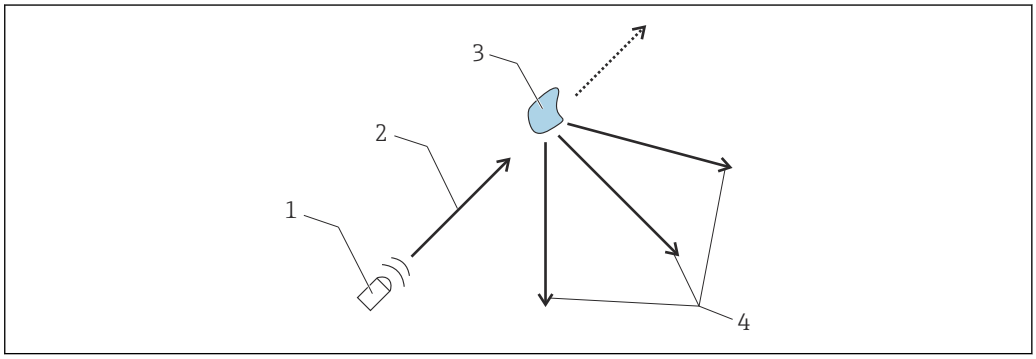
Información para cursar pedidos 18
Alcance del suministro 18
Página del producto 18
Configurador de producto 18

Accesorios 18
Portasondas 18
Soporte 19
Limpieza por aire comprimido 19
Cable 19

Función y diseño del sistema

Principio de medición

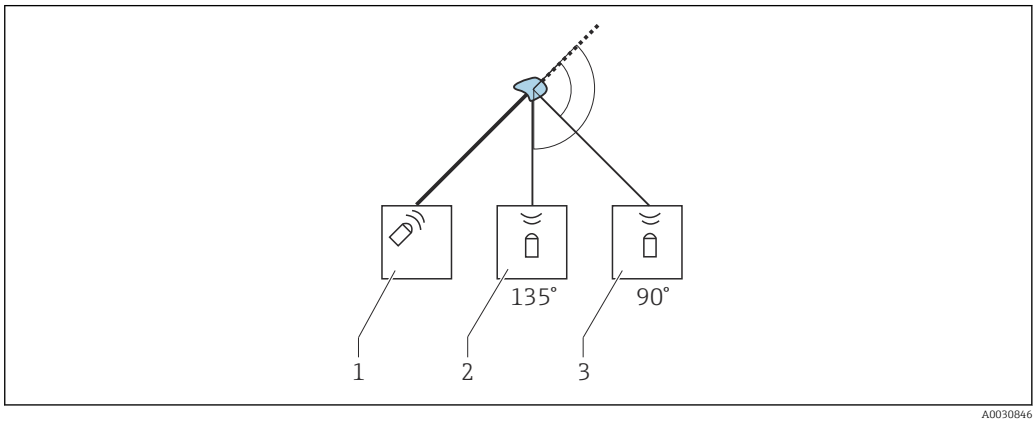
Para realizar la medición de turbidez, se dirige un haz de luz a través del producto y se hace desviar de su dirección original mediante partículas más densas ópticamente, p. ej., partículas de materia sólida. Este proceso también es conocido como dispersión.



1 Desviación de la luz

1 Fuente de luz
2 Haz de luz
3 Partícula
4 Luz dispersada

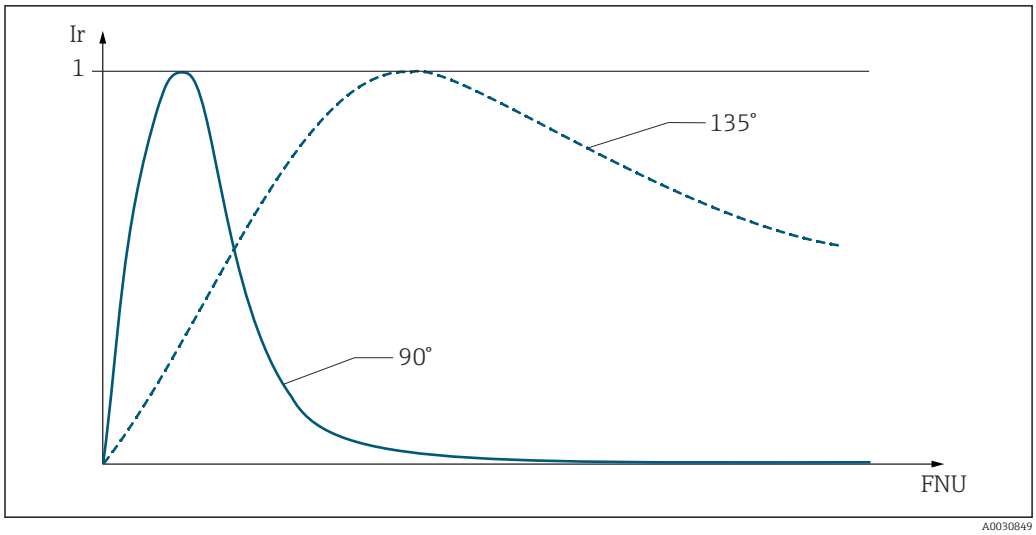
El haz de luz se dispersa en muchas direcciones, es decir, en diferentes ángulos hacia la dirección de propagación. Aquí, los rangos de los 2 ángulos presentan un interés particular:
- La luz dispersada a un ángulo de 90º se usa principalmente para la medición de la turbidez en agua para consumo.
- La luz dispersada a un ángulo de 135º amplía el rango dinámico para altas densidades de partículas.



2 Modo principal de funcionamiento del sensor de turbidez

1 Fuente de luz
2 Receptor de luz de 135°
3 Receptor de luz de 90°

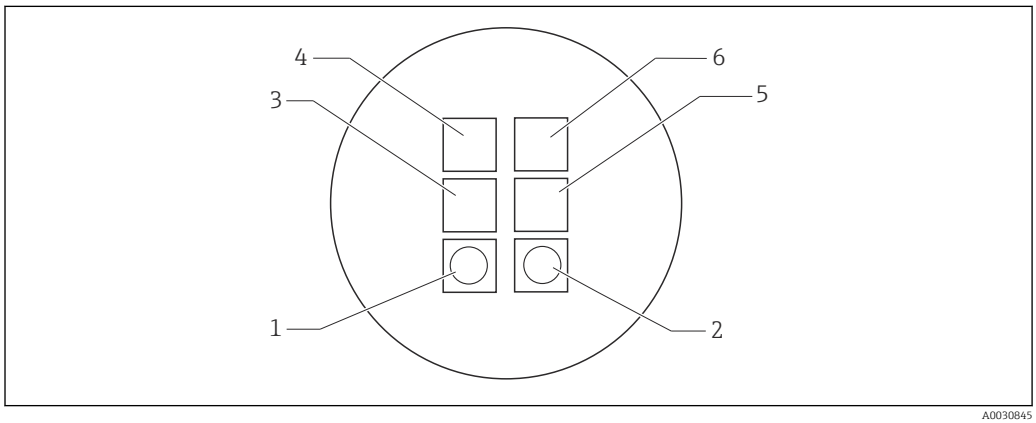
Si la densidad de partículas en el producto es baja, la mayor parte de la luz se dispersa en el canal de 90° y una pequeña cantidad de luz se dispersa en el canal de 135°. A medida que aumenta la densidad de partículas, esta ratio cambia (más luz en el canal de 135º, menos luz en el canal de 90º).



3 Distribución de señales como función de la densidad de partículas

Ir Intensidad relativa
FNU Unidad de turbidez

El sensor de turbidez CUS51D tiene dos unidades de sensor independientes entre sí dispuestas en paralelo. La evaluación mediante la aplicación de las dos señales permite obtener valores medidos estables.



4 Disposición de las fuentes de luz y de los receptores de luz

1, 2 Fuentes de luz 1 y 2
3, 5 Receptor de luz de 135°
4, 6 Receptor de luz de 90°

El sensor cubre una amplia gama de mediciones de turbidez y contenido en materia sólida gracias a la disposición óptica con 2 fuentes de luz, cada una con 2 receptores de luz ubicados en ángulos diferentes (90° y 135°).

- En cuanto el cliente selecciona una aplicación, p. ej. **Fango Activo**, el método óptico más adecuado para la tarea de medición específica se activa automáticamente en el sensor (p. ej., mediciones a 90° con ambas fuentes de luz).
- El sistema de detección doble (2 fuentes de luz con 2 receptores por fuente) compensa en gran medida los errores de medición causados por la suciedad (principio de medición de 4 haces de luz pulsante → 📄 5).

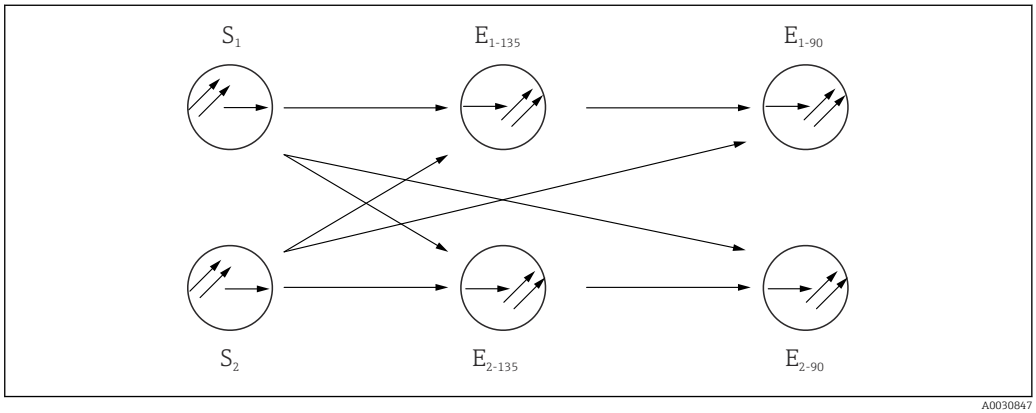
Los tipos de sensores disponibles varían en cuanto a sus rangos de medición, y de ahí el rango de aplicaciones disponibles.

Procedimientos de medición

Principio de medición de 4 haces de luz pulsante

Este principio se basa en 2 fuentes de luz y 4 receptores de luz. Se emplean diodos LED de vida útil larga como fuentes de luz monocromática. Estos LED trabajan de forma alternada y generan 4 señales de luz dispersada por pulso de LED en los receptores.

Esto compensa las influencias de interferencia como fuentes de luz externa, envejecimiento de los LED, suciedad de las ventanas y absorción en el producto. En función de la aplicación seleccionada, se procesan diferentes señales de luz dispersada. El tipo de señal, el número y el cálculo se almacenan en el sensor.



A0030847

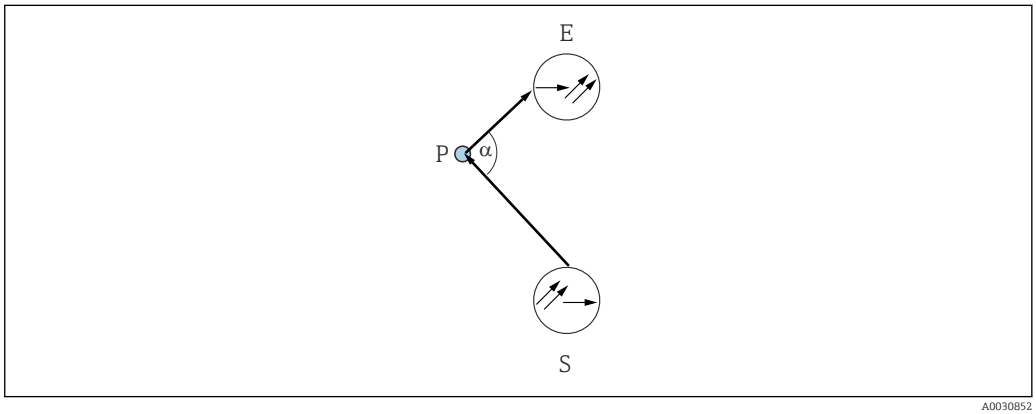
5 *Principio de medición de 4 haces de luz pulsante*

S_1 S_2 Fuente de luz
E_{90} Receptor de luz dispersada a 90°
E_{135} Receptor de luz dispersada a 135°

Principio de medición de luz dispersada a 90°

La medición se realiza con una longitud de onda de 860 nm, tal como se establece en la norma ISO 7027/EN 27027.

El haz de luz emitido se dispersa mediante las partículas sólidas del producto. La radiación dispersada generada de esta forma se mide mediante receptores de luz dispersada, que están dispuestos en un ángulo de 90° respecto a las fuentes de emisión. La turbidez del producto se determina a partir de la cantidad de luz dispersada.



A0030852

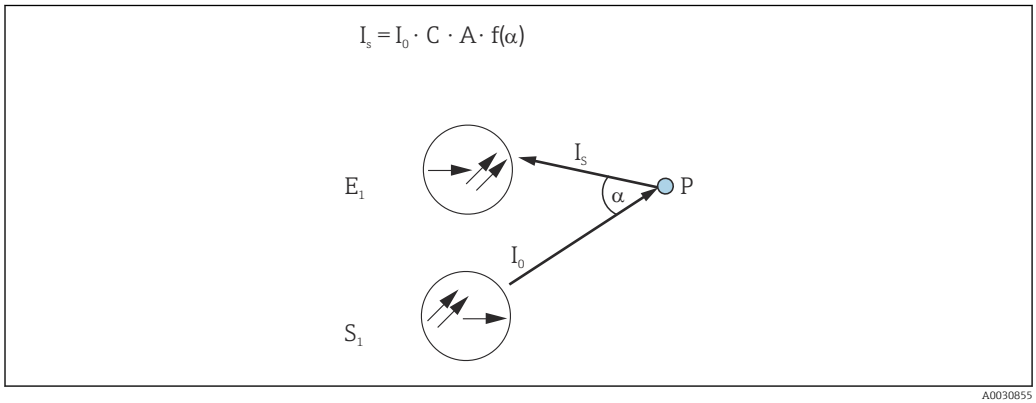
6 *Principio de medición de luz dispersada a 90°*

S Fuente de luz
E Receptor
P Partícula

Método de luz retrodispersada a 135°

El haz de luz emitido se dispersa mediante las partículas sólidas del producto. La retrodispersión generada se mide mediante receptores de luz dispersada dispuestos junto a las fuentes de emisión.

La turbidez del producto se determina a partir de la cantidad de luz retrodispersada. Es posible medir valores de turbidez muy altos con este tipo de medición de luz dispersada.



7 Principio de medición de luz retrodispersada

I_o Intensidad de luz transmitida
I_s Intensidad de luz dispersada
A Factor geométrico
C Concentration (Concentración)
P Partícula
f(α) Correlación de ángulos

Monitorización del sensor

Continuamente se monitoriza y analiza la plausibilidad de las señales ópticas. Si se detectan inconsistencias, se emite un mensaje desde el transmisor. Esta función está desactivada por defecto.

Además, se detectan los estados de fallo siguientes junto con el sistema de comprobación del sensor del equipo Liquiline M:
- Valores de medición improbablemente altos o bajos
- Normativa alterada por valores de medición incorrectos

Aplicaciones

Campos de aplicación

Aplicación (modelos)	Ámbitos de aplicación/uso	Unidad	Compensación 1)
Formacina	Aguas de uso industrial, salida de depuradora	FNU / NTU	
Caolín	Materia filtrable, aguas de uso industrial, salida de depuradora, concentraciones bajas de fangos activados	mg/l; g/l; ppm;	
SiO2	SiO_2, sólidos de base mineral (arena)	g/l; ppm; %	X
TiO2	TiO_2, (productos blancos)	g/l; ppm; %	X
Fango fino	Fangos finos, que incluyen desde fangos activados hasta agua limpia	g/l; ppm; %	
Fango Activo	Balsa de fangos activados y productos similares	g/l; ppm; %	X
Fango en exceso	Uso universal de fangos en el sector de las aguas residuales entre 5 y 50 g/l (fangos activados, retorno de fangos activados...)	g/l; ppm; %	X
Sludge, general	Uso universal que incluyen desde aplicaciones con agua limpia hasta aplicaciones con fangos con una alta concentración de sólidos, p. ej. extracción de fango en espesadores. 0 g/l a 50 g/l	g/l; ppm; %	X
Fango digerido	Fangos digeridos, negro (homogéneo)	g/l; ppm; %	

1) Compensación de la contaminación con 4 haces de luz pulsada

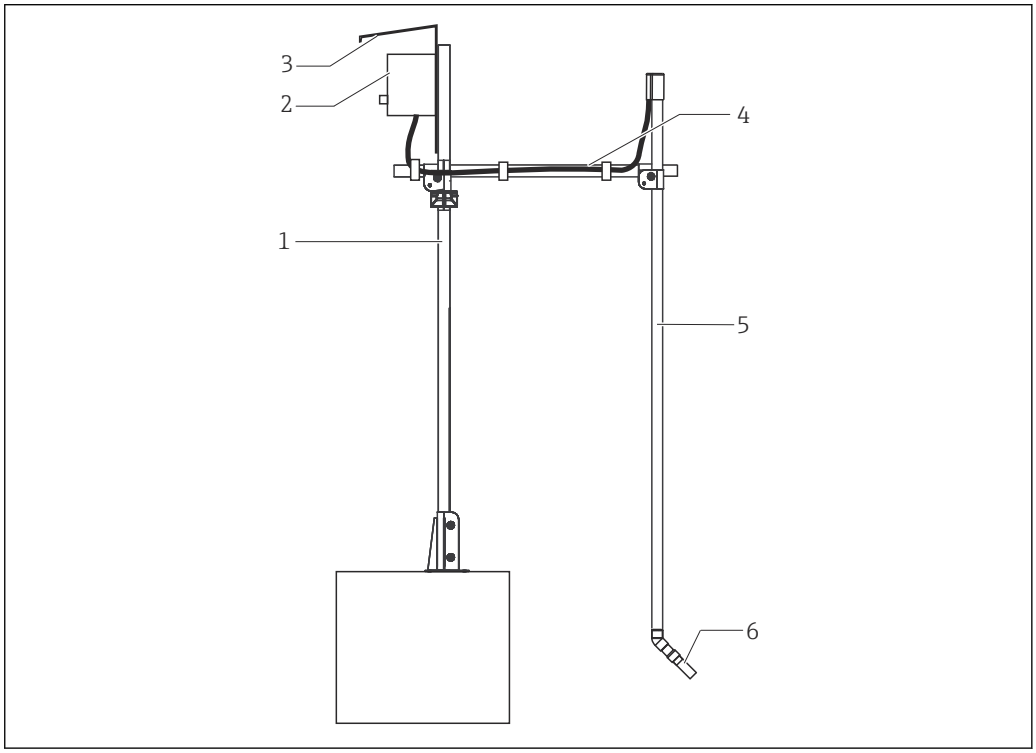
AVISO

Dispersión múltiple en las aplicaciones siguientes: formacina, caolín y fangos finos
Si se sobrepasa el rango operacional específico, el valor medido indicado por el sensor puede reducirse a pesar de un aumento de turbidez o de contenido TS. El rango operacional indicado se reduce en caso de un producto altamente absorbente (p. ej., oscuro).

- ▶ Si hay un producto altamente absorbente (p. ej., oscuro), determine el rango operacional experimentalmente de antemano.

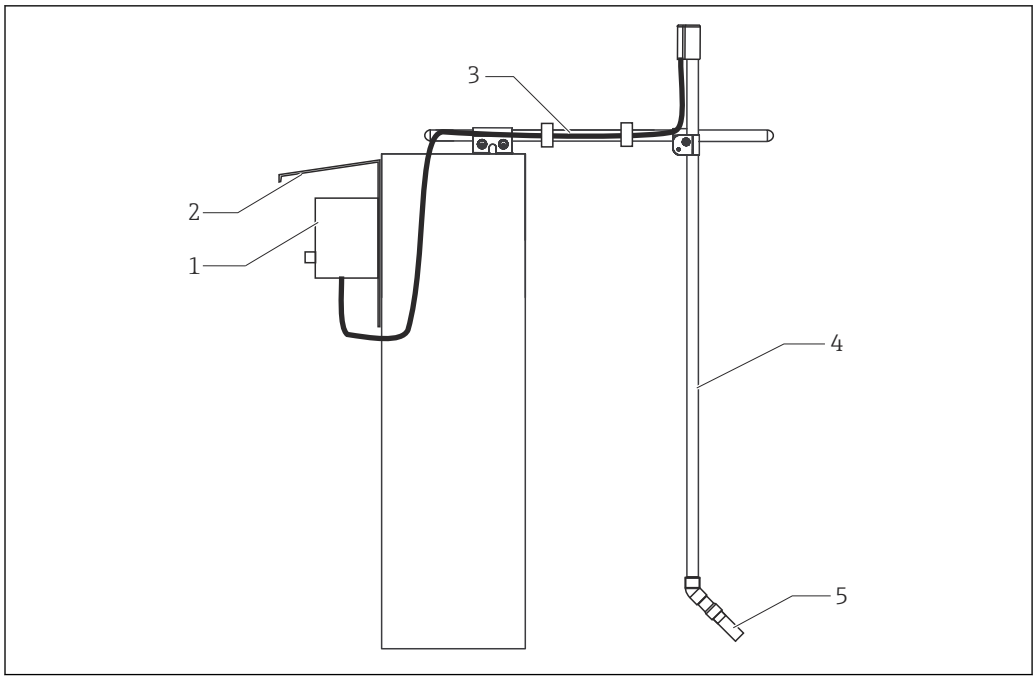
Sistema de medición

Un sistema de medición completo incluye:
- Sensor de turbidez Turbimax CUS51D
- Transmisor multicanal Liquiline CM44x
- Portasondas:
  - PortasondasFlexdip CYA112 y soporte Flexdip CYH112 o
  - Portasondas retráctil, p. ej., Cleanfit CUA451



8 Sistema de medición con portasondas de inmersión (ejemplo)

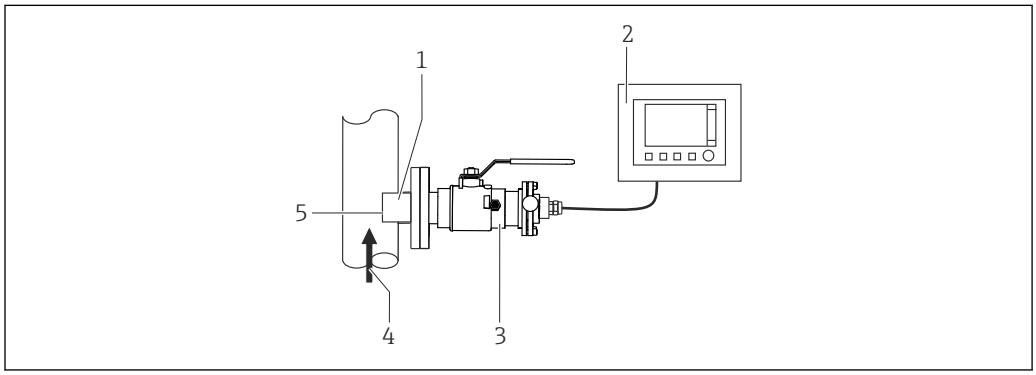
1 Tubería principal, soporte Flexdip CYH112
2 Transmisor multicanal Liquiline CM44x
3 Tapa de protección ambiental
4 Tubería transversal, soporte Flexdip CYH112
5 Portasondas para aguas residuales Flexdip CYA112
6 Sensor de turbidez Turbimax CUS51D



A0030856

9 Sistema de medición con portasondas de inmersión (ejemplo)

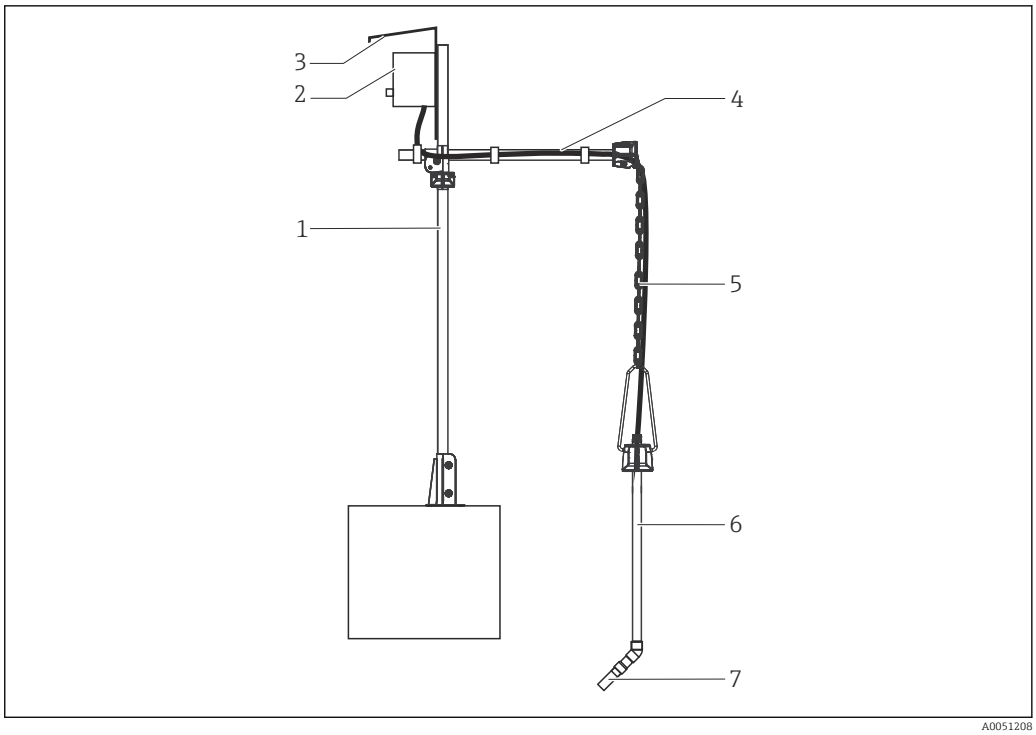
1 *Transmisor multicanal Liquiline CM44x*
2 *Tapa de protección ambiental*
3 *Tubería transversal, soporte Flexdip CYH112*
4 *Portasondas para aguas residuales Flexdip CYA112*
5 *Sensor de turbidez Turbimax CUS51D*



A0030843

10 Sistema de medición con portasondas retráctil (ejemplo)

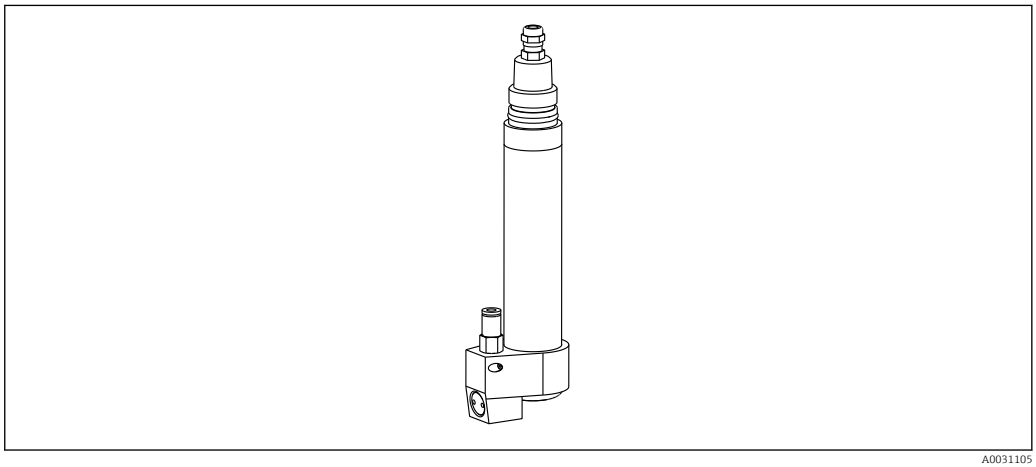
1 *Sensor de turbidez Turbimax CUS51D*
2 *Transmisor multicanal Liquiline CM44x*
3 *Portasondas retráctil Cleanfit CUA451*
4 *Sentido del flujo*
5 *Ventanas ópticas*



11 Sistema de medición con portasondas de inmersión sobre un soporte de cadena

1 *Tubería principal, soporte Flexdip CYH112*
2 *Transmisor multicanal Liquiline CM44x*
3 *Tapa de protección ambiental*
4 *Tubería transversal, soporte Flexdip CYH112*
5 *Cadena del soporte Flexdip CYH112*
6 *Portasondas para aguas residuales Flexdip CYA112*
7 *Sensor de turbidez Turbimax CUS51D*

Sensor con limpieza por aire comprimido



12 Sensor con unidad de limpieza Turbimax CUS51D

Entrada

Variable medida

- Turbidez
- Contenido de sólidos
- Temperatura

Rango de medición

CUS51D-**C1		Aplicación
Turbidez	0,000 a 4000 FNU Rango del indicador hasta 9999 FNU	Formacina
Contenido de sólidos	de 0 a 5 g/l	Caolín Materia filtrable
Temperatura	−20 … 80 °C (−4 … 176 °F)	

CUS51D-**D1		Aplicación
Turbidez	0,000 a 4000 FNU Rango del indicador hasta 9999 FNU	Formacina
Contenido de sólidos	0 … 300 g/l (0 … 2,5 lb/gal) 0 a 30 %	Contenido de sólidos dependiendo de la aplicación seleccionada (véase lista)
Temperatura	−20 … 80 °C (−4 … 176 °F)	

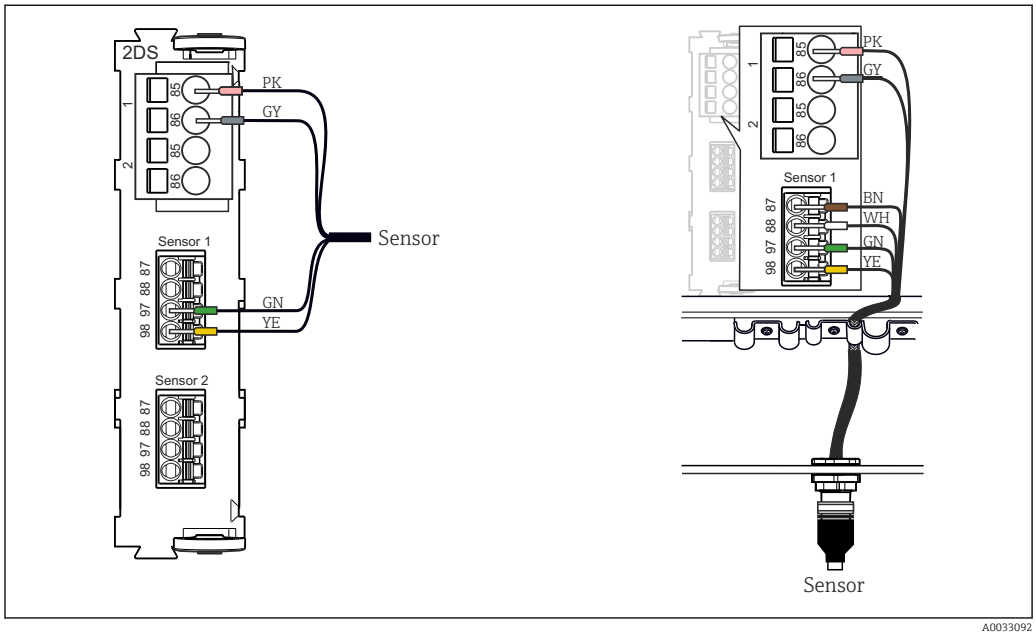
Rangos de medición con contenido de sólidos:

Para sólidos, los rangos alcanzables dependen mucho del producto que esté realmente presente y pueden ser distintos de los rangos de trabajo recomendados. Productos extremadamente no homogéneos pueden causar fluctuaciones en los valores medidos y, de este modo, limitar el rango de medición.

Alimentación

Conexión eléctrica

Dispone de las siguientes opciones de conexión:
- Mediante conector M12 (versión: cable fijo, conector M12)
- Mediante cable del sensor a los terminales enchufables de una entrada de sensor en el transmisor (versión: cable fijo, casquillos terminales)



13 *Conexión del sensor a la entrada del sensor (izquierda) o mediante un conector macho M12 (derecha)*

La longitud máxima del cable es 100 m (328,1 ft).

Características de funcionamiento

Condiciones de funcionamiento de referencia

20 °C (68 °F), 1.013 hPa (15 psi)

Error medido máximo

Turbidez <2 % del valor medido o 0,1 FNU (el mayor valor para cada caso).

Sólidos <5 % del valor medido o 1% del valor superior del rango (el mayor valor para cada caso); para sensores que se calibran para los rangos de medición contemplados.

El error de medición engloba todas las imprecisiones de la cadena de medición (sensor y transmisor). De todos modos, no incluye las imprecisiones del material de referencia utilizado para la calibración.

En el caso de los sólidos, los errores de medición alcanzables dependen en gran medida de los productos realmente presentes y pueden diferir de los valores especificados. Los productos extremadamente no homogéneos hacen que el valor medido fluctúe y aumente el error de medición.

Repetibilidad

< 0,2 % de la lectura

Calibración de fábrica

FNU, NTU y FTU según la tabla de aplicación

Estándar: 3 puntos

Deriva

Al trabajar con controles electrónicos, el sensor normalmente no presenta ninguna desviación.

Límites de detección

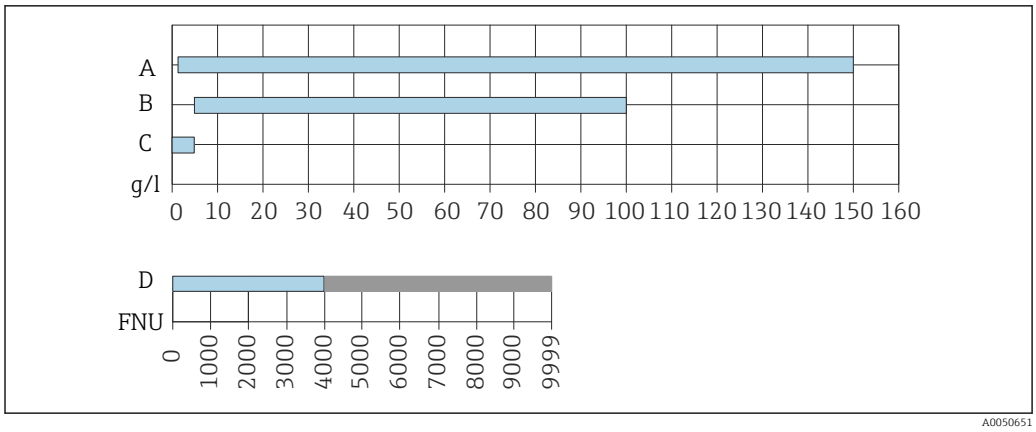
Aplicación	Rango de medición	Límite de detección
Formacina	0 a 50 ppm	0,006 FNU
	0 a 4000 ppm	0,4 FNU
Caolín	0 a 5000 mg/l	0,85 mg/l

Aplicaciones

El sensor se ha calibrado en fábrica para aplicaciones **Formacina**. El resto de aplicaciones están precalibradas con muestras de referencia y es necesario calibrarlas para la aplicación correspondiente.

Es posible efectuar calibraciones de hasta 5 puntos.

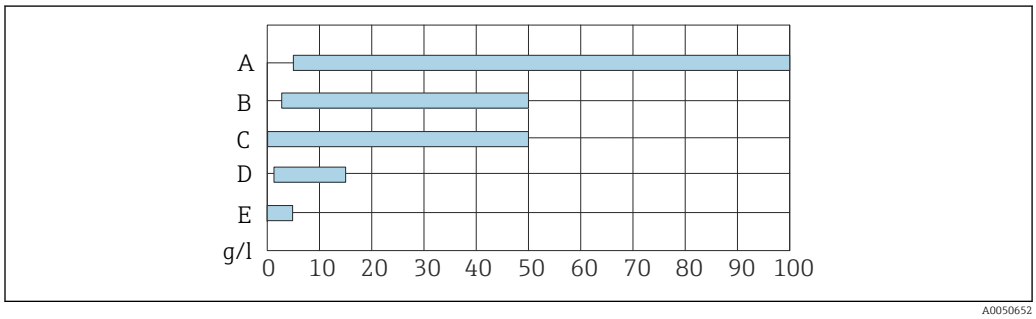
Tipo de aplicación Agua limpia	Rangos operativos recomendados	CUS51D	
		C1	D1
Formacina	0 a 4000 ppm	X	X
Caolín	0 a 5 g/l	X	X
SiO2	5 a 100 g/l		X
TiO2	0,2 a 150 g/l		X



14 Tipo de aplicación **Agua limpia**

A TiO2
B SiO2
C Caolín
D Formacina

Tipo de aplicación de "sólidos"	Rangos operativos recomendados	CUS51D	
		C1	D1
Fango fino	0 a 5 g/l		X
Fango Activo	2 a 15 g/l		X
Fango en exceso	3 a 50 g/l		X
Sludge, general	0 a 50 g/l		X
Fango digerido	5 a 100 g/l / 300 g/l		X



15 Tipo de aplicación de "sólidos"

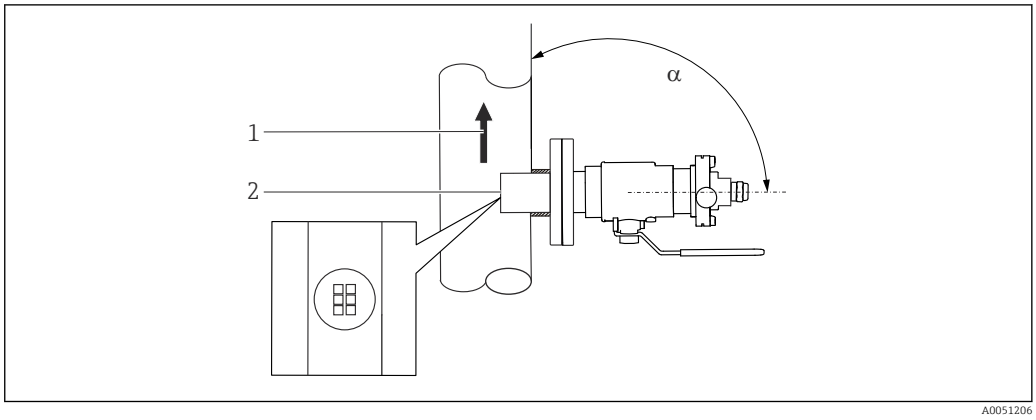
A Fango digerido
B Fango en exceso
C **Sludge, general** *(principalmente para aplicaciones RSL)*
D **Fango Activo** *(solo para rangos ST > 2 g/l)*
E Fango fino

Para sólidos, el error medido alcanzable depende mucho de la presencia de productos efectiva y puede ser distinto de los valores especificados. Los productos extremadamente no homogéneos hacen que el valor medido fluctúe y aumente el error de medición.

Montaje

Instrucciones de instalación

Opciones de instalación:
- con portasondas retráctil Cleanfit W CUA451
- con portasondas para aguas residuales Flexdip CYA112 y soporte Flexdip CYH112
- con cámara de flujo Flowfit CYA251

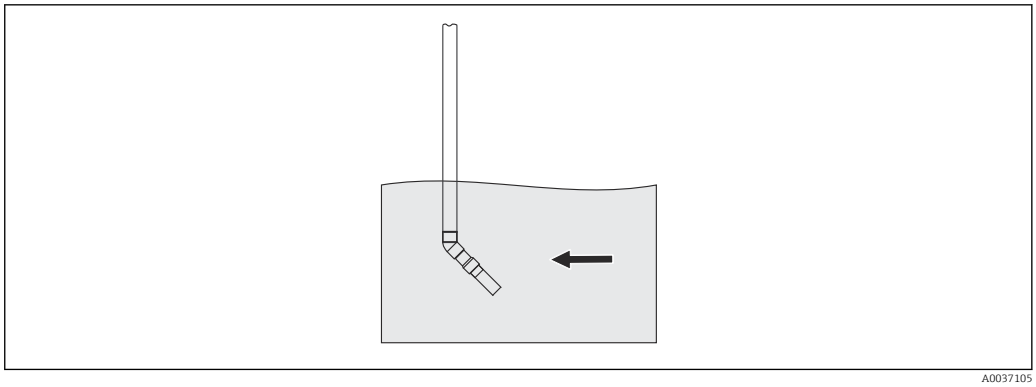


16 Instalación con portasondas retráctil

1 Sentido del flujo
2 Ventanas ópticas

El ángulo de instalación α no debe superar los 90° → 16, 13. El ángulo de instalación recomendado es de 75°. La óptica del sensor debe estar alineada con la dirección del caudal.

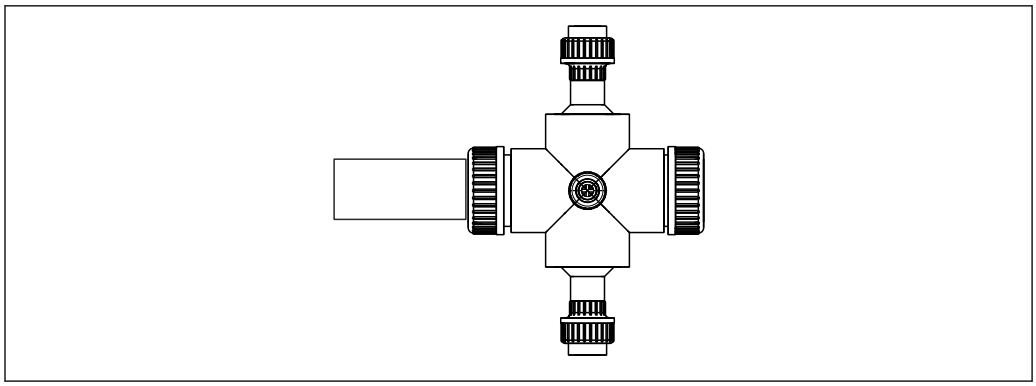
La presión del producto no puede ser superior a 2 bar (29 psi) para la retracción manual del portasondas.



17 Instalación con portasondas para aguas residuales

La flecha apunta a la dirección del caudal. El ángulo de instalación es de 45° (preferiblemente) o de 90°.

- Si utiliza el sensor en balsas abiertas, instale el sensor de forma que las burbujas de aire no puedan acumularse en él.
- Si utiliza el sensor en balsas con altos niveles de gas, instale el sensor en un ángulo de 90° para reducir los efectos de las burbujas de aire.

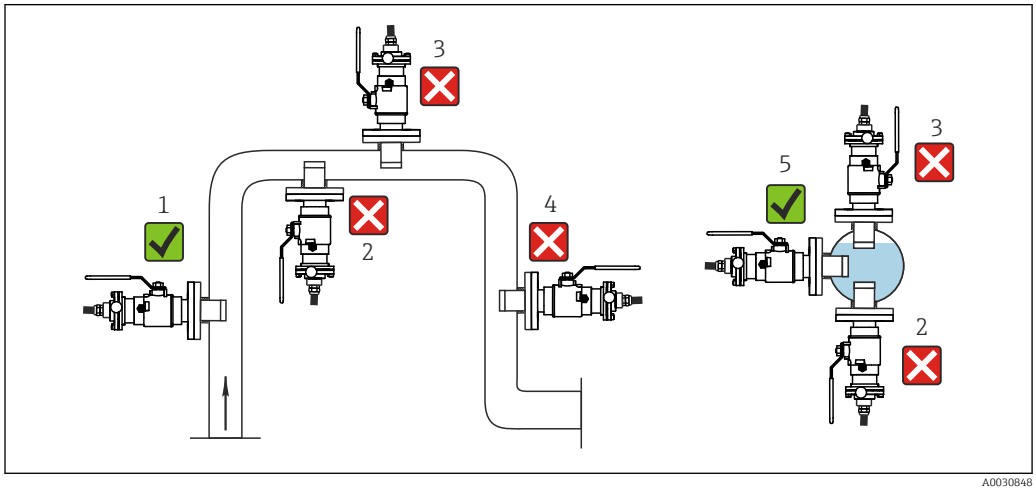


18 *Instalación con la cámara de flujo CYA251*

El ángulo de instalación es 90°. En el caso de las mediciones de turbidez <200 FNU, la retrodispersión de las superficies internas del portasondas provoca distorsiones en los valores medidos.

Tuberías

El siguiente diagrama muestra diferentes situaciones de instalación en tuberías, con indicaciones sobre si son admisibles o no.



19 *Orientaciones y posiciones (con el portasondas retráctil CUA451)*

- Cuando se utilizan materiales reflectantes (p. ej., acero inoxidable), el diámetro de la tubería no debe ser inferior a 100 mm (3,9 in). Se recomienda la calibración en planta.
- Instale el sensor en zonas con condiciones de caudal uniforme.
- La mejor ubicación de instalación es una tubería de caudal ascendente (elemento 1). También es posible la instalación en una tubería horizontal (elemento 5).
- No debe instalarse en sitios donde se produzcan bolsas de aire o burbujas (elemento 3) o donde haya sedimentación (elemento 2).
- Evite la instalación en tuberías descendentes (elemento 4).
- Cuando se hacen mediciones de turbidez inferior <200 FNU, la retrodispersión de la pared de la tubería provoca distorsiones en los valores medidos. Por esta razón, aquí se recomienda el ajuste del valor medido con un offset.
- Evitar los racores aguas abajo de las etapas de reducción de presión que pueden llevar desgasificación.

Entorno

Rango de temperatura ambiente

−20 … 60 °C (−4 … 140 °F)

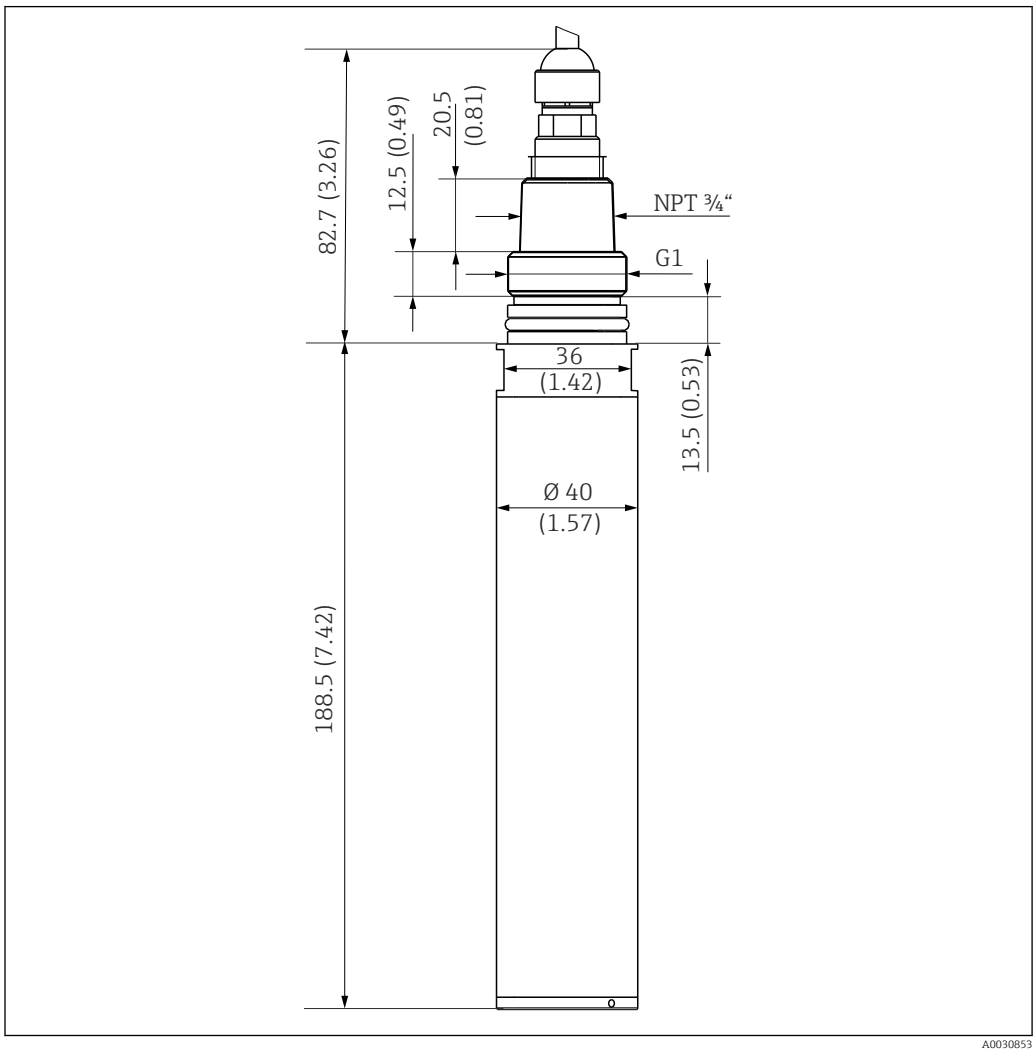
Temperatura de almacenamiento	−20 … 70 °C (−4 … 158 °F)
Grado de protección	▪ IP 68 (columna de agua de 1,83 m (6 ft) durante 24 horas) ▪ IP 66 ▪ Tipo 6P

Proceso

Rango de temperatura del proceso	−5 … 50 °C (23 … 122 °F) Hasta 80 °C (176 °F) para un periodo de tiempo corto (1 h)
Rango de presión del proceso	0,5 … 10 bar (7,3 … 145 psi) absoluta **Limpieza por aire comprimido** Presión primaria: 1,5 … 2 bar (21,8 … 29 psi) absoluta
Flujo mínimo	No se requiere ningún caudal mínimo. Para sólidos con tendencia a formar deposiciones, asegúrese de que la mezcla se forma adecuadamente.

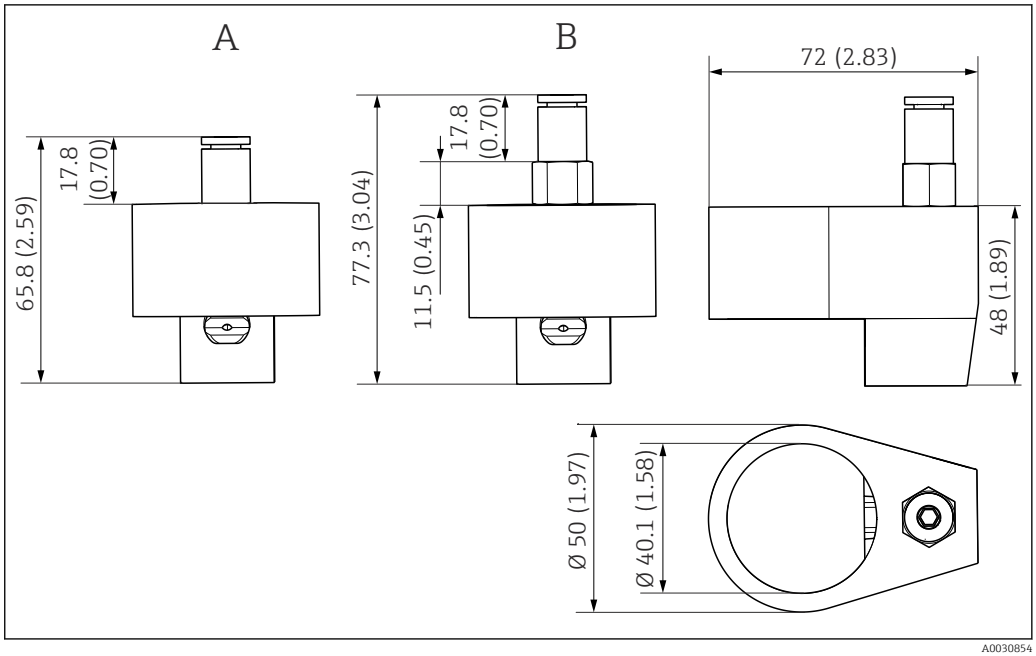
Estructura mecánica

Medidas



20 Dimensiones. Unidad física: mm (in)

Limpieza por aire comprimido



21 Limpieza por aire comprimido. Unidad física: mm (in)

A Versión 6 mm (0,24 in)
B Versión 6,35 mm (0,25 in)

Peso	Aprox. 0,7 kg (1,5 lb)sin cable	
Materiales	Sensor	Acero inoxidable 1.4404 (AISI 316 L) Acero inoxidable 1.4571 (AISI 316 Ti)
	Ventanas ópticas	Zafiro
	Juntas tóricas	EPDM

Conexiones a proceso

G1 y NPT ¾'

Limpieza por aire comprimido

6 mm (0,24 in) o 8 mm (0,31 in) o 6,35 mm (0,25 in) (¼")

Certificados y homologaciones

Los certificados y homologaciones actuales del producto se encuentran disponibles en www.endress.com, en la página correspondiente al producto:

1. Seleccione el producto usando los filtros y el campo de búsqueda.
2. Abra la página de producto.
3. Seleccione **Descargas.**

Marca CE

El producto satisface los requisitos especificados en las normas europeas armonizadas. Cumple por lo tanto con las especificaciones legales de las directivas de la EU. El fabricante confirma que el equipo ha superado satisfactoriamente las pruebas correspondientes dotándolo con la marca CE.

NAMUR

NE 21

Seguridad del equipo

- IEC 61010-1
- cCSAus propósito general

Información para cursar pedidos

Alcance del suministro

El alcance del suministro incluye:
- 1 sensor, según la versión pedida
- 1 x Manual de instrucciones

Página del producto

www.es.endress.com/cus51d

Configurador de producto

1. **Configurar**: pulse este botón en la página de producto.
2. Seleccione la **serie de productos "Extended"**.
   ↳ Se abre una nueva ventana para el Configurator.
3. Configure el equipo según sus requisitos mediante la selección de la opción deseada para cada característica.
   ↳ De esta forma, recibirá un código de producto válido y completo para el equipo.
4. **Aceptar**: Añada el producto configurado al carrito de la compra.

Para muchos productos, también tiene la opción de descargar planos CAD o 2D de la versión del producto seleccionado.

5. **CAD**: Abra esta pestaña.
   ↳ Se muestra la ventana de los planos. Puede elegir entre varias vistas diferentes. Las puede descargar en los formatos seleccionables.

Accesorios

Se enumeran a continuación los accesorios más importantes disponibles a la fecha de impresión del presente documento.

Los accesorios que figuran en la lista son compatibles desde el punto de vista técnico con el producto de las instrucciones.

1. La combinación de productos puede estar sujeta a restricciones específicas para la aplicación. Asegúrese de la conformidad del punto de medición con la aplicación. La responsabilidad de esta comprobación recae en el explotador del punto de medición.
2. Preste atención a la información recogida en el manual de instrucciones para todos los productos, en particular los datos técnicos.
3. Para obtener accesorios no recogidos aquí, póngase en contacto con su centro de servicio o de ventas.

Portasondas

FlowFit CUA120
- Adaptador de bridas para el montaje de sensores de turbidez
- Product Configurator en la página de productos: www.es.endress.com/cua120

Información técnica TI096C

Flexdip CYA112
- Portasondas de inmersión para aguas y aguas residuales
- Sistema modular de portasondas para sensores en balsas abiertas, canales y depósitos
- Material: PVC o acero inoxidable
- Product Configurator de la página de productos: www.es.endress.com/cya112

Información técnica TI00432C

Cleanfit CUA451
- Portasondas retráctil manual, de acero inoxidable y con cierre de válvula de bola para los sensores de turbidez
- Product Configurator en la página de productos: www.es.endress.com/cua451

Información técnica TI00369C

Flowfit CYA251
- Conexión: véase estructura de pedido del producto
- Material: PVC-U
- Product Configurator de la página de productos: www.es.endress.com/cya251

Información técnica TI00495C

Soporte

Flexdip CYH112
- Sistema de sujeción modular para sensores o portasondas en balsas abiertas, canales y depósitos
- Para portasondas Flexdip CYA112 para aguas limpias y residuales
- Puede fijarse en cualquier sitio: en el suelo, en el coronamiento de sillería, en una pared o directamente en barandas.
- Versión en acero inoxidable
- Product Configurator de la página de productos: www.es.endress.com/cyh112

Información técnica TI00430C

Limpieza por aire comprimido

Limpieza por aire comprimido para CUS51D
- Conexión: 6 mm (0,24 in) o 8 mm (0,31 in) (métrica) o 6,35 mm (0,25 in)
- Materiales: POM/V4A
- Consumo: 50 l/min (13,2 gal/min)
- Número de pedido 6 mm (0,24 in) o 8 mm (0,31 in): 71110782
- 6,35 mm (0,25 in) Número de pedido: 71110783

Compresor
- Para limpieza por aire comprimido
- 230 V AC, código de producto: 71072583
- 115 V AC, código de producto: 71194623

Cable

Cable de datos CYK11 para Memosens
- Cable de extensión para sensores digitales con protocolo Memosens
- Product Configurator de la página de productos: www.es.endress.com/cyk11

Información técnica TI00118C

71644228

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation