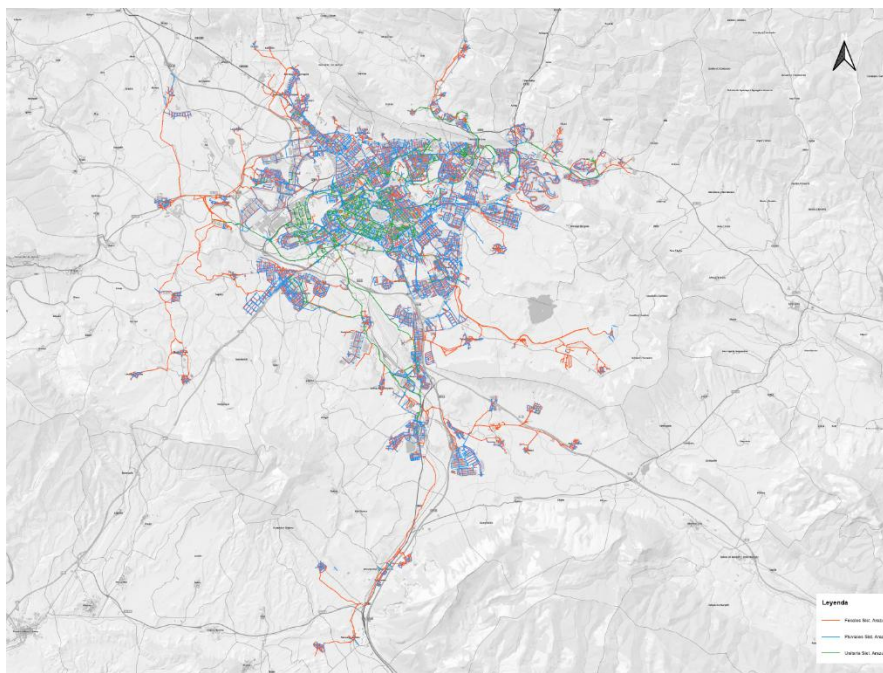




PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DE LA AGLOMERACIÓN DE PAMPLONA

PROYECTO DE MONITORIZACIÓN DE PUNTOS DE VERTIDO. ANEJO 06. MONITORIZACIÓN Y COMUNICACIONES

Servicios de la Comarca de Pamplona S.A.

Fecha
octubre 2025

Índice general

I. INTRODUCCIÓN	1
II. COMUNICACIONES E INTEGRACIÓN EN SCADA	1
II.1. Integración en SCADA	1
II.2. Sistema de control y comunicaciones	1
III. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE VERTIDOS	3
III.1. Instalación tipo 1	4
III.2. Instalación tipo 2	5
III.3. Instalación tipo 3	7
III.4. Instalación tipo 4	8
III.5. Instalación tipo 5	8
IV. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA	9

Índice de figuras

Fig. 1. PLC y router inalámbrico en una instalación de SCPSA. Fuente: KREAN.	2
Fig. 2. Panel premontado con los dispositivos de la instalación tipo 1. Fuente: Endress+Hauser.	4
Fig. 3. Esquema de montaje de los dispositivos de la instalación tipo 2. Fuente: Badger Meter.	6
Fig. 4. Caudalímetro láser Doppler. Fuente: Teledyne Isco.	7



I. INTRODUCCIÓN

En este anejo se definen de forma detallada los sensores y accesorios necesarios para el establecimiento de una serie de puntos de monitorización donde se realizará la medición y envío de datos en continuo de los parámetros de nivel/caudal, pH, conductividad, turbidez, DBO, DQO, carbono orgánico total (COT), sólidos en suspensión totales (SST), nitratos y nitrógeno total (amonio + nitratos) así como su montaje e instalación, para caracterizar tanto el caudal como la calidad del agua de los vertidos que se producen en varios puntos de la red de pluviales de la Aglomeración de Pamplona (Navarra), dentro del **Proyecto de Monitorización de Puntos de Vertido**, en el marco del Plan Integral de Gestión del Sistema de Saneamiento.

Además, se describe la transmisión de datos e integración en el SCADA de SCPSA de los sistemas de monitorización proyectados.

II. COMUNICACIONES E INTEGRACIÓN EN SCADA

II.1. Integración en SCADA

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona - Servicios de la Comarca de Pamplona S.A. (SCPSA) dispone de un SCADA System Platform para la monitorización centralizada de diversos sistemas hidráulicos de la comarca. Por esta razón, se deberá configurar dicho SCADA para incorporar la recogida de datos y el mando de los sistemas de monitorización de vertidos a implantar en el presente Proyecto. Estas actuaciones deberán realizarse por personal cualificado y certificado por el distribuidor de System Platform.

El SCADA se deberá programar para incluir las siguientes características:

- Pantalla sinóptico en el sistema SCADA de representación de cada punto de monitorización de vertidos, mostrando de forma animada el estado de funcionamiento y de alarma de los dispositivos
- Gestión de las consignas de arranque y parada del sistema, y su mando remoto (según la definición de permiso de usuarios definida por SCPSA). Los arranques y paradas de la bomba y de los sensores de calidad se configurarán para realizarse de forma automática en función del nivel de agua circulante por el punto de control, que se obtendrá en todo momento mediante el sensor de nivel
- Navegación a la pantalla de bombeo
- Navegación a la pantalla de datos en continuo de los sensores de calidad del agua (pH, conductividad, turbidez, DBO, DQO, carbono orgánico total, sólidos en suspensión totales, nitratos y amonio) y del sensor de nivel o caudalímetro
- Pantalla de comunicaciones
- Pantalla de visualización de gráficas de los datos históricos
- Cualquier otra pantalla que forme parte del estándar de SCPSA

Se deberá programar el SCADA de tal forma que las alarmas identificadas como de alto riesgo, además de activar una alarma en el SCADA, envíen un mail para advertir de la existencia de una alarma.

II.2. Sistema de control y comunicaciones

En este apartado se definen los equipos y configuraciones necesarios para establecer el control los sistemas de monitorización de vertidos y su comunicación con el sistema SCADA de SCPSA, y el envío de datos en continuo.

Para el control de los sistemas de monitorización de vertidos se instalará un PLC, que se comunicará con el SCADA de SCPSA a través de un router inalámbrico con sistema de radio para transmitir la información. Este PLC debe ser capaz de trabajar en local, además de a través del SCADA, de tal forma que en caso de que el SCADA no funcione, el sistema pueda seguir funcionando correctamente.

En su funcionamiento local (activado por un selector en “modo local”) se podrá activar la bomba manualmente mediante el selector “marcha manual”. Si este selector marca el funcionamiento automático, el sistema arrancará y parará la bomba y los sensores de calidad del agua (pH, conductividad, turbidez, DBO, DQO, carbono orgánico total, sólidos en suspensión totales, nitratos y amonio) comparando el nivel de agua circulante por el punto de control con el establecido como de arranque y parada. El nivel de agua circulante en todo momento se obtendrá mediante el sensor de nivel o caudalímetro, que deberá estar siempre en funcionamiento. Como seguridad, una boya provocará también la parada de la bomba, para evitar la entrada de aire en el circuito por medidas de nivel erróneas debido a la deposición de algún material.

Si el selector “modo local” está desactivado, el sistema pasará a “modo remoto” y es cuando desde el SCADA se podrá forzar la marcha de la bomba y de los sensores y gestionar los niveles de arranque y parada.

Se colocará un armario exterior en las proximidades del punto de control, en el cual se instalarán tanto los elementos del sistema de monitorización como los del sistema de control y comunicaciones.

El sistema de control y comunicaciones se compone de los siguientes elementos:

- Controlador lógico programable (PLC)
- Router inalámbrico 3G/4G
- Alimentación: SAI con fuente de alimentación 24 VDC + módulo de batería
- Protecciones electrónicas, ...

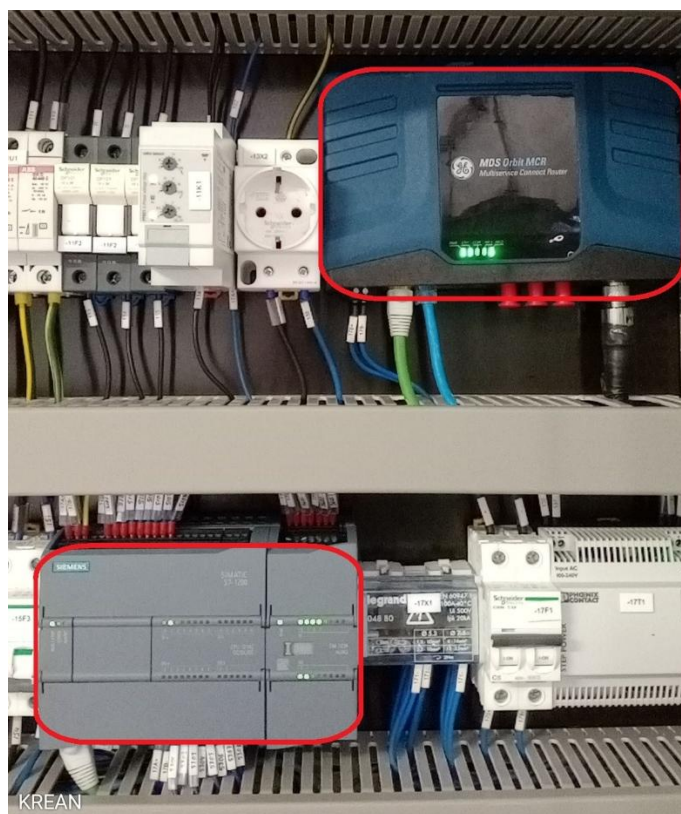


Fig. 1. PLC y router inalámbrico en una instalación de SCPSA. Fuente: KREAN.

El PLC se conectará al data logger del sistema de monitorización mediante protocolo Modbus TCP. Entonces el PLC recogerá todas las señales de campo proporcionadas por el data logger y las transmitirá al SCADA mediante un router



inalámbrico, que se comunicará con el SCADA por radio. Además, el PLC podrá recibir órdenes del SCADA. En concreto, el SCADA recibirá (y representará gráficamente) según cada caso:

- Nivel en continuo de la altura de la lámina de agua en el punto de control
- Caudal en continuo del agua circulante en el punto de control
- pH del agua en el punto de control
- Conductividad del agua en el punto de control
- Turbidez del agua en el punto de control
- DBO₅ del agua en el punto de control
- DQO del agua en el punto de control
- Carbono orgánico total (COT) presente en el agua en el punto de control
- Sólidos en suspensión totales (SST) presentes en el agua en el punto de control
- Nitratos presentes en el agua en el punto de control
- Amonio presente en el agua en el punto de control
- Nitrógeno total (obtenido como suma de nitratos y amonio) presente en el agua en el punto de control
- Estado de la red eléctrica y baterías
- Estado de los selectores “modo local – modo remoto” y “marcha manual”
- Consumos y datos energéticos
- Estado de alarmas
- Estado de la boya
- Estado de la marcha de la bomba
- Número de arranques y tiempo de funcionamiento
- Caudal de impulsión
- Caudal totalizado de impulsión

Y recibirá del SCADA

- Niveles de arranque y parada
- Mando remoto de la bomba

El PLC comunicará con el router inalámbrico, y a través de éste, con el SCADA, tanto para la lectura como para la escritura de las variables, mediante protocolo Modbus TCP, al ser compatible con el driver de comunicaciones actual.

Todo el sistema de monitorización, control y comunicaciones se abastecerá de energía eléctrica mediante conexión a la red de alumbrado público. Debido a esto, el sistema únicamente recibirá energía de red durante las horas nocturnas, por lo cual se ha previsto una alimentación por medio de un SAI con fuente de alimentación y módulos de batería durante las horas diurnas, que ha sido dimensionado para alimentar a todo el sistema.

III. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE VERTIDOS

En este apartado se definen de forma detallada los dispositivos necesarios para la toma de datos en continuo en cada punto de monitorización. Tal como se recoge en la directiva europea 2024/3019 de aguas residuales y en el RDPH 665/2023, se prevé la instalación de aparatos de medida de caudal/nivel, pH, conductividad, turbidez, DBO, DQO, carbono orgánico total (COT), sólidos en suspensión totales (SST), nitratos y amonio. Además, se obtendrá el nitrógeno total como suma de nitratos y amonio.

Se han diseñado 5 tipos de sistema de monitorización:

1. Instalación tipo 1: Sensores de pH, conductividad, turbidez y DBO₅, DQO ó COT, colocados en panel + sensor de nivel radar
2. Instalación tipo 2: Sensores de pH, conductividad, DQO y SST colocados en cubeta + sensor de nivel radar
3. Instalación tipo 3: Sensores de pH, conductividad, DQO y SST colocados en cubeta + caudalímetro láser Doppler
4. Instalación tipo 4: Sensores de pH, conductividad, SST, DBO₅, DQO, COT, nitratos y amonio colocados en panel + sensor de nivel radar
5. Instalación tipo 5: Sensores de pH, conductividad, SST, DBO₅, DQO, COT, nitratos y amonio colocados en cubeta + caudalímetro láser Doppler

III.1. Instalación tipo 1

Esta instalación está formada por un transmisor de análisis de líquidos/terminal de control de monitorización (data logger), al cual se conectan los sensores de calidad del agua, que miden pH, conductividad, turbidez y DBO, DQO ó carbono orgánico total (COT) y un sensor de nivel de tecnología radar. Todos los elementos a excepción del sensor de nivel se entregan por parte del suministrador premontados en un panel, el cual se colocará en el armario exterior. Desde el panel deberán conectarse dos tubos, uno de entrada de agua para análisis, conectado a una bomba peristáltica, que a su vez recogerá el agua desde el pozo de control mediante un tubo que dispondrá de un filtro en su extremo para evitar la entrada de sólidos de gran tamaño al circuito; el segundo tubo será el de desagüe del agua ya analizada, que llevará el agua de vuelta al pozo.

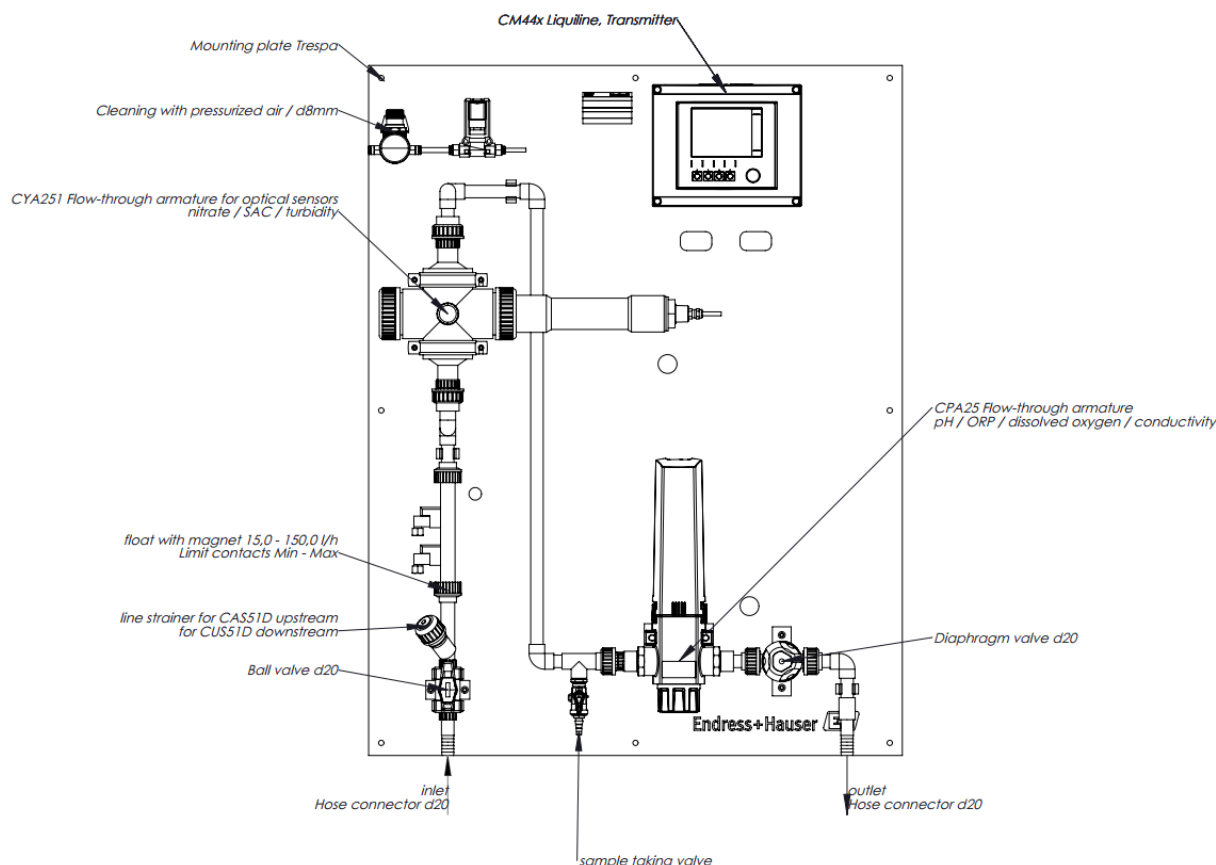


Fig. 2. Panel premontado con los dispositivos de la instalación tipo 1. Fuente: Endress+Hauser.



Los aparatos de medida y dispositivos auxiliares del sistema de monitorización tipo 1 serán los siguientes:

- Transmisor de Análisis de Líquidos/terminal de control de monitorización (data logger) 12/24 VDC, con capacidad para alimentar y recibir datos de al menos 5 sensores, con protocolos e interfaces de comunicación 0/4...20 mA, Modbus TCP, EtherNet
- Sensor de nivel de tecnología radar de 80 GHz, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de turbidez, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de pH, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de conductividad, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de DBO₅, DQO ó carbono orgánico total, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Bomba peristáltica 12/24 VDC
- Boya de nivel

Los dispositivos y panel irán provistos de los accesorios necesarios para su montaje, fijación y correcto funcionamiento. Se instalarán en armario exterior, a cota de la calle, a excepción del sensor de nivel, que deberá fijarse en el interior del pozo de control ya que deberá medir de forma continua el nivel de agua circulante en él.

III.2. Instalación tipo 2

Esta instalación está formada por un transmisor de análisis de líquidos/terminal de control de monitorización (data logger), al cual se conectan los sensores de calidad del agua, que miden pH, conductividad, DQO y sólidos en suspensión totales (SST) y un sensor de nivel de tecnología radar. Todos los elementos a excepción del sensor de nivel se montarán en el armario exterior, colocándose los sensores de calidad en una cubeta, la cual contendrá el agua para análisis. A la cubeta deberán conectarse dos tubos, uno de entrada de agua para análisis, conectado a una bomba peristáltica, que a su vez recogerá el agua desde el pozo de control mediante un tubo que dispondrá de un filtro en su extremo para evitar la entrada de sólidos de gran tamaño al circuito; el segundo tubo será el de desagüe del agua ya analizada, que llevará el agua de vuelta al pozo.

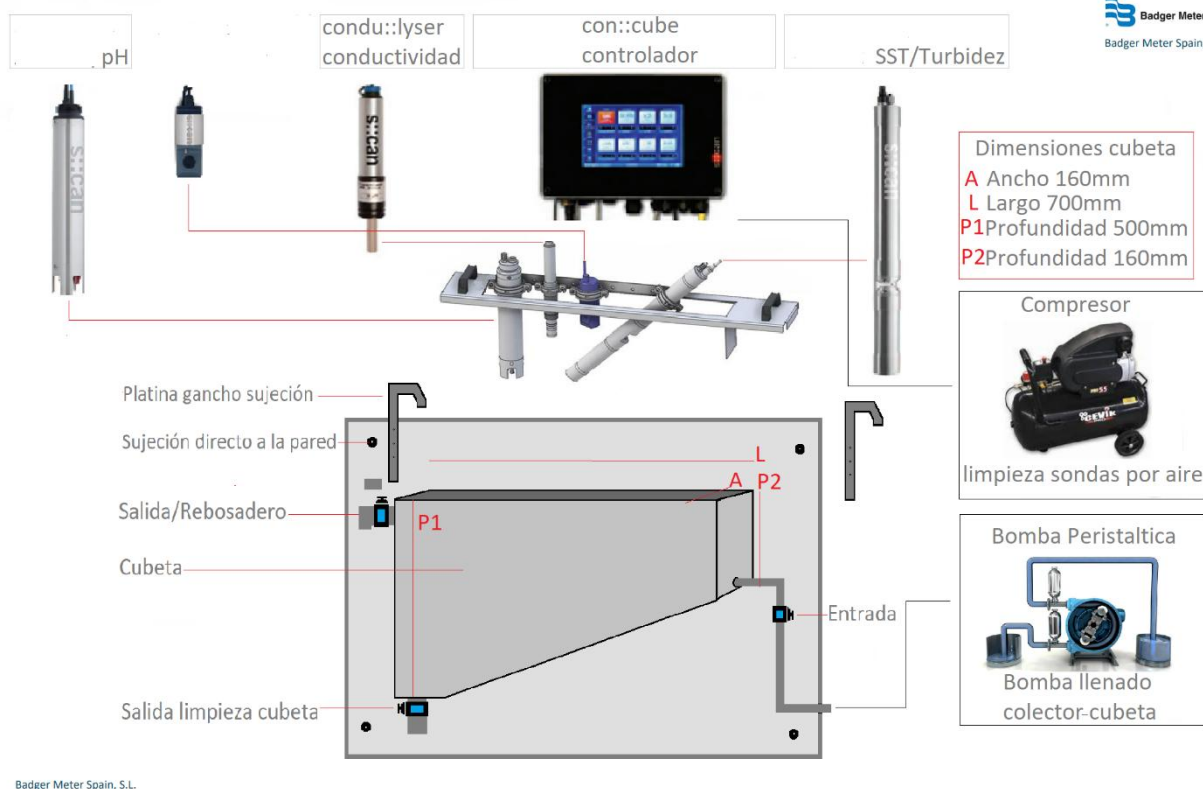


Fig. 3. Esquema de montaje de los dispositivos de la instalación tipo 2. Fuente: Badger Meter.

Los aparatos de medida y dispositivos auxiliares del sistema de monitorización tipo 2 serán los siguientes:

- Transmisor de Análisis de Líquidos/terminal de control de monitorización (data logger) 12/24 VDC, con capacidad para alimentar y recibir datos de al menos 4 sensores, con protocolos e interfaces de comunicación 0/4...20 mA, Modbus TCP, EtherNet
- Sensor de nivel de tecnología radar de 80 GHz, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de pH, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de conductividad, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de SST y DQO, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Compresor 230 VAC, para limpieza de sensores de calidad. Se alimentará directamente de la red de alumbrado
- Cubeta, contenedora del agua para análisis y soporte de los sensores de calidad
- Bomba peristáltica 12/24 VDC
- Boya de nivel

Los dispositivos irán provistos de los accesorios necesarios para su montaje, fijación y correcto funcionamiento. Se instalarán en armario exterior, a cota de la calle, a excepción del sensor de nivel, que deberá fijarse en el interior del pozo de análisis ya que deberá medir de forma continua el nivel de agua circulante en él.

III.3. Instalación tipo 3

Esta instalación es similar a la tipo 2, pero se sustituye el sensor de nivel por un caudalímetro de tecnología láser Doppler, capaz de medir el perfil de velocidades del agua a distintas profundidades. Además, este caudalímetro deberá ser sumergible, y se deberá instalar en el interior del pozo de control.

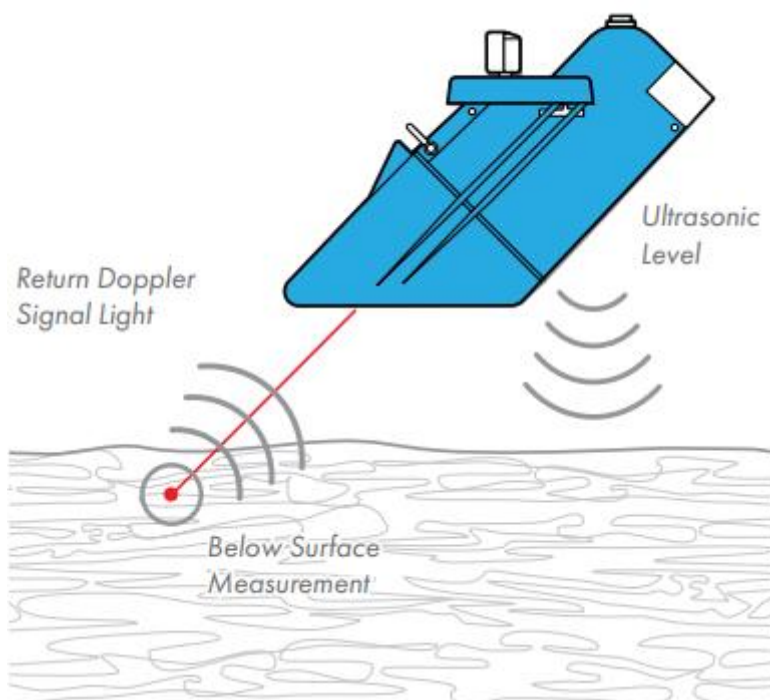


Fig. 4. Caudalímetro láser Doppler. Fuente: Teledyne Isco.

Los aparatos de medida y dispositivos auxiliares del sistema de monitorización tipo 3 serán los siguientes:

- Transmisor de Análisis de Líquidos/terminal de control de monitorización (data logger) 12/24 VDC, con capacidad para alimentar y recibir datos de al menos 4 sensores, con protocolos e interfaces de comunicación 0/4...20 mA, Modbus TCP, EtherNet
- Caudalímetro láser Doppler, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de pH, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de conductividad, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de SST y DQO, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Compresor 230 VAC, para limpieza de sensores de calidad. Se alimentará directamente de la red de alumbrado
- Cubeta, contenedora del agua para análisis y soporte de los sensores de calidad
- Bomba peristáltica 12/24 VDC
- Boya de nivel



Los dispositivos irán provistos de los accesorios necesarios para su montaje, fijación y correcto funcionamiento. Se instalarán en armario exterior, a cota de la calle.

III.4. Instalación tipo 4

Esta instalación está formada por un transmisor de análisis de líquidos/terminal de control de monitorización (data logger), al cual se conectan los sensores de calidad del agua, que miden pH, conductividad, SST, DBO5, DQO, COT, nitratos y amonio y un sensor de nivel de tecnología radar. Todos los elementos a excepción del sensor de nivel se entregan por parte del suministrador premontados en un panel, el cual se colocará en el armario exterior. Desde el panel deberán conectarse dos tubos, uno de entrada de agua para análisis, conectado a una bomba peristáltica, que a su vez recogerá el agua desde el pozo de control mediante un tubo que dispondrá de un filtro en su extremo para evitar la entrada de sólidos de gran tamaño al circuito; el segundo tubo será el de desagüe del agua ya analizada, que llevará el agua de vuelta al pozo.

Los aparatos de medida y dispositivos auxiliares del sistema de monitorización tipo 4 serán los siguientes:

- Transmisor de Análisis de Líquidos/terminal de control de monitorización (data logger) 12/24 VDC, con capacidad para alimentar y recibir datos de al menos 4 sensores, con protocolos e interfaces de comunicación 0/4...20 mA, Modbus TCP, EtherNet
- Sensor de nivel de tecnología radar de 80 GHz, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de amonio y pH, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de conductividad, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de DBO₅, DQO, carbono orgánico total, sólidos en suspensión totales y nitratos, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Bomba peristáltica 12/24 VDC
- Boya de nivel

Los dispositivos y panel irán provistos de los accesorios necesarios para su montaje, fijación y correcto funcionamiento. Se instalarán en armario exterior, a cota de la calle, a excepción del sensor de nivel, que deberá fijarse en el interior del pozo de control ya que deberá medir de forma continua el nivel de agua circulante en él.

III.5. Instalación tipo 5

Esta instalación está formada por un transmisor de análisis de líquidos/terminal de control de monitorización (data logger), al cual se conectan los sensores de calidad del agua, que miden pH, conductividad, SST, DBO5, DQO, COT, nitratos y amonio y un caudalímetro de tecnología láser Doppler. Todos los elementos a excepción del sensor de nivel se montarán en el armario exterior, colocándose los sensores de calidad en una cubeta, la cual contendrá el agua para análisis. A la cubeta deberán conectarse dos tubos, uno de entrada de agua para análisis, conectado a una bomba peristáltica, que a su vez recogerá el agua desde el pozo de control mediante un tubo que dispondrá de un filtro en su extremo para evitar la entrada de sólidos de gran tamaño al circuito; el segundo tubo será el de desagüe del agua ya analizada, que llevará el agua de vuelta al pozo.

Los aparatos de medida y dispositivos auxiliares del sistema de monitorización tipo 5 serán los siguientes:

- Transmisor de Análisis de Líquidos/terminal de control de monitorización (data logger) 12/24 VDC, con capacidad para alimentar y recibir datos de al menos 4 sensores, con protocolos e interfaces de comunicación 0/4...20 mA, Modbus TCP, EtherNet
- Caudalímetro láser Doppler, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él



- Sensor de amonio y pH, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de conductividad, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Sensor de DBO₅, DQO, carbono orgánico total, sólidos en suspensión totales y nitratos, conectado al data logger para transmisión de datos, y alimentado por él
- Compresor 230 VAC, para limpieza de sensores de calidad. Se alimentará directamente de la red de alumbrado
- Cubeta, contenedora del agua para análisis y soporte de los sensores de calidad
- Bomba peristáltica 12/24 VDC
- Boya de nivel

Los dispositivos irán provistos de los accesorios necesarios para su montaje, fijación y correcto funcionamiento. Se instalarán en armario exterior, a cota de la calle.

IV. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA

Todo el sistema de monitorización, control y comunicaciones se abastecerá de energía eléctrica mediante conexión a la red de alumbrado público. Debido a esto, el sistema únicamente recibirá energía de red durante las horas nocturnas, por lo cual se ha previsto una alimentación por medio de un SAI con fuente de alimentación y módulos de batería durante las horas diurnas, que ha sido dimensionado para alimentar a todo el sistema. Como excepción, el compresor de limpieza de sensores (instalaciones tipo 2 y 3) se alimentará directamente de la red de alumbrado.

El sistema de alimentación autónoma estará formado por un SAI con fuente de alimentación con salida 24 VDC 10 A y dos módulos de batería de 24 VDC 40 Ah, y estará colocado en el armario exterior al igual que los elementos del sistema de monitorización.