

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



METODOLOGÍA DEL DISEÑO MECATRÓNICO
AQUATURB
INFORME TÉCNICO FINAL

Integrantes:

- Ordinola Zapata Karla Maybe
- Gomez Rodriguez Adim Orfel
- Elvis Deiwis Pilco Cruz
- Luis Martin Valenzuela Valer

ÍNDICE:

1. Lista de Exigencias

2. Estado de la tecnología

2.1 Estudios publicados

2.1.1 Turbidímetro con teledetección multitemporal

2.1.2 Turbidímetro por método de dispersión

2.1.3 Sistema de monitoreo de agua usando IoT

2.1.3. Turbidímetro asequible y de código abierto

2.2 Patentes existentes

2.2.1 US2023366816A1

2.2.2 CN210119432U

2.2.2 CN218036288U

2.3 Tecnología existente en el ámbito comercial

2.3.1 HI88713

2.3.2 Oakton T-100

2.3.3 TS-600

2.3.4 TBG-2088S

2.3.5 Cuadro comparativo

Bibliografía

1. Lista de exigencias

Tabla 1: Lista de Exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS			Páginas: 16
			Edición:
PROYECTO:		Medidor de turbidez de aguas superficiales	Fecha: 15/05/2025
			Revisado:
CLIENTE:		PERSONAS CON ACCESO A AGUA POTABLE	Elaborado: L.V, E.P, A.G., K.O.
Fecha (cambios)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
15/05/25	E	Función Principal: Detectar la turbidez del agua en cuerpos superficiales como ríos o lagunas, registrando si supera los 5 NTU y mostrando o enviando información en tiempo real(actualiza cada 1s) (1).	K.O
15/05/25	E	Geometría: El prototipo está contenido en una caja compacta de dimensiones máximas 8cm x 10cm x 7cm. El tubo de medición central es de tipo estándar (diámetro 2 pulgadas).	L.V
15/05/25	E	Energía: Para garantizar la autonomía del sistema en zonas rurales sin acceso continuo a la red eléctrica, el prototipo no debe superar un consumo energético promedio de 2 watts, lo que permite operar eficientemente con fuentes solares de baja potencia. <ul style="list-style-type: none">Se requiere un panel solar de mínimo 2W a 5V, capaz de generar energía suficiente incluso en condiciones de irradiación reducida, acorde al clima o a los estándares de eficiencia en zonas rurales.La energía es almacenada en una batería recargable de 2000 a 3000 mAh (3.7V), que permite la operación continua del sistema por 1 a 2 días sin necesidad de recarga solar inmediata.El sistema incorpora un controlador de carga solar que regula eficientemente el flujo de energía, previene sobrecargas y garantiza un funcionamiento estable, disipando mínimas cantidades de calor sin afectar el rendimiento ni los componentes.	L.V
15/05/25	E	Materia: Materia de Ingreso: agua superficial que fluye a una	L.V

		<p>velocidad máxima de 3.8m/s a través de un tubo de dos pulgadas, posiblemente con presencia de partículas en suspensión.</p> <p>La materia de salida es el mismo flujo de agua, sin alteración su composición, ya que el sistema sólo realiza medición, no tratamiento.</p>	
15/05/25	D	Señales (Información): Se envía señal a un dispositivo móvil, desde algunos metros hasta 15 km.	
15/05/25	E	Control: Operar con bajo consumo energético, registrar datos localmente sin conexión constante a internet, y emitir alertas sonoras ante niveles críticos de turbidez. Debe ser autónomo, resistente a condiciones ambientales adversas, fácil de mantener.	
15/05/25	E	Electrónico (hardware): Se implementará un sistema manual para medir la turbidez del agua, utilizando sensores adecuados para detectar partículas en suspensión. Un microcontrolador gestionará el sensor y el registro de datos. Todo el ensamblaje será realizado de forma manual, asegurando un diseño completamente operado y construido por una persona.	
15/05/25	E	Software: Se utilizará un programa de código abierto para controlar el sistema, este procesa las señales de los sensores de turbidez y gestiona los actuadores según sea necesario. El software incluirá una interfaz gráfica fácil de usar que permitirá la configuración, visualización de datos y control del sistema en tiempo real, facilitando su operación y ajustes.	
15/05/25	E	Comunicaciones: El controlador debe poder comunicarse con los sensores y actuadores a través de un sistema directo de cableado, mostrando la información en una pantalla o debe ser capaz de procesar y enviar información a un dispositivo receptor.	
15/05/25	E	Seguridad: La caja que resguarda el sensor de turbidez debe estar completamente sellada (grado de protección mínimo IP68), para evitar el ingreso de partículas sólidas, sedimentos o agua durante eventos de alta turbidez o inmersión accidental.	
15/05/25	E	<p>Ergonomía.</p> <p>La estructura compacta y ligera permite una instalación y manipulación sencilla en campo, incluso en condiciones adversas. La interfaz del sistema es visual y clara, facilitando la interpretación rápida de los niveles de turbidez mediante indicadores simples, sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados. Además, el acceso a componentes clave como el sensor o la batería está optimizado para un mantenimiento práctico. Cumple con los lineamientos de la norma ISO 7027 y promueve una gestión eficiente del agua al permitir a las comunidades tomar decisiones informadas</p>	L.V

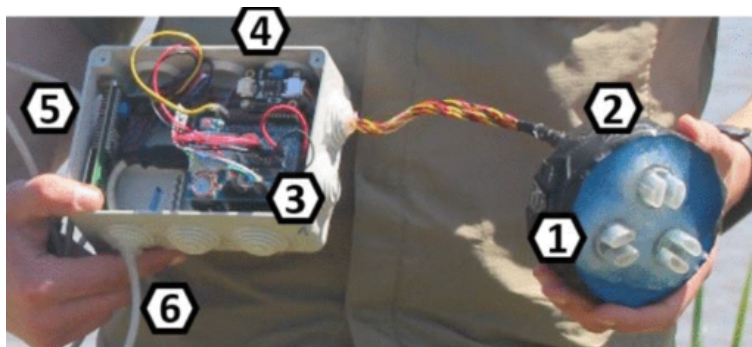
		ante situaciones críticas.	
15/05/25	E	<p>Fabricación: La carcasa será fabricada con impresora 3D, los materiales y se usará un tubo de 2 pulgadas.</p> <p>Un acabado de alta calidad de las superficies de los componentes que están en contacto con los productos de acuerdo a la norma ISO 7027.</p> <p>Incluir un sistema de rosca estándar de 2 pulgadas para acoplar fácilmente el tubo o conectores hidráulicos.</p>	
15/05/25	E	<p>Control de calidad: El diseño y la fabricación de la máquina debe contemplar todas las exigencias planteadas en esta lista a fin de que cumpla con un funcionamiento afín a las necesidades del usuario, que es en aguas superficiales.</p>	
15/05/205	E	<p>Montaje: La tapa debe ser sellada con un tornillo al colocar la pila, luego los dos extremos del tubo se conecta entre el tubo que se quiere evaluar la calidad de agua.</p>	
15/05/25	D	<p>Uso: El sensor de turbidez está diseñado exclusivamente para sistemas de monitoreo en fuentes de agua superficial (ríos, lagos, canales) mas no para procesos industriales o saneamientos, solamente vinculados a redes de agua potable. Su objetivo principal es detectar cambios en la claridad del agua, permitiendo una respuesta temprana ante fenómenos como lluvias intensas, deslizamientos o contaminación accidental.</p>	
15/05/25	E	<p>Mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza, cada vez que envíe señal frecuente de alta turbidez por más tiempo de lo habitual. • Verificar y calibrar los sensores de turbidez de forma regular para asegurar lecturas precisas, especialmente después de eventos lluviosos intensos. • Limpiar y mantener filtros que puedan estar acumulando lodo o residuos sólidos debido al aumento de turbidez. 	
	E	<p>Costos: El costo se determinará por los materiales usados, esto incluido la carcasa. Además del trabajo en el ensamblado y conectado al sistema de envío de señal. Aproximadamente S/300.00.</p>	
15/05/25	E	<p>Plazos: En proceso (<i>aprox. 1 mes</i>).</p>	

2. Estado de la tecnología

2.1. Estudios publicados

2.1.1 Turbidimetría con sensores avanzados y teledetección

El medidor de turbidez es de alta precisión con la integración de sensores de bajo costo y teledetección multitemporal satelital. El sensor avanzado incluye un dispositivo presurizado para eliminar burbujas de aire y una lente calibrada que reduce interferencias por dispersión, logrando detectar turbidez desde 0,001 NTU con alta exactitud. Paralelamente, se evaluaron sensores económicos (SEN0189 y TSW-10) conectados a microcontroladores Arduino en humedales del este de África, calibrados y validados frente a turbidímetros profesionales y datos satelitales Sentinel-2 procesados con el modelo bioóptico C2RCC y su variante basada en redes neuronales (C2XC), logrando una correlación sólida entre métodos (R^2 hasta 0,83). La combinación de estas tecnologías permite un monitoreo operativo, preciso y sostenible de la turbidez del agua, apoyando la gestión comunitaria y la garantía de suministro seguro de agua potable.

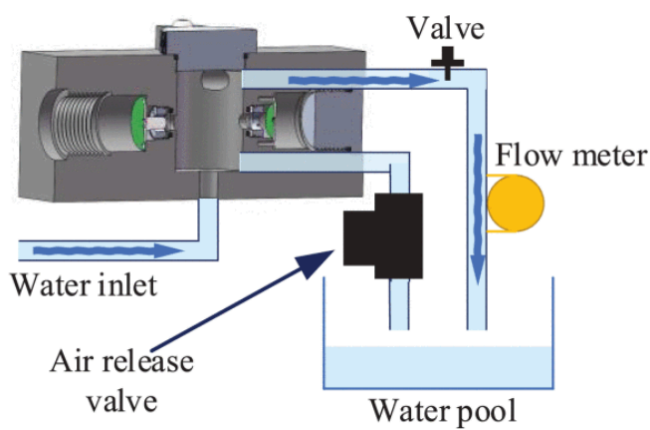


(a) Configuración del sensor con (1) cabezales de sensor de turbidez, (2) carcasa impresa en 3D, (3) Arduino uno con placa adicional y lector de tarjetas SD, (4) placa de sensor de turbidez, (5) pantalla LCD y (6) fuente de alimentación.

Parameter	Unit of measurement	Measurement device	Measuring principle	Measurement range		Reported error
				Minimum	Maximum	
Turbidity	NTU	Lovibond TB211 IR	Nephelometric (90° scattered infrared light)	0.01 NTU	1100 NTU	±2.5% of reading, or ±0.01 NTU in the range of 0.01–500 NTU; ±5% of reading in the range of 500–1000 NTU
Turbidity	Volt	Setup A: DFRobot SEN0189 Setup B: Thermometrics TSW-10	Light attenuation (180° transmitted infrared light)	0 V	4.5 V	Unknown
Temperature	°C	Hanna Instruments HI98127 (pHep4)		−5.0 °C	60 °C	± 0.5 °C

2.1.2 Monitoreo Preciso y Estable de Turbidez en Agua

El sistema de monitoreo de turbidez desarrollado utiliza un sensor óptico para medir la calidad del agua con alta precisión y estabilidad, manteniendo valores constantes durante largos periodos en condiciones estáticas. Su calibración segmentada permite detectar turbidez desde 0 hasta 100 NTU con una resolución promedio de 0.00003 NTU, adecuada para agua potable y aplicaciones médicas. El sistema demuestra resistencia a interferencias de caudal (recomendando mantenerlo por debajo de 50 L/h) y temperatura (estable entre 5 °C y 50 °C), mientras que la calibración de lentes reduce significativamente los errores de medición. Además, incorpora un mecanismo eficaz de eliminación de burbujas que minimiza fluctuaciones, garantizando así mediciones fiables en distintos entornos y condiciones operativas, con alertas para niveles de turbidez críticos que indican contaminación severa.



Parámetro	Descripción	Rango/Valor	Observaciones
Estabilidad del sistema	Consistencia en la medición de turbidez en agua pura	0 NTU (agua sin turbidez)	Lecturas estables (~144,000 AD) durante 5 horas, sin fluctuaciones significativas
Calibración	Resolución y relación intensidad de luz - turbidez	0–20 NTU	Resolución promedio: 0.00003 NTU; modelo lineal con $R^2 = 0.9997$
Frecuencia de muestreo	Número de muestras tomadas por segundo	1 muestra/segundo	
Interferencia por caudal	Rango de caudales con bajo error	0–50 L/h	Caudales > 50 L/h generan fluctuaciones y errores
Interferencia por temperatura	Rango de temperaturas con detección sin efecto significativo	5 °C a 50 °C	Sistema adaptativo para ambientes variables
Límite superior de detección	Máxima turbidez con detección lineal	< 100 NTU	Turbidez > 100 NTU provoca subestimación y alerta de contaminación grave
Calibración de lentes	Impacto en precisión del sistema	RMSE con calibración: 0.0134	Sin calibración: RMSE 0.3680; calibración reduce significativamente el error
Eliminación de burbujas	Método para mejorar precisión eliminando interferencia por burbujas de aire	Ajuste de válvula y purga de aire	Fluctuación reducida a <0.01 NTU con dispositivo de eliminación de burbujas

2.1.2 Sistema IoT para Monitoreo de Agua

El dispositivo portátil WQQ de bajo costo basado en IoT para el monitoreo en tiempo real de la calidad y cantidad de agua. Entre los sensores utilizados, el turbidímetro destaca por su papel crucial en la detección de partículas suspendidas como sedimentos y microorganismos, los cuales afectan la potabilidad del agua. Este sensor mide la turbidez en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) y está calibrado para detectar cambios de claridad mediante la dispersión de luz. En las pruebas realizadas, el turbidímetro detectó variaciones significativas al comparar agua de grifo con agua tratada por ósmosis inversa (reducción de 6 NTU a 5 NTU), y también mostró sensibilidad en pruebas con adición gradual de sal, confirmando su precisión. Integrado a una placa Arduino Mega y conectado a través de un módulo ESP8266, el sistema transmite los datos a una plataforma online y los muestra en una pantalla TFT. El WQQM es una herramienta precisa, flexible y escalable para aplicaciones domésticas, industriales y agrícolas, facilitando un control continuo de la turbidez como indicador clave de seguridad del agua (4).



potential
hydrogen sensor



temperature
sensor



turbidity sensor



Total dissolved
sensor



water flow
sensor



ultrasonic sensor



TFT screen

2.1.4 Turbidímetro asequible y de código abierto

El dispositivo electrónico que mide la turbidez del agua(indicador clave de su calidad) mediante la detección de luz dispersada por partículas coloidales. Utiliza un diseño óptico de haz único con un LED infrarrojo y un sensor de luz a frecuencia (TSL230R), controlado por un microprocesador programado en Arduino. Construido con componentes comerciales y piezas impresas en 3D, su costo es inferior a 25 USD. La calibración se realizó comparando mediciones con un turbidímetro comercial usando suspensiones de aceite de corte como alternativa segura y económica a la formazina. El dispositivo, alimentado por pilas AA y con visualización digital, ofrece una opción precisa, accesible y replicable para comunidades con recursos limitados, y su diseño y código están disponibles bajo licencia de código abierto GNU GPLv3 (5).



(a)



(b)

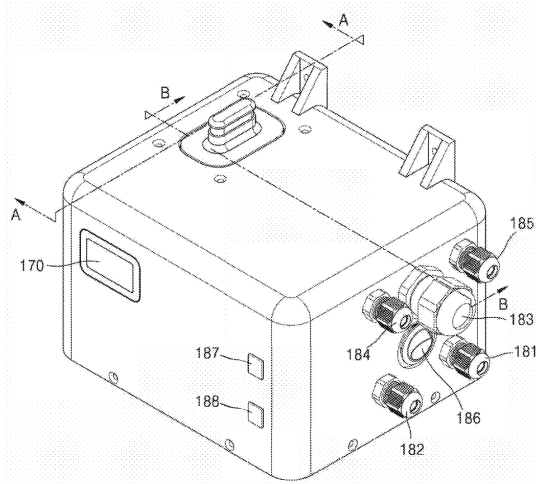
Imagen: Turbidímetro de código abierto: (a) vista externa, (b) imagen del soporte de la cubeta.

Diseño óptico	LED IR 860 nm + TLS230R
Rango	1-1100 NTU
Resolución	< 0.02 NTU
Alimentación	4 pilas AA(por 3 meses con muestreo de cada hora)

2.2 Tecnologías patentadas

2.2.1 Turbidímetro portátil US2023366816A1

La patente US2023366816A1 describe un medidor de turbidez que utiliza un sensor de ondas caóticas para detectar en tiempo real la presencia y concentración de microorganismos u otras impurezas en un fluido, como agua potable. El dispositivo incluye un recipiente para alojar el fluido, un sistema de entrada y salida de fluido, una fuente de ondas (por ejemplo, un láser) que irradia el fluido, y un detector que captura las motas láser generadas por dispersión múltiple dentro del fluido. Un controlador analiza la correlación temporal y espacial de estas motas para estimar la turbidez y la presencia de microorganismos con rapidez y bajo costo. Además, el diseño permite la eliminación de oxígeno disuelto y amplificación de la dispersión para mejorar la precisión de la medición (6).

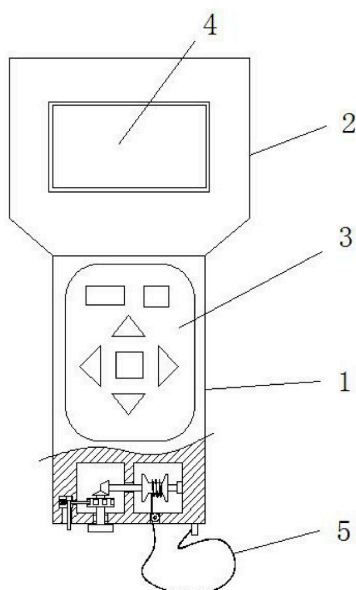


Respecto a la imagen: 170 una pantalla, 181 el tubo de entrada de fluido, 182 salida de fluido, 183 el segundo tubo de salida de fluido, 184 la fuente de alimentación, 185 la unidad de salida de datos, 186, 187 el botón de medición, 188 el botón de calibración.

2.2.2 Turbidímetro portátil CN210119432U

El modelo CN210119432U es un turbidímetro portátil desarrollado por SHANGHAI AKUASI TECH CO., LTD., pensado para facilitar su transporte y uso en campo. Está compuesto por un mango y un cuerpo principal que integra un panel de control y una pantalla de visualización. Su principal innovación es un sistema mecánico interno que permite enrollar y guardar la cuerda de transporte dentro del mango, evitando que esta quede colgando o se contamine.

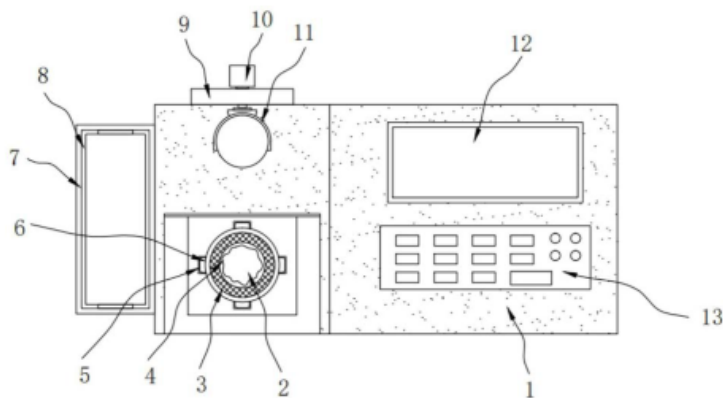
El sistema incluye un eje giratorio, engranajes cónicos y una perilla que permite accionar manualmente el enrollado de la cuerda en una bandeja interna. Además, un mecanismo de sujeción con resorte asegura la cuerda cuando no está en uso. Este diseño mejora la portabilidad, reduce el espacio ocupado y evita que la cuerda entre en contacto con agua sucia (7).



En la imagen: 1 mango, 2 cuerpo del turbidímetro, 3 panel de operación, 4 pantalla de visualización, 5 cuerda portátil.

2.2.3 Turbidímetro CN218036288U

El modelo de utilidad CN218036288U describe un turbidímetro para inspección de calidad del agua que automatiza el proceso de agitación, limpieza y manejo de residuos líquidos. Su funcionamiento se basa en un sistema donde la botella de muestra se coloca en una abrazadera semicircular con un parche de goma que asegura su sujeción; un motor rotativo hace girar esta abrazadera, agitando la botella de forma automática para mezclar uniformemente la muestra y evitar su sedimentación, lo que mejora la precisión del análisis. Durante la inserción de la botella en el tanque de prueba, esta atraviesa un anillo de esponja con paño interior que limpia su superficie al moverla hacia arriba y abajo, agilizando así el proceso de preparación. Finalmente, tras la prueba, el residuo líquido se vierte en una caja de residuos con un contenedor interno extraíble y con asas, lo que facilita la recolección y disposición del líquido usado, mejorando la eficiencia e higiene del proceso de análisis (8).



(1), un tanque de prueba (2), un clip de arco (11), una pantalla de visualización (12) y un panel de control (13), la pantalla de visualización (12) está instalada en la parte superior del cuerpo del medidor de turbidez (1), el panel de control (13) está instalado en la parte superior del cuerpo del medidor de turbidez (1) en un lado de la pantalla de visualización (12), y el tanque de inspección (2) está dispuesto en un lado de la parte superior del cuerpo del medidor de turbidez (1), y la parte superior del cuerpo del medidor de turbidez (1) en la posición del tanque de inspección (2) está equipada con una placa de cubierta (14) a través de una bisagra, y el cuerpo del medidor de turbidez (1) Un soporte (9) está fijado en la pared exterior de un lado, y el clip de arco (11) está dispuesto en la pared exterior del soporte (9), y el clip de arco (11) y el soporte (9) giran la conexión.

2.3 Tecnología existente en el ámbito comercial

2.3.1 HI88713

El equipo HI88713 cuenta con un compartimiento óptico donde se puede extraer un tubo de 25 mm para ingresar una muestra de agua, se puede calibrar y configurar el equipo usando los botones delanteros, la información la muestra en una pantalla LCD iluminada y modo tutorial, la precisión es de 0.5 y 5% para la medición de turbidez en agua, compatible con la norma ISO 7027. Ideal para laboratorios de control de calidad en aguas potables, naturales o residuales (9).



Modos	FNU, FAU, NTU, EBC
Calibración	Hasta 5 puntos
Fuente de luz	LED infrarrojo (860 nm)
Memoria	200 datos
Transferencia	USB
Rango	1-1000 NTU
Dimensiones	23 x 20x 14,5 cm

Demostración

*ISO 7027: Norma internacional que especifica un método para medir la turbidez del agua mediante un nefelómetro infrarrojo.

2.3.2 Turbidímetro portátil Oakton T-100

El medidor portátil de turbidez Oakton T-100 cuenta con un sistema óptico sellado y fuente de luz infrarroja, compatible con ISO 7027 y ASTM D6855-03. Incorpora rango automático de 0 a 1000 NTU, calibración de cuatro puntos con indicaciones en pantalla, y precisión de $\pm 2\%$ en toda la escala. La interfaz incluye una pantalla LCD clara, mensajes de error, y función de apagado automático para ahorro de energía. La carcasa tiene protección IP67, es resistente al agua y al polvo, e incluso flota. Funciona con 4 pilas AAA permitiendo más de 1000 mediciones (10).



Rango	1-1000 NTU
Temperatura	0-50 °C
Dimesiones	30 x 20 x 15 cm

Demostración

*ASTM D6855-03: Método estandarizado por ASTM para determinar la turbidez en agua usando un medidor de absorción óptica. Especialmente para aguas residuales e industriales.

2.3.3 Turbidímetro en línea TS-620

El TS-620 es un medidor de turbidez en línea diseñado para el monitoreo continuo de la calidad del agua, tanto en aguas residuales municipales como industriales. Este equipo permite detectar cambios en la turbidez durante los procesos de tratamiento bioquímico, proporcionando resultados precisos en tiempo real. Su diseño incluye una compensación ambiental que asegura mediciones estables, independientemente de la presión o velocidad del flujo del agua. El TS-620 cuenta con una interfaz de operación en inglés, salida de señal 4-20 mA, control por relé de alarma de alto y bajo nivel, y comunicación RS485 para integración en sistemas automatizados. Permite calibración de dos puntos para corrección de errores del sensor y ofrece múltiples opciones de instalación y unidades de medición.



Rango 1	TD-400 (1-100.00 NTU)
Rango 2	TD-5000 (20-5000 NTU)
Humedad	≤ 85%
Temperatura	0 - 50 °C
Dimensión	24 x 18 x 14 cm

[Demostración](#)

2.3.4 TBG-2088S/Medidor de Turbidez en línea

La instalación del equipo se da en un lugar ideal de trabajo, se conecta las tuberías de entrada y salida de agua con conectores rápidos, este irá midiendo constantemente. Tiene una presión de entrada ≤ 0.3 Mpa y un flujo ≤ 300 mL/min. Evita interferencias eléctricas conectando a una fuente separada de motores o equipos de alta potencia. Enciende el equipo, abre la válvula de entrada y deja que el agua fluya hasta llenar la celda de medición, la información mostrada en pantalla se puede enviar opcionalmente en línea a un dispositivo móvil o a un sitio web (12).



Rango	0 - 20 - 100 NTU
Fuerza	220 V CA/24 V CC
Comunicación	RS485 Modbus RTU
Protección	IP65
Dimensión	60 × 40 × 23 cm

Demostración

Cuadro comparativo de los productos comerciales

Característica	HI88713	Oakton T-100	TS-620	TBG-2088S
Tipo	De sobremesa	Portátil	En línea	En línea
Rango de medición	0.00–4000 NTU / hasta 4000 FAU	0.1–1000 NTU	0-5000	0–20-100 NTU
Precisión	±2% de lectura + luz parásita	±2% de lectura	±1%	±2%
Método de medición	Nefelométrico y ratio	Nefelométrico (90°)	Nefelométrico (90°)	Nefelométrico (90°)
Fuente de luz	LED infrarrojo	LED infrarrojo	LED infrarrojo	LED infrarrojo
Detector de luz	Fotocélula de silicio	Fotovoltaico de silicio	Fotocélula de silicio	Fotovoltaico de silicio
Pantalla	LCD gráfico retroiluminado	Pantalla TFT a color	Pantalla LCD gráfica	Pantalla OLED
Conectividad	USB	USB	RS485	RS485
Calibración	2 a 5 puntos (AMCO-AEPA-1)	4 puntos (estándares)	No especificado	2 puntos

		primarios)		
Memoria de datos	200 registros	200 conjuntos	No especificado	No especificado
Alimentación	Adaptador 12 VDC	4 pilas AAA	AC 220, DC 24V	90–260 V AC
Protección	No especificado	IP67	IP68	IP65
Aplicaciones	Laboratorios	Trabajo en campo	Procesos industriales	Plantas de tratamiento
Precio aprox.	\$2,259.99 USD	\$1,357.13 USD	\$600.50 USD	\$1,014.99 USD

Bibliografía

1. Lista de Requerimientos

(1) World Health Organization. *Water quality and health – review of turbidity: information for regulators and water suppliers: technical brief*. Geneva: World Health Organization; 2017. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-WSH-17.01>

2. Productos relacionados

Artículos:

(2) Steinbach S, Rienow A, Chege MW, Dedring N, Kipkemboi W, Thiong'o BK. Low-cost sensors and multitemporal remote sensing for operational turbidity monitoring in an East African wetland environment. *IEEE J Sel Top Appl Earth Obs Remote Sens*. 2024;17:8490–8508. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10479980>

(3) Chen K, Wang X, Wang C. High-precision monitoring system for turbidity of drinking water by using scattering method. *IEEE Sens J*. 2023 Dec;23(23):29525–35. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10299589>

(4) Wahid MA, Noman M. Integrated IoT based water quality and quantity monitoring system. *J Mech Cont Math Sci*. 2020 Nov;15(11):85–94. URL: https://www.researchgate.net/publication/346894152_INTEGRATED_IoT_BASED_WATER_QUALITY_AND_QUANTITY_MONITORING_SYSTEM

(5) Kelley CD, Krolick A, Brunner L, Burklund A, Kahn D, Ball WP, Weber-Shirk M. An affordable open-source turbidimeter. *Sensors (Basel)*. 2014 Apr 22;14(4):7142–7155. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/14/4/7142>

Patentes:

(6) Kim et al. Turbidímetro. Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos; 2020.
URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/081755848/publication/US2023366816A1?f=pd%3Ain%3D20200101-20251231&q=turbidimeter>

(7) SHANGHAI AKUASI TECH CO., LTD. Turbidímetro portátil [modelo de utilidad en Internet]. CN210119432U. 2020 feb 28 [citado 2025 may 22]. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/070872919/publication/CN210119432U>

(8) HUBEI ZHONGJIN ENV CO LTD. Turbidimeter for testing water quality. CN218036288U. 2022 dic 13. URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/082024054/publication/CN218036288U>

Productos Comerciales:

(9) Turbidímetro ISO 7027 - Hanna Instruments
Hanna Instruments. (2023). *Medidor de turbidez compatible con la norma ISO 7027*. URL: <https://hannainst.com.pe/productos/linea/analisis-de-agua/medidor-de-turbidez-compatible-con-la-norma-iso-7027/>

(10) Turbidímetro Oakton T-100
Hanna Instruments. (2023). *Medidor de turbidez compatible con la norma ISO 7027 - PCE-TUM 20*. Recuperado de <https://equipamientocientifico.com/shop/product/turbidimetro-portatil-oakton-t100-4240#attr=>

(11) Apure Instruments. TS-620 Turbidimeter Online Turbidity Meter. Apure Instruments. URL: <https://apureinstrument.com/water-quality-analysis/turbidity/ts-620-turbidimeter-online-turbidity-meter/>

(12) BOQU Instrument. TBG-2088S/P Online Turbidity Meter. Shanghai: BOQU Instrument. URL: <https://www.boquinstrument.com/tbg-2088s-p-online-turbidity-meter.html>