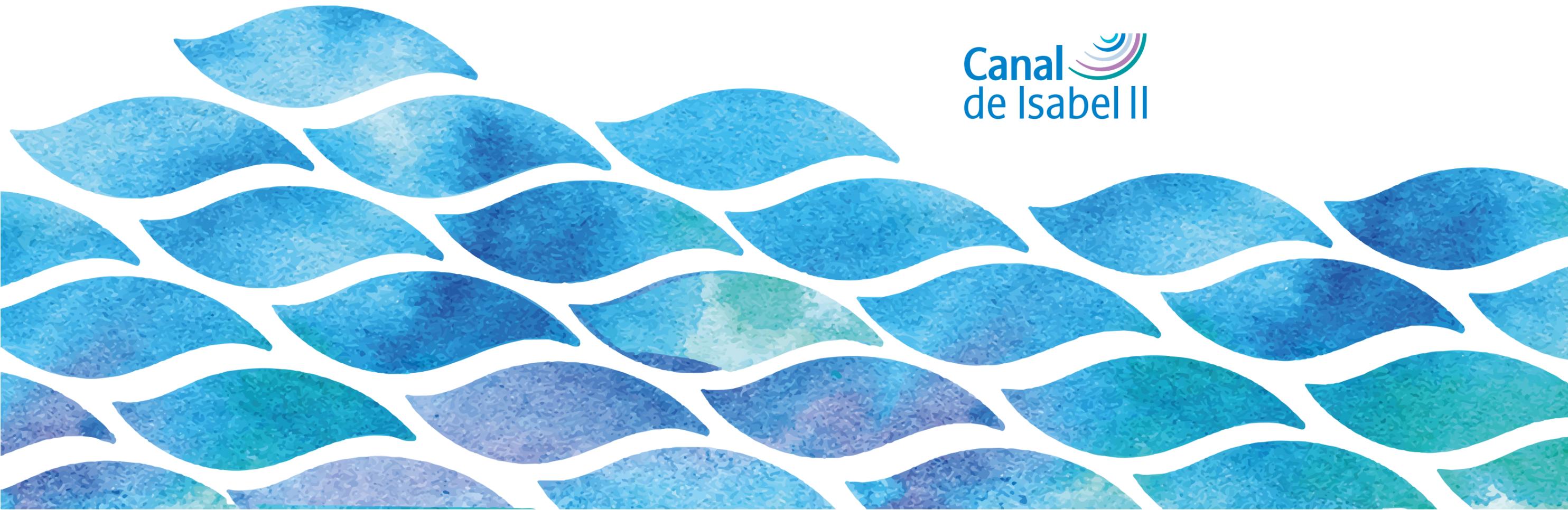


Estaciones
de monitorización
en continuo de la
calidad del agua
residual de las EDAR

PROYECTO **MINERVA**

Canal 
de Isabel II



Índice

_1. Introducción	3
_2. Contexto	6
_3. Desarrollo del proyecto	8
Fase 0	
Fase I	
Fase II	
Fase III	
_4. Instalaciones	15
_5. Sistema de adquisición y transmisión de datos	23
_6. Conclusiones	29



**Biblioteca
virtual**

Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la Comunidad de Madrid y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



www.madrid.org/publicamadrid

1. Introducción

1. Introducción

Como empresa responsable de la gestión del ciclo integral del agua, Canal de Isabel II promueve en el año 2008 un proyecto con el objetivo de dotar a las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) de una instrumentación para la medida en continuo de la calidad del agua residual depurada antes de su incorporación al cauce receptor. Para ello, se llevan a cabo análisis de diversos parámetros en el efluente de cada una de las instalaciones que vierten tanto a arroyos como a las cuencas de los ríos, con el fin de asegurar la protección medioambiental del entorno y cumplir con los requisitos establecidos por las autorizaciones de vertido emitidas por la Confederación Hidrográfica del Tago.

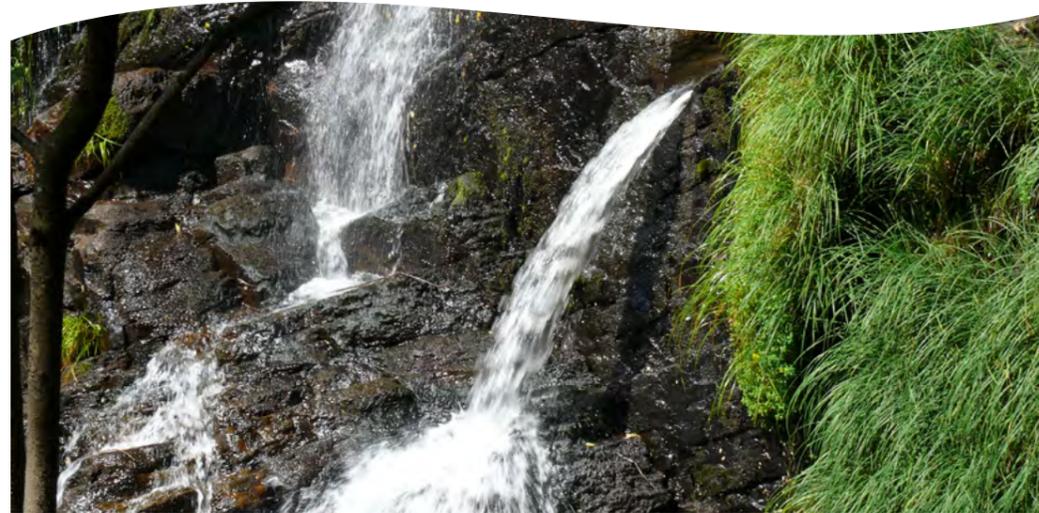


Figura 1: Río Jarama.

Además del cumplimiento de estos requisitos, establecidos por las autorizaciones de vertido, también se lleva a cabo la medición en continuo de una serie de parámetros del caudal de influente en las EDAR susceptibles de recibir vertidos prohibidos por la Ley 10/1993 de 26 de octubre sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento. Esta medición es de especial interés, puesto que este tipo de vertidos prohibidos pueden afectar al funcionamiento normal de las instalaciones. La posibilidad de identificar y medir de manera exacta las cargas contaminantes que se reciben en las EDAR permite optimizar el rendimiento de la eliminación de contaminantes en los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

Para obtener dicha información, se procede a la instalación de una instrumentación adecuada a los diversos parámetros a medir, además de dotarla de los servicios auxiliares necesarios que permitan la captación de caudales en el punto de medida y su transporte hasta la ubicación de los elementos de control en continuo de la forma más eficiente y con la menor generación de residuos. El proyecto desarrollado para definir toda la ingeniería necesaria y poder llevar a cabo el control



de disponer de este tipo de sistemas como herramienta para la gestión de las EDAR, en materia de eliminación de contaminantes y nutrientes. Además de conocer el ahorro en los costes de explotación y la mejora del control de la calidad del vertido para prevenir las afecciones que puedan originarse al medio receptor.

A lo largo de todo el Proyecto Minerva se ha contado con la Asistencia Técnica de Canal de Comunicaciones Unidas, (en adelante CCU) empresa filial de Canal de Isabel II, para la definición del control y apoyo a la dirección de la ejecución de las obras.

en continuo de la calidad del agua residual depurada se define como un proyecto emblemático denominado **Proyecto Minerva**, encargado de la **Monitorización Integral** de las **Estaciones Remotas de Vigilancia Automática** de saneamiento, gestionadas por Canal de Isabel II.

Con la publicación de esta memoria se pretende difundir las características e implantación actual de la instrumentación en las estaciones y dar al lector una idea general de la importancia



Figura 2: Vertidos industriales.

2. Contexto

2. Contexto

El Proyecto Minerva, desarrollado en cuatro fases, es promovido por la Dirección de Saneamiento de Canal de Isabel II y posterior Dirección de Operaciones entre los años 2008-2018; mientras que la unidad encargada del desarrollo y ejecución de las estaciones es la Subdirección de Gestión Ambiental.



Figura 3: Estación de medida de la EDAR El Vellón.

El principal objetivo de las estaciones de seguimiento es el control en continuo y en tiempo real de la calidad del agua residual vertida a los cauces receptores o, en algunos casos, el control del agua residual recibida en las EDAR gestionadas por Canal de Isabel II, con el fin de detectar cualquier alteración que pueda afectar a los procesos de tratamiento y que permita realizar actuaciones urgentes, evitando así los daños medioambientales que puedan originarse.

Las estaciones analizan los principales parámetros físico-químicos para el control de los procesos de tratamiento, proporcionando

una información muy valiosa para Canal de Isabel II sobre la situación de la calidad de las EDAR en influente y efluente.

La finalidad de estas estaciones se puede resumir en:

- Proporcionar información en tiempo real, analizando las tendencias de evolución de los parámetros y detectando posibles problemas o desviaciones.
- Detectar y prevenir posibles vertidos industriales prohibidos según la Ley 10/93 procedentes de la Red de Saneamiento.
- Automatizar los procesos para la optimización de los recursos necesarios en la eliminación de contaminantes y nutrientes.

La información en tiempo real que generan estas estaciones es gestionada por un Program Logic Controller (PLC), instalado en cada estación. Este PLC se encarga del funcionamiento, limpieza de la estación e incluso de la gestión de alarmas que, a su vez, es conectado a la red de datos de la planta como un PLC más del proceso. Esto permite, por un lado, disponer de la información en el SCADA local para el control de la explotación y, por otro, transmitir estos datos al Centro de Control (CC) a través del Proyecto Odyssey.

3. Desarrollo del proyecto

3. Desarrollo del proyecto

El Proyecto Minerva se desarrolla entre los años 2008-2018, instalando un total de 95 estaciones de medida en 65 EDAR, mejorando en cada fase del proyecto los procesos de tratamiento de la información y adecuación de la captación y medida de la muestra. Todo este proceso se desarrolla en 4 fases de trabajo.

FASE 0

En esta fase inicial, antes de abordar el proceso de instalación generalizada en las EDAR, entre los meses de septiembre y noviembre de 2008, se realizan una serie de pruebas consistentes en la instalación de 6 estaciones piloto en la EDAR Arroyo de la Vega con el fin de comprobar la fiabilidad de medida de los equipos. En esta primera experiencia se invita a participar a todos los proveedores habituales de instrumentación de Canal de Isabel II para verificar el funcionamiento de sus equipos, así como para conocer de cerca la problemática asociada a la instalación y al mantenimiento de los mismos.

A todos los fabricantes presentes en las pruebas se les facilita un suministro de agua de análisis en continuo (influyente y efluente), así como de alimentación eléctrica.

Tras los resultados de dichas pruebas, durante el año 2009, se adquieren los equipos de los fabricantes participantes. La instrumentación se distribuye en 6 estaciones de medida ubicadas en las EDAR de Casaquemada, Arroyo de la Vega y Tres Cantos para continuar con el estudio de la instrumentación ya probada pero modificando las condiciones de trabajo.

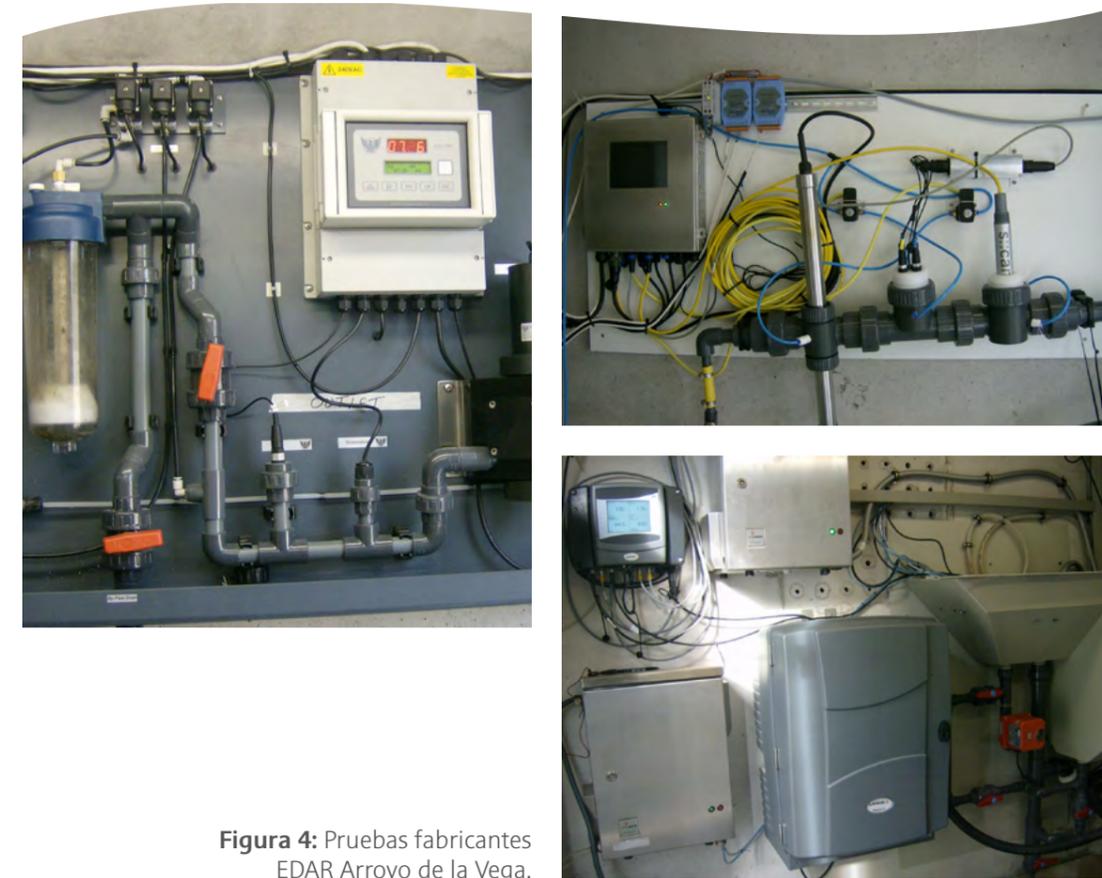


Figura 4: Pruebas fabricantes EDAR Arroyo de la Vega.

FASE I

El resultado de la experiencia obtenida durante las pruebas de la Fase 0 permite fijar las bases técnicas para la definición y ejecución del proyecto licitado en 2010 a través del contrato 54/2010 con la denominación Proyecto Minerva Fase I y ejecutado a lo largo de los años 2011-2013. Dentro de las especificaciones técnicas se definen los parámetros a analizar y las técnicas de medida a emplear, las cuales se adjuntan en la siguiente tabla.



Figura 5: Estación del efluente de Casaquemada.

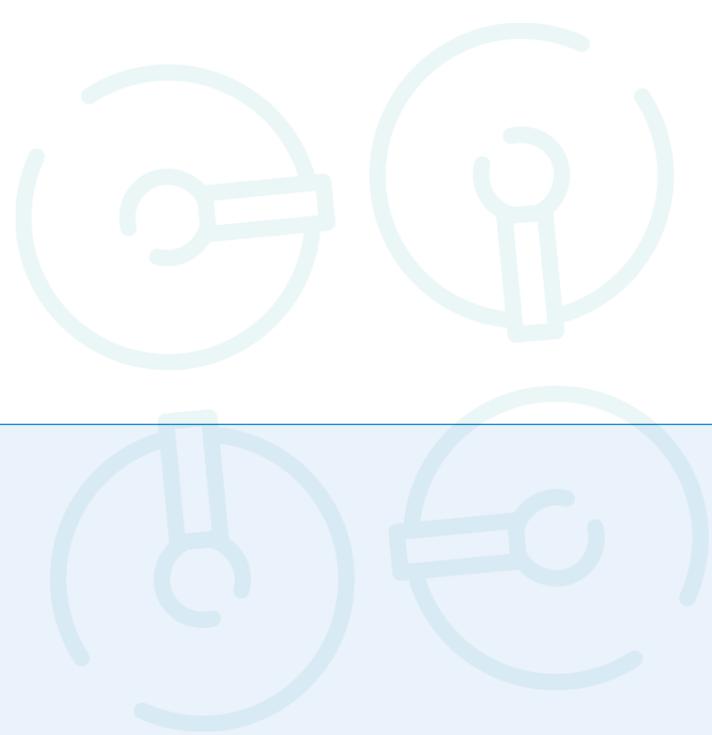


PARÁMETRO	TIPO	TÉCNICA	RANGO DE MEDIDA
pH	Sonda	Electrodo pH	0 - 14
Conductividad	Sonda	Medida inductiva	0 - 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Amonio	Sonda	Electrodo selectivo	0 - 100 mg/l N-NH ₄ ⁺
Fosfatos	Analizador	Colorimétrico (Amarillo Vanadato-Molibdato o Azul Molibdeno)	0 - 15 mg/L P PO ₄ ⁻
Turbidez	Sonda	Medida Nefelométrica	0 - 500 NTU
Demanda Química de Oxígeno	Sonda Multiparamétrica	Espectrofotometría en un intervalo de longitudes de onda	Influyente: 0 - 2000 mg/L Efluente: 0 - 200 mg/L
Sólidos en Suspensión Totales			Influyente: 0 - 2000 mg/L Efluente: 0 - 200 mg/L
Nitratos			0 - 50 mg/L N-NO ₃ ⁻
Nitritos			0 - 50 mg/L N-NO ₂ ⁻

Tabla 1: Técnicas de medición.

En esta fase se ejecutan un total de 42 estaciones (19 de influente y 23 de efluente) de medida en continuo repartidas a lo largo de 26 EDAR gestionadas por Canal de Isabel II. Para el suministro e instalación, se procede

a la división de las estaciones en dos zonas, donde los licitadores deben incluir dos soluciones tecnológicas diferentes para el análisis de los parámetros objeto del proyecto.



ZONA	EDAR	UBICACIÓN	Nº. ESTACIONES
ZONA 1	Alcalá Este	Efluente	1
	Alcalá Oeste	Influente y Efluente	2
	Campo Real	Influente	1
	La Poveda	Influente y Efluente	2
	San Agustín	Influente y Efluente	2
	Velilla de San Antonio	Influente y Efluente	2
	Arroyo Culebro Cuenca Baja	Influente y Efluente	2
	Torrejón	Influente y Efluente	2
	La Gavia	Influente y Efluente	1
	Aranjuez	Influente y Efluente	2
	Guatén	Influente	1
	Morata de Tajuña	Influente	1
	Soto Gutiérrez	Efluente	2
	ZONA 2	Arroyo Culebro Cuenca Media	Influente y Efluente
La Reguera		Influente y Efluente	2
Arroyo el Plantío		Influente y Efluente	2
Boadilla		Efluente	1
Galapagar-Torrelodones		Influente y Efluente	2
Guadarrama Medio		Efluente	1
Navalcarnero		Influente + Efluente	2
Robledo de Chavela		Efluente	1
Villaviciosa de Odón		Influente y Efluente	2
Arroyo el Soto		Influente y Efluente	2
El Endrinal		Influente y Efluente	2
Los Escoriales		Efluente	1
Navarrosillos		Efluente	1
TOTAL DE ESTACIONES			42

Tabla 2: Listado de estaciones Fase I.



Finalmente, el contrato 54/2010 se adjudica por un importe total de 2.369.886,08 € a la UTE Alvac, S.A. - Macraut Ingenieros, S.L.

Además de la ejecución de las estaciones, en el contrato se incluye un año de mantenimiento y garantía ejecutado por parte del contratista para realizar un ajuste de toda la instrumentación suministrada, comprobar el análisis del funcionamiento de las estaciones y detectar los posibles vicios ocultos que puedan surgir.

FASE II

Tras instalar con éxito 42 estaciones de medida en continuo, la Dirección de Operaciones decide ampliar el número de depuradoras con control de la calidad en continuo, licitando el nuevo contrato 234/2012. En dicho contrato se ejecutan un total de 36 estaciones y se llevan a cabo reformas en las estaciones de la Fase 0 (Arroyo de la Vega, Casaquemada y Tres Cantos), ya que las tecnologías instaladas quedan obsoletas. Además, se homogeneiza el sistema de captación y control y el análisis del agua de muestra implantado para el resto de las estaciones. A continuación, se adjunta el listado de las EDAR objeto de la Fase II:

ZONA	EDAR	UBICACIÓN	Nº. ESTACIONES
ZONA 1	Algete	Entrada y Salida	2
	Bustarviejo	Salida	1
	Campo Real	Salida	1
	Cobeña	Salida	1
	Guadalix	Salida	1
	Meco	Salida	1
	Valdebebas	Salida	1
	El Vellón	Salida	1
	Fuente el Saz	Entrada y Salida	2
	La Cabrera	Salida	1
	Riosequillo	Salida	1
	Talamanca	Salida	1
	Torrelaguna	Salida	1
	Valdetorres	Salida	1
	Ambite	Salida	1
	Perales Tielmes	Salida	1
	Sur	Salida	1
	Arroyo de la Vega	Entrada y Salida	2
	Casaquemada	Entrada y Salida	2
	Soto Gutiérrez	Entrada	1
ZONA 2	Cenicientos	Salida	1
	Quijorna	Salida	1
	Valdemorillo	Salida	1
	Villa del Prado	Salida	1
	Zarzalejo	Entrada	1
	Arroyo Quiñones	Entrada y Salida	2
	Torres de la Alameda	Salida	1
	Aranjuez Norte	Salida	1
	Chinchón	Salida	1
	Guatén	Salida	1
	Colmenarejo Oeste	Salida	1
	Las Rozas	Salida	1
	Santillana	Salida	1
	Villanueva de la Cañada	Salida	1
	Viveros	Salida	1
	Tres Cantos	Entrada y Salida	2
	TOTAL DE ESTACIONES		

Tabla 3: Listado de estaciones Fase II.

El contrato 234/2012 se adjudica por un importe de 2.099.768,13 € a la empresa SICE, S.A., el cual incluye también un año de mantenimiento y ajuste de las estaciones.

FASE III

La última fase del proyecto se desarrolla con la finalidad de completar la instalación de estaciones

EDAR	UBICACIÓN	Nº. ESTACIONES
Algete II	Salida	1
Butarque	Salida	1
Guadarrama Medio	Entrada	1
Morata de Tajuña	Salida	1
Navarrosillos	Entrada	1
Rejas	Entrada y Salida	2
Sevilla la Nueva	Salida	1
Sur Oriental	Salida	1
Viveros de la Villa	Entrada	1
Zarzalejo	Salida	1
TOTAL DE ESTACIONES		11

Tabla 3: Listado de estaciones Fase II.

de medida en continuo de la calidad del agua residual en las EDAR, de tamaño considerable, y realizar una serie de mejoras en las estaciones ejecutadas previamente. Dicha actividad se licita a través del contrato 233/2015 adjudicado por un importe de 857.768,13 € a la empresa AQUATEC, S.A. En este contrato se ejecutan un total de 11 estaciones y la reforma y actualización de otras 5 estaciones. El listado de las EDAR objeto del proyecto fueron las siguientes:

ESTACIONES REFORMADAS		
EDAR	UBICACIÓN	Nº. ESTACIONES
El Chaparral	Entrada y Salida	2
Navalcarnero	Entrada y Salida	2
Zarzalejo	Entrada	1
TOTAL DE ESTACIONES		5

Al igual que en las anteriores fases, este contrato incluye un año de mantenimiento y ajuste de las estaciones.

4. Las estaciones de control

4. Las estaciones de control

Para poder llevar a cabo el análisis en continuo de la calidad del agua residual de las EDAR, las estaciones de control del Proyecto Minerva tienen que ser esencialmente autónomas, con bajos costes de mantenimiento y servir como herramienta de supervisión en tiempo real. Por ello, es fundamental disponer de las mejores tecnologías disponibles en el mercado. Durante la Fase 0 del proyecto se lleva a cabo un estudio de diferentes opciones para la ubicación de los sensores: sumergir los sensores directamente en el agua o transportar el agua de muestra hasta una cubeta donde se ubiquen los sensores.

El problema principal de sumergir los sensores directamente en el agua residual son los sólidos de gran tamaño presentes en las aguas residuales, lo que genera averías importantes en los sensores o, incluso, la pérdida total de estos. Se opta, entonces, por el transporte del agua de muestra hacia una caseta prefabricada, donde se encuentra la instrumentación esencial para conseguir el objetivo del proyecto.

Para realizar dicho transporte se seleccionan las bombas sumergibles de tipo dilacerador, capaces de triturar sólidos y fibras que puedan atascar este elemento.

Tanto el aspecto de las casetas prefabricadas como su ubicación se encuentran integradas en la instalación y en el entorno.

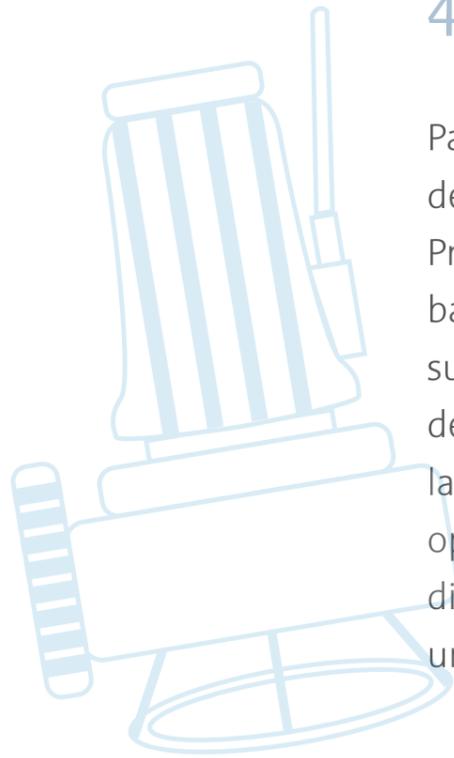


Figura 6. Captación de la muestra.





Figura 7: Caseta prefabricada EDAR Riosequillo.

Los elementos que componen las estaciones son los siguientes:

- Circuito hidráulico
- Circuito neumático
- Depósito de recogida de reactivos
- Instalaciones de control
- Servicios auxiliares
- Instrumentación

Con base a la experiencia obtenida en el desarrollo e implantación de las diferentes fases, el diseño de todo

el equipamiento instalado se va mejorando a lo largo de todo el proyecto, rigiéndose siempre por los estándares de calidad establecidos por la Dirección de Operaciones de Canal de Isabel II.

Tras del proceso de captación, el agua residual se hace circular a través de un circuito hidráulico. Este circuito hidráulico está compuesto por cuatro válvulas automáticas, donde inicialmente se realizan pruebas con dos tipos de válvulas: neumáticas y electroválvulas. Finalmente, se opta por la instalación de válvulas neumáticas dada su versatilidad.

Al panel hidráulico se conecta una red de agua de servicio de la EDAR para poder realizar, de forma automática, limpiezas de la instrumentación instalada y dar servicio a una pileta donde los operarios de mantenimiento pueden efectuar las limpiezas manuales de todos los sensores.

Para que se realicen todos los procesos de manera automática en el panel hidráulico, también es necesario disponer de un circuito de suministro de aire. Este circuito se encarga, por un lado, de realizar la limpieza de los sensores por proyección de aire y, por otro, de dar servicio al conjunto de válvulas neumáticas instaladas. El circuito de suministro de aire se compone de los siguiente elementos: un compresor, un sistema de filtración del aire y un bloque de electroválvulas conectado al PLC para generar las señales de apertura o cierre.



Figura 8: Elementos del circuito neumático.

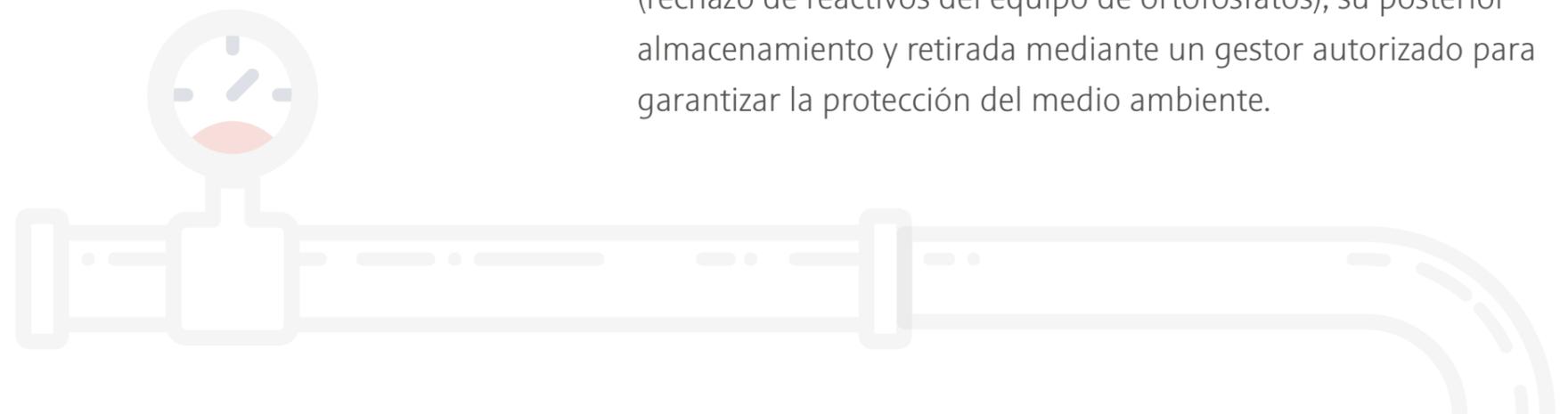
En la parte superior del panel hidráulico se encuentra la cubeta portasondas donde están ubicados todos los sensores de medida. Esta cubeta está diseñada con forma troncopiramidal ya que es el diseño más eficiente para la eliminación de los residuos que se puedan depositar en el fondo. A su vez, dispone de un labio de vertido donde, por gravedad, el agua de análisis es devuelto al punto de captación sin ningún tipo de alteración química.



Figura 9: Panel Hidráulico.

En el caso de las estaciones donde se analiza el agua del efluente, se adapta un sistema de microfiltración (50 μm) para eliminar los posibles sólidos que puedan obturar las conducciones del equipo de ortofosfatos.

Por otro lado, en este tipo de estaciones, también se instala un depósito para la recogida de los residuos de carácter peligroso (rechazo de reactivos del equipo de ortofosfatos), su posterior almacenamiento y retirada mediante un gestor autorizado para garantizar la protección del medio ambiente.



Para que la estación funcione de forma autónoma, es necesario implantar unos equipos de control destinados a gobernar todos los procesos realizados.

La instalación de control está compuesta por un cuadro eléctrico, donde se albergan todas las protecciones de seguridad, un PLC (Program Logic Controller), y una pantalla HMI (Human Machine Interface) encargada de realizar modificaciones de las variables de operación de la estación y poder gestionar posibles alarmas o eventos.

Para el funcionamiento en continuo de todas las estaciones, existen además otros servicios auxiliares cuya misión principal



Figura 10: Cuadro eléctrico.



Figura 11: Aire Acondicionado.

es la de ayudar al funcionamiento de la estación. Estos son: un aparato de aire acondicionado, necesario para preservar los reactivos presentes en el equipo de ortofosfatos ($T < 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) y, en el caso de las estaciones de medida del influente, un extractor, encargado de la renovación del aire para la reducción de la contaminación microbiológica y de gases nocivos para el ser humano (SH_2).

El elemento principal para el control de la calidad del agua residual es la instrumentación de medida albergada dentro de la cubeta portasondas.

Para dicho control, se han seleccionado las siguientes técnicas e instrumentos de medida:



Figura 12.

Sensor pH: Instrumento de medida de la actividad de los iones de hidrógeno en las soluciones de base de agua, indicando su acidez o alcalinidad expresada como pH. Estos sensores disponen de un electrodo de referencia para medir otros factores externos como la temperatura.



Figura 13.

Sensor de conductividad: Sonda inductiva para la medida en inmersión. Este procedimiento de medida por inducción magnética permite su aplicación en medios muy contaminados.



Figura 14.

Sensor de turbidez: El principio de medida seleccionado es por dispersión a 90° de la luz infrarroja. Estos sensores disponen de un dispositivo de auto limpieza mecánica para dar más fiabilidad a las medidas.



Figura 15.

Sonda de amonio: El principio de medida empleado es mediante electrodos de ion selectivo. Este tipo de métodos, sin necesidad de reactivos, tiene un reducido coste de mantenimiento frente a los equipos colorimétricos. Dispone de un sistema de auto limpieza por proyección de aire a los electrodos de la sonda.



Figura 16.

Sonda Multiparamétrica: Demanda química de oxígeno, nitratos, nitritos y sólidos en suspensión totales. El principio de medida seleccionado es la espectrofotometría por UV-Vis. Los sensores seleccionados son sensores robustos dada su poca necesidad de mantenimiento, su fiabilidad en las tendencias que transmite el sensor y la poca necesidad de mantenimiento que requiere el equipo.



Figura 17.

Equipo colorimétrico de ortofosfatos: Elemento robusto cuya precisión es óptima para el análisis del agua. Este elemento precisa de un sistema de filtración de 50 µm de diámetro de poro para eliminar sólidos que puedan obturar los capilares del equipo. Es el único elemento con necesidad de reactivos debido a que aún no existen en el mercado técnicas Fiables para el análisis sin necesidad de utilizar reactivos.

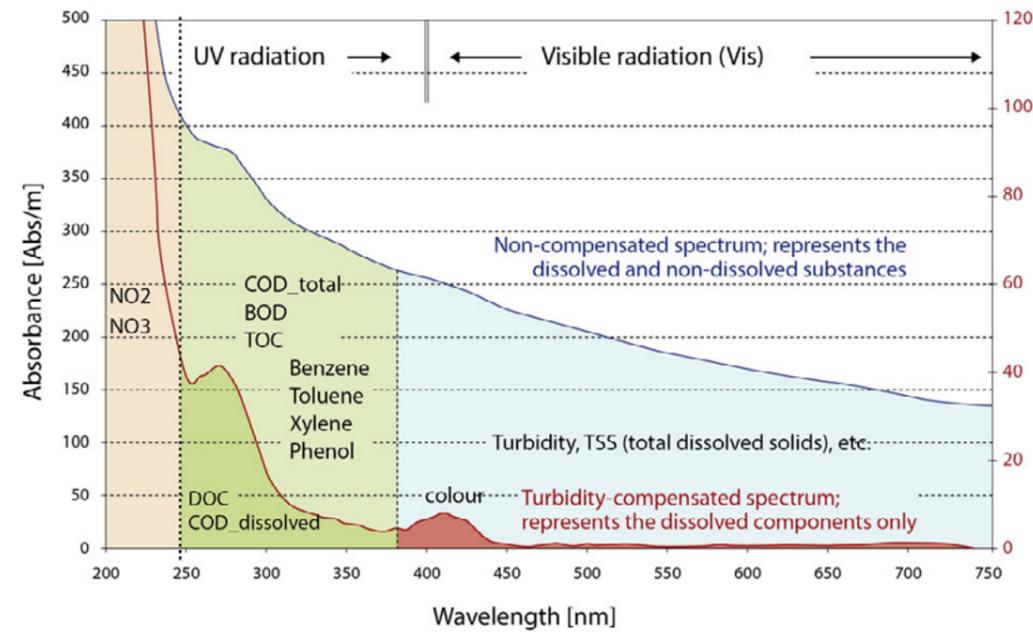


Figura 17: Rango de longitudes de onda de medida de la sonda multiparamétrica.

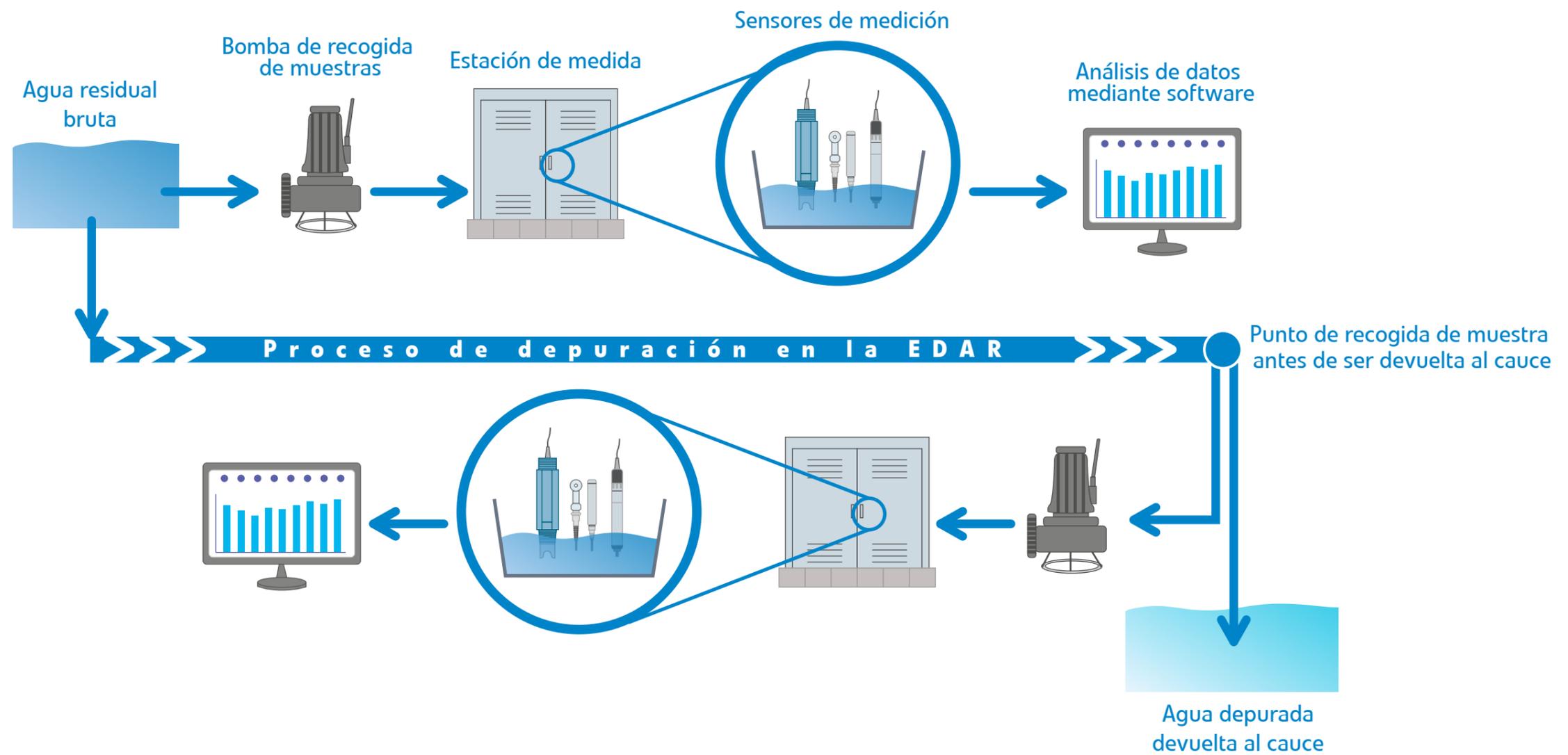
Estas tecnologías albergan una serie de ventajas:

- Reducidos costes de mantenimiento y explotación.
- Ausencia del uso de reactivos (salvo en el caso del parámetro ortofosfatos).
- Mayor representatividad en los análisis.

Teniendo en cuenta la cantidad de información obtenida por la medida en continuo de todos los parámetros descritos anteriormente, resulta necesario disponer de una herramienta para la gestión de los datos.



PROCESO DE MONITORIZACIÓN



5. Sistema de adquisición y transmisión de datos

5. Sistema de adquisición y transmisión de datos

Todas las estaciones disponen de un sistema de control basado en la arquitectura PLC-HMI, con el *hardware* y *software* necesarios para el control, adquisición, tratamiento, visualización y transmisión de los datos en tiempo real.

Las señales son recogidas y programadas dentro del SCADA local de la planta para que el explotador pueda analizar dichos datos y así gestionar las instalaciones de una manera más eficiente. Por otro lado, las señales son enviadas, simultáneamente, al Centro de Control (CC), ubicado en las oficinas de Majadahonda.

De este modo, cualquier trabajador de Canal de Isabel II puede tener acceso y visualizar los datos de cada EDAR a través de la plataforma Novata.

El PLC instalado en la estación se incluye dentro de la red de cada EDAR, conectándose a través de un cable de fibra óptica al PLC de proceso más cercano.

El *software*, que controla de forma automática la estación, es desarrollado por Canal de Comunicaciones Unidas, cuya finalidad es poder realizar las modificaciones al *software* necesarias para la implantación de futuros requerimientos técnicos.



Figura 19: Pantalla principal.

A través de este *software*, el personal de mantenimiento es capaz de identificar cualquier tipo de eventos que puedan alterar el funcionamiento normal de la estación, así como el estado de los servicios auxiliares implicados.

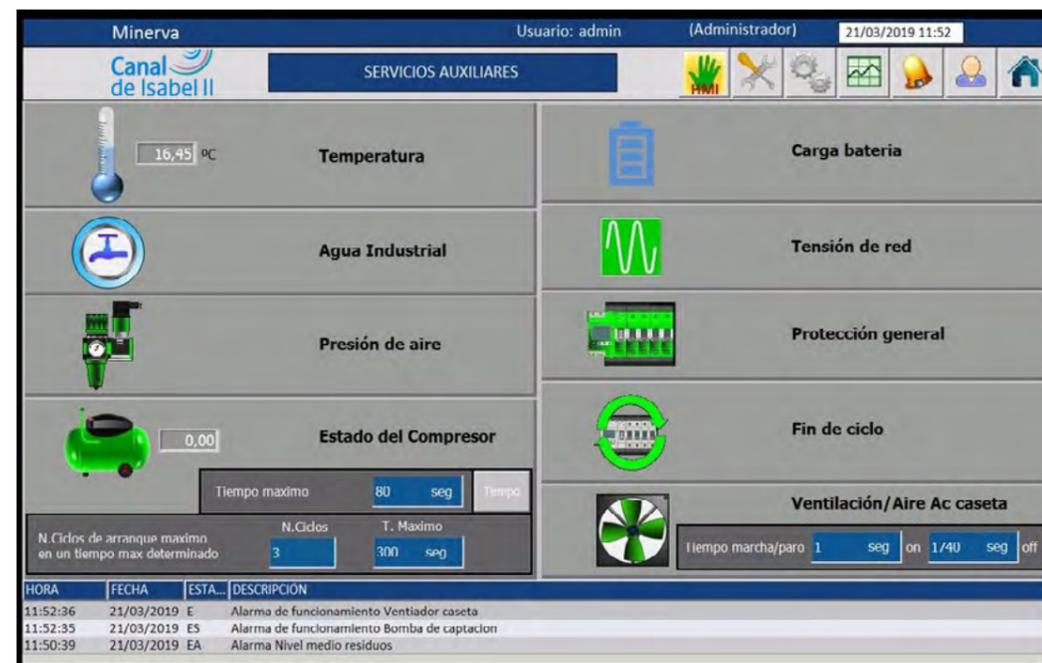


Figura 20: Pantalla servicios auxiliares.

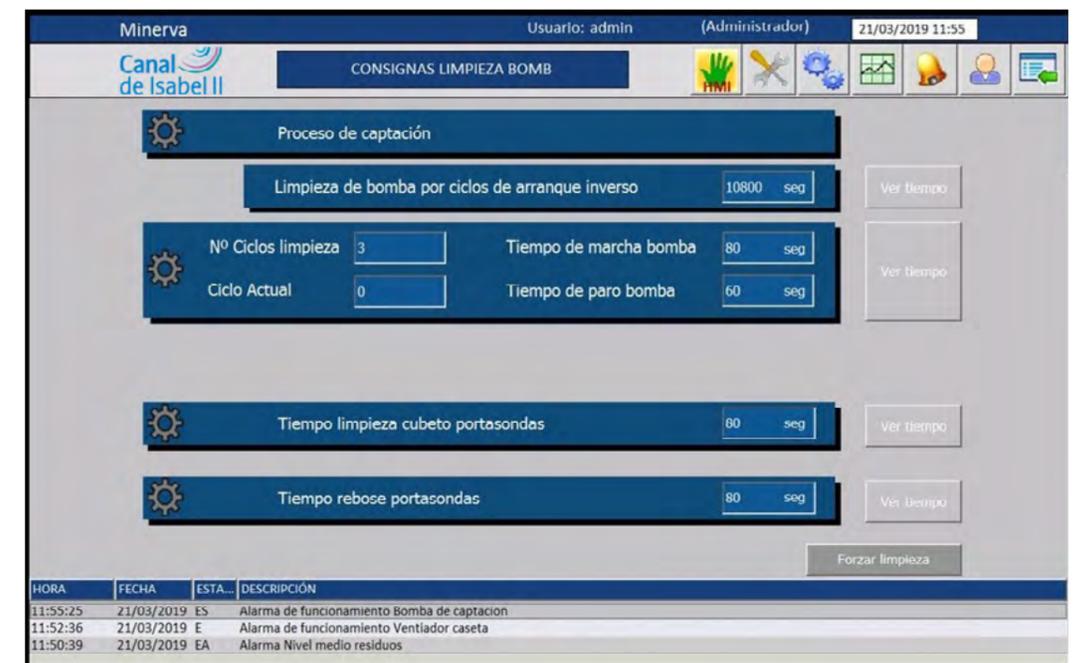


Figura 21: Variables de operación.

Otra de las opciones de las que dispone este *software*, es la capacidad para modificar las variables de operación y, de esta forma, optimizar en la medida de lo posible las visitas de mantenimiento del personal.



El objetivo final de este tipo de estaciones es registrar de forma continua las tendencias o evoluciones en el tiempo de los parámetros medidos anteriormente, generando alarmas para advertir al usuario final de cualquier tipo de alteración que se pueda estar generando en la calidad del agua residual.

En el caso de las estaciones ubicadas en el influente, la finalidad es la detección de posibles vertidos de carácter prohibido que puedan afectar a los procesos de depuración.

A modo de ejemplo, se muestra el trabajo llevado a cabo en la estación instalada en la EDAR Las Rejas. En esta instalación, a través de la aplicación Novata, se detectan anomalías en la calidad normal del influente como se puede observar en las siguientes gráficas:

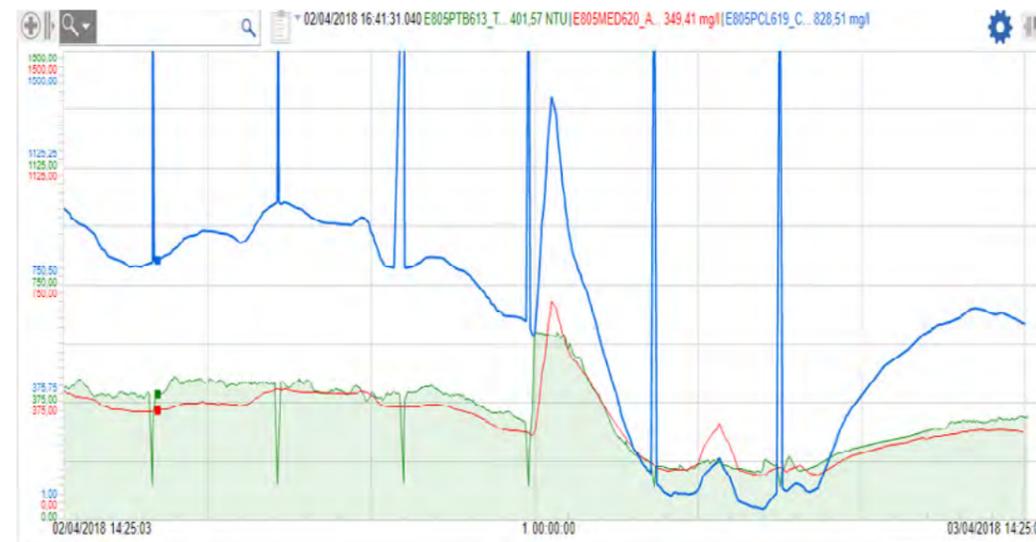


Figura 22: Vertido realizado el día 3 de abril de 01:30 – 04:00 am.

Valor máximo instantáneo:

- DQO: 1328 mg/L (azul)
- Sólidos en suspensión totales: 688 mg/L (roja)

Turbidez: > 500 NTU (verde)



Figura 23: Vertido realizado el día 4 de abril de 19:00 – 20:30.

Valor máximo instantáneo:

- DQO: 1328 mg/L (azul)
- Sólidos en suspensión totales: 688 mg/L (roja)

Turbidez: > 500 NTU (verde)

Tras esta identificación, se inicia el estudio de la causa de estos vertidos y se procede a la colocación de la instalación encargada de tomar una muestra en el caso de que se supere algún valor que pueda afectar a los procesos, para así poder precisar las características del vertido.



Figura 24: Instalación tomamuestras.

Con este sistema son detectados e identificados varios vertidos prohibidos que actualmente están afectando a los procesos de depuración de las EDAR. En la Figura 25, se expone un ejemplo de la muestra tomada del vertido gracias a la instalación del tomamuestras.



Figura 25: Vertido industrial.

Tras los correspondientes análisis, se comprueba que se trata de un vertido de carácter agresivo para los procesos de depuración, lo que puede afectar al funcionamiento normal de la EDAR. A continuación, se adjuntan los resultados comparativos entre las medidas en continuo y los análisis de las muestras tomadas directamente en la estación, identificados por el sistema Minerva:

pH		Conductividad		Amonio		DQO		SST	
Caseta	Laboratorio	Caseta	Laboratorio	Caseta	Laboratorio	Caseta	Laboratorio	Caseta	Laboratorio
7,53	7,80	1264,00	1147,00	126,50	111,00	996,00	972,00	434,00	472,00

Figura 26: Resultados de laboratorio.



6. Conclusiones

6. Conclusiones

A través del Proyecto Minerva, la Dirección de Operaciones de Canal de Isabel II establece el objetivo de llevar a cabo un control en continuo y en tiempo real de la calidad del agua residual vertida a los cauces receptores, así como detectar vertidos industriales recibidos que puedan afectar a los procesos de tratamiento y permitir realizar actuaciones de carácter urgente que eviten posibles daños medioambientales.

El presente proyecto, dividido en cuatro fases y con una duración total de diez años, se realiza por un importe de 5.327.422,34 €.

El trabajo consiste en la instalación de 95 estaciones de medida en continuo de la calidad del agua residual, ubicadas en un total de 65 estaciones depuradoras.

Dada la cantidad de datos y recursos que son capaces de generar las estaciones de monitorización, es posible la elaboración de una gran variedad de informes que en un futuro se podrían emplear para la optimización de recursos en la explotación de las EDAR.

El Proyecto Minerva ha sido fruto de la labor de un equipo de trabajo formado por técnicos cualificados de la Subdirección

de Gestión Ambiental y de Canal de Comunicaciones Unidas, encargados del control y la supervisión de todas las actividades realizadas en las diferentes fases del proyecto. Además, se debe mencionar la colaboración de distintas áreas de Canal como son: Área de Depuración, Área de Obras, Área de Calidad de las Aguas y Área de Automatización.

Algunos de los responsables del Proyecto Minerva son:

Subdirección de Gestión Ambiental

Gregorio Arias Sánchez, subdirector de gestión ambiental de Canal de Isabel II.

Juan Ángel Pradana Pérez, coordinador de control ambiental de Canal de Isabel II.

Álvaro Sancho Normand, titulado medio de Canal de Isabel II.

Canal de Comunicaciones Unidas

José Darío Luis Delgado, jefe de la oficina técnica.

José Antonio González Mateos, técnico para la supervisión del proyecto.

Paulino Escribano Benito, técnico programador encargado de desarrollar el *software*.



Santa Engracia, 125
28003 Madrid

900 365 365
www.canaldeisabelsegunda.es