

# ANEJO Nº 15.

## AUTOMATISMOS Y CONTROL.

## INDICE.

<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>2</b>
1.1. OBJETO .....	2
1.2. NIVELES DE ACTUACIÓN .....	2
<b>2. INSTRUMENTACIÓN .....</b>	<b>4</b>
2.1. MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO .....	5
2.2. MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASÓNICO .....	6
2.3. MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO .....	7
2.4. MEDICIÓN DE O <sub>2</sub> .....	8
2.5. MEDICIÓN DE REDOX .....	10
2.6. MEDICIÓN DE PH .....	10
2.7. MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD .....	11
2.8. MEDICIÓN DE TURBIDEZ .....	11
<b>3. CONTROL DEL PROCESO .....</b>	<b>12</b>
3.1. FILOSOFIA DE CONTROL .....	12
3.2. AUTÓMATA PROGRAMABLE .....	12
3.3. MANDO DE PLANTA .....	13
3.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE .....	14
3.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE INSTRUMENTACIÓN .....	15
<b>4. SISTEMA DE SUPERVISIÓN .....</b>	<b>16</b>
4.1. ESTACIÓN DE OPERACIÓN SCADA .....	16
4.2. PC DE CONTROL .....	17
4.3. MONITOR .....	17
4.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA .....	18
4.5. IMPRESORA .....	18
<b>5. RED DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>6. VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>21</b>
<b>7. ELEMENTOS AUXILIARES .....</b>	<b>21</b>
7.1. ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA DEL SISTEMA DE CONTROL .....	21
7.2. VARIADORES DE VELOCIDAD Y ARRANCADORES ESTÁTICOS .....	21
<b>8. TABLA DE SEÑALES .....</b>	<b>23</b>

## 1. GENERALIDADES.

### 1.1. OBJETO.

El presente documento define las características técnicas y funcionales del sistema de control para la nueva Estación Depuradora de Aguas Residuales de la **EDAR de Losar de la Vera. (Cáceres)**

El sistema de control permitirá el funcionamiento automático de la estación de tratamiento con la máxima fiabilidad, facilitará al personal encargado de la explotación y gestión de la planta toda la información precisa para conocer el estado de la estación y permitirá que se pueda actuar sobre el proceso.

La configuración considerada en el presente estudio incluye los siguientes elementos:

- Instrumentación de campo en E.D.A.R.
- Autómata programable para control del proceso en E.D.A.R.
- Sistema de supervisión y control central en E.D.A.R.
- Red de comunicaciones entre equipos de control.

Los aspectos más destacables de la presente propuesta son los siguientes:

- Sistema de control modular, flexible y fácilmente ampliable, al estar basado en autómata programable.
- Equipos de control y comunicaciones diseñados para operación en un entorno industrial.
- Red de comunicaciones industrial para intercambio de información entre los dispositivos de control. Se garantiza así la velocidad de transmisión de datos necesaria para una adecuada operación de la planta.
- Ordenador en sala de control, configurado de forma que sea posible actuar sobre el proceso y gestionar el archivo de históricos.

### 1.2. NIVELES DE ACTUACIÓN.

Al definir el “control” del sistema debemos distinguir tres niveles:

- **Un primer nivel** que garantice la seguridad de los equipos, su marcha y buen funcionamiento. Esto lo proporcionan los elementos de medida, captación, actuación y protección situados en el cuadro de fuerza y control.

- **Un segundo nivel** que aporte una completa automatización del sistema, de forma que facilite la explotación de la planta al evitar, por ejemplo, acciones periódicas manuales. Este nivel lo proporciona el autómata programable con su enorme rapidez y fiabilidad de funcionamiento. El autómata se encuentra enlazado en red y con el sistema de supervisión de la planta, de forma que comparten la información disponible en cada uno.
- **Un tercer nivel** que consiste en la monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro permanente tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento. Este nivel lo proporciona el mencionado sistema de supervisión, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes etc.) así como acciones manuales y automáticas.

Es importante señalar que la pérdida de un nivel superior de control (segundo o tercero) por avería, sustitución etc., no implica que el nivel inferior deje de funcionar, obteniendo con esto un elevado nivel de eficacia en la explotación.

## 2. INSTRUMENTACIÓN.

Todos los instrumentos requerirán una alimentación desde el CCM a 230 Vca, reenviando a su vez al PLC, una señal de 4-20 mA, proporcional al valor del parámetro medido.

Las canalizaciones para el cableado entre el CCM y los instrumentos, serán tuberías de PE de 110/90 mm de diámetro en los tramos subterráneos y tubos rígidos blindados de PVC en instalación superficial dentro de los edificios.

Las cajas de registro serán de PVC, para instalación superficial, con taladros dotados de conos de presión.

Los cables de alimentación a los instrumentos desde cada CCM serán tipo RV 0,6/1 KV de 3\*2,5 mm<sup>2</sup> de sección (F+N+TT) con cuerdas conductoras de cobre, y los de transmisión de señal desde ellos, serán tipo RCHV apantallados, de 2\*1,5 mm<sup>2</sup> de sección.

El sistema de control permitirá el funcionamiento automático de la EDAR con la máxima fiabilidad, facilitará al personal encargado de la explotación y gestión de la planta toda la información precisa para conocer el estado de la EDAR y permitirá que se pueda actuar sobre el proceso.

En este caso, en la EDAR se proyecta un único autómatas programable ( correspondiente a un único cuadro de control de motores CCM), que recogerá el estado de las señales analógicas y digitales procedentes de los equipos e instrumentos de la planta, procesarán las instrucciones de acuerdo a lo establecido en el programa de usuario y generarán las salidas de proceso, transmitiendo esta información obtenida al sistema de telecontrol general para el procesado de la información obtenida sobre todo el sistema, coordinación de los automatismos de la planta y seguimiento del proceso.

El autómatas programable trabajará en forma de inteligencia distribuida, es decir, que lo hará de forma autónoma, aun con falta de comunicación con cualquiera de los demás elementos de la red.

Asimismo, cada autómatas programable dispone de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento, más un archivo de datos, analógicos y digitales, por un tiempo mínimo de 72 horas, más un 25 % de reserva.

Los distintos elementos de instrumentación, necesarios para el control del proceso son los siguientes:

## 2.1. MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO.

Para el control del caudal de agua y fango a los distintos procesos, se ha dotado a la planta, de distintos medidores de caudal de tipo electromagnético, siendo estos:

- ✓ Medida de caudal de agua a tanque de pluviales.
- ✓ Medida de caudal de agua a tratamiento biológico.
- ✓ Medida caudal fango recirculado.
- ✓ Medida caudal fangos exceso.
- ✓ Medida caudal fangos espesados a centrifuga.
- ✓ Medida caudal fangos deshidratados a tolva.

Cada equipo irá montado en las tuberías correspondientes al elemento o proceso para el cual se destina, la medición del caudal y su señal se procesará en función de las necesidades prefijadas, el principio de funcionamiento se basa en la Ley de Faraday.



La mencionada ley establece que la tensión inducida a través de cualquier conductor, al moverse éste perpendicularmente a través de un campo magnético, es proporcional a la velocidad del conductor.

La relación matemática de dicha ley es:

$$E = B \cdot L \cdot V$$

Siendo:

E= Tensión inducida

B= Inducción Magnética

L= Longitud del conductor

V= Velocidad del conductor

En el caso del medidor magnético del caudal el conductor es el líquido y E es la señal generada, esta señal es captada por dos electrodos rasantes con la superficie interior de la tubería y diametralmente opuestos.

Realmente la única zona del líquido en movimiento que contribuye a la f.e.m. es la que une una línea recta a dos electrodos, B es la inducción del campo magnético creado por medio de la bobina de campo, L es el diámetro de la tubería y V es la velocidad del fluido a través del medidor.

Como

$$Q = V \frac{D^2}{4} \text{ resulta } Q = K \frac{E}{B} D$$

La señal de medición captada por los electrodos se transforma en una señal unificada 4-20 mA que será transmitida al PLC.

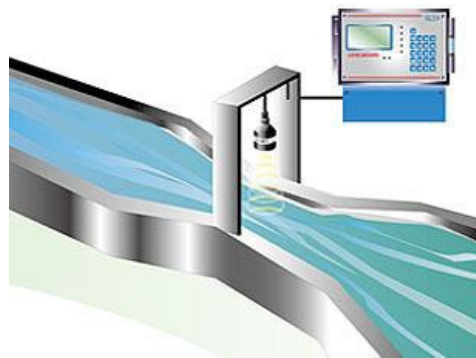
Los medidores funcionarán correctamente a sección total o parcialmente llena y tendrán las siguientes características:

- Electrónica IP-68 separada del cuerpo medidor.
- Salida analógica (4-20 mA) e impulsos de totalización (ambos conectados al autómata).

## 2.2. MEDIDOR DE CAUDAL ULTRASÓNICO.

Donde la medida de caudal que se precise, no se pueda medir en tubería, se dotará a la planta, de distintos medidores de caudal de tipo ultrasónico en canal, siendo estos:

- ✓ Medida de caudal de agua tratada o de salida.



El sistema consta de un transmisor de nivel ultrasónico compacto, en conexión a 2 hilos, con comunicación Hart, para la medida continua de nivel y volumen de líquidos y lodos en tanques de almacenamiento y depósitos sencillos de proceso, así como para la medida de caudal en canal abierto, con precisión de medida 0,15 % del rango ó 6 mm. Resolución y reproducibilidad +/- 3 mm.

Diámetro del haz 10°. Distancia muerta 25 cm. Presión máxima admisible 0,5 bar. Temperatura máxima en el sensor -40 a + 85 °C. Compensación de temperatura Incluida. Frecuencia de trabajo 54 kHz. Alimentación eléctrica 24 V.c.c, en conexión a dos hilos. Indicador local Incluido LCD. Memoria de datos Incluida EEPROM, (no volátil, sin pila). Parametrización local mediante programador manual de infrarrojos, o a distancia a través de Hart. Material de la carcasa PBT. Protección ambiental IP 67/68. Entrada de cables 2 roscas de M20 x 1,5. Rango de medida hasta 6 m. Material del sensor PVDF. Tipo y tamaño de la conexión al proceso rosca BSP, 2". Señal de salida 4 a 20 mA. Comunicación a distancia incluida, mediante protocolo Hart.

### 2.3. MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO.

Donde la medida de nivel se precise, se dotará a la planta, de distintos medidores de nivel de tipo ultrasónico, siendo estos:

- ✓ Tolva de fangos.
- ✓ Pozo de gruesos.
- ✓ Espesador de fangos.



El sistema consta de un transmisor de nivel ultrasónico compacto, en conexión a 2 hilos, con comunicación Hart, para la medida continua de nivel y volumen de líquidos y lodos en tanques de almacenamiento y depósitos sencillos de proceso, así como para la medida de caudal en canal abierto, con precisión de medida 0,15 % del rango ó 6 mm. Resolución y reproducibilidad +/- 3 mm. Diámetro del haz 10°. Distancia muerta 25 cm. Presión máxima admisible 0,5 bar. Temperatura máxima en el sensor -40 a + 85 °C. Compensación de temperatura Incluida. Frecuencia de trabajo 54 kHz. Alimentación eléctrica 24 V.c.c, en conexión a dos hilos.

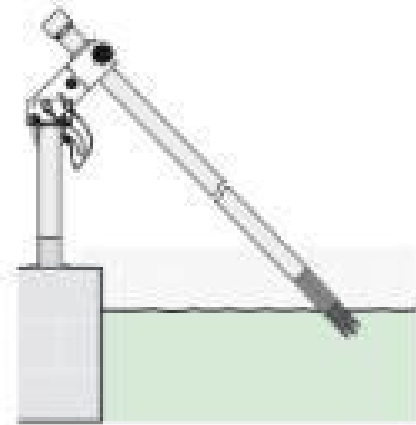
Indicador local Incluido LCD. Memoria de datos Incluida EEPROM, (no volátil, sin pila). Parametrización local mediante programador manual de infrarrojos, o a distancia a través de Hart. Material de la carcasa PBT. Protección ambiental IP 67/68. Entrada de cables 2 roscas de M20 x 1,5. Rango de medida hasta 6 m. Material del sensor PVDF. Tipo y tamaño de la conexión al proceso rosca BSP, 2". Señal de salida 4 a 20 mA. Comunicación a distancia incluida, mediante protocolo Hart.



## 2.4. MEDICIÓN DE O<sub>2</sub>.

Para un adecuado control del proceso biológico de eliminación de la materia carbonácea y de los procesos de nitrificación-desnitrificación, es importante el conocimiento del contenido en oxígeno en el reactor biológico de lodos activados. La tendencia es instalar sistemas continuos de medición que permitan reunir datos característicos del contenido en oxígeno del tanque, a tal fin se proyecta un equipo en el reactor biológico de la EDAR.

- ✓ Reactor biológico.



Sonda de medición óptica luminiscente, de inmersión o de

flujo, sin calibración, sin derivas, sin mantenimiento, con

sensor de temperatura Pt100 integrado LDO mide el intervalo de tiempo dependiente del oxígeno entre un pulso de excitación y el pulso de luz emitido por luminiscencia. El método no consume oxígeno, por lo que es insensible a todo tipo de factor interferente. Gracias a su mínimo mantenimiento y los bajos costes de operación, el sensor es muy rentable. La fiabilidad de los valores de medición hacen que la estabilidad del proceso aumente considerablemente, además de reducir el consumo de energía en la aireación de las plantas de tratamiento municipales e industriales..

La regulación del oxígeno en el tratamiento biológico está basada en los valores medidos del sensor. El controlador configura el dispositivo de aireación de forma tal que el valor medio suministrado por el sensor de oxígeno electroquímico se corresponde con el valor objetivo deseado. Si la lectura del sensor es inferior a la concentración real, se obtendrá una desfavorable alta concentración de oxígeno en el tanque de aireación que no puede reconocerse inmediatamente en el bucle de control cerrado.

La deriva de las lecturas del sensor hace que el valor medio de la concentración de oxígeno en el tanque de aireación (representado por la línea recta negra) esté 0,4 mg/l por encima de la media deseada de 2 mg/l al cabo del periodo dado de cuatro semanas. Esta diferencia tiene desventajas técnicas para el proceso, como puede ser el arrastre de oxígeno a la zona de desnitrificación. La concentración real de oxígeno en el tanque de aireación es indicada por el nuevo sensor óptico.

Deberán evitarse las innecesarias altas concentraciones de oxígeno en el tanque de aireación, pues son perjudiciales para la economía del proceso. De acuerdo con la hoja de trabajo A 131 [1, 2] de ATV, la energía necesaria para airear el fango activado es:

$$N \sim C_s / (C_s - C_x)$$

Donde

$C_s$ : es la supuesta concentración desaturación de oxígeno

$C_x$ : es la concentración de oxígeno.

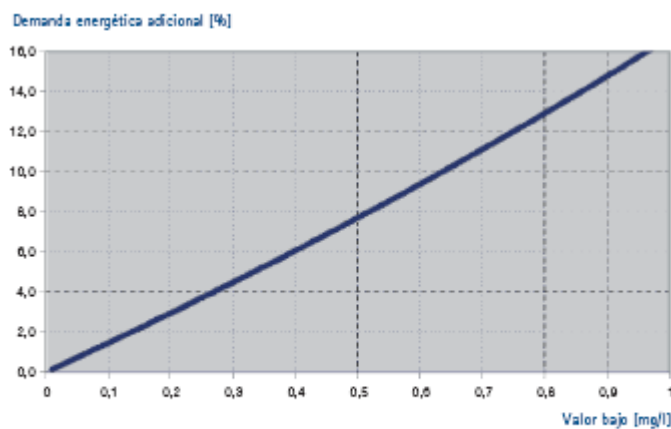


Fig. 9: Demanda energética adicional debida a un valor bajo en las medidas de oxígeno (partiendo de una concentración de oxígeno de 2 mg/l y una concentración de saturación de 9 mg/l)

En consecuencia, la demanda energética  $N$  y, por consiguiente, los costes de energía de la transferencia de oxígeno en el tanque de aireación aumentan a medida que aumenta la concentración de oxígeno  $C_x$ . La Figura muestra la demanda energética adicional atribuible a las medidas de oxígeno de sesgo bajo, partiendo de una concentración de saturación de oxígeno  $C_s$  de 9 mg/l y una concentración teórica de oxígeno de 2 mg/l.

Dado que el 60–70% de la energía que se consume en las E.D.A.R. se emplea para airear los fangos activados, está claro que tales resultados bajos deben evitarse a toda costa.

Los métodos electroquímicos conocidos de medida de oxígeno disuelto requieren que el usuario lleve a cabo un mantenimiento periódico. Operaciones como la limpieza, la calibración, el cambio de membrana y electrolito, el pulido del ánodo, así como la documentación de las mismas, se consideran necesarias e ineludibles, ya que sólo de esta manera se puede mantener dentro de ciertos límites la tendencia de los sensores a dar resultados bajos.

El nuevo método de medida óptico constituye una alternativa. En comparación con los métodos electroquímicos, los métodos ópticos ofrecen al usuario considerables ventajas en lo que se refiere a la calidad de los valores medidos y la cantidad de trabajo de mantenimiento.

El oxígeno es soluble en agua. La solubilidad depende de la temperatura, la presión total o parcial a la superficie del agua y de las sales disueltas en la misma.

## 2.5. MEDICIÓN DE REDOX.

Con el fin de controlar de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un medidor de potencial redox situado en el reactor biológico de la EDAR.

- ✓ Reactor biológico.



## 2.6. MEDICIÓN DE PH.

Con el fin de medir la alcalinidad o acidez del agua de entrada, se proyecta un medidor de pH a la entrada y salida de la EDAR.

El sistema utilizado es el de electrodo de vidrio que consiste en un tubo de vidrio cerrado en su parte inferior con una membrana de vidrio especialmente sensible a los iones hidrógeno del pH.

En la parte interna de esta membrana se encuentra una solución de cloruro tampón de pH constante dentro de la cual está inmerso un hilo de plata recubierto de cloruro de plata.



Aunque el mecanismo que permite que el electrodo de vidrio mida la concentración de ión hidrógeno no se conozca su exactitud, está establecido que al introducir el electrodo en el líquido se desarrolla un potencial relacionado directamente con la concentración del ión hidrógeno del líquido. Es decir, si ésta concentración es mayor que la interior del electrodo existe un potencial positivo a través de la punta del electrodo y si es inferior, el potencial es negativo.

Este potencial cambia con la temperatura por lo que es necesario disponer en la solución de un segundo elemento o electrodo de referencia. Éste, a parte de cerrar el circuito, suministra un potencial constante que sirve de referencia para medir el potencial variable del electrodo de vidrio.

El electrodo de referencia contiene una célula interna formada por un hilo de plata recubierto con cloruro de plata en contacto con el electrolito de cloruro potasio. Este electrolito pasa a la solución muestra a través de una unión líquida. De este modo, la célula interna del electrodo permanece en

contacto con una solución que no varía de concentración por lo tanto proporciona una referencia estable del potencial. La señal 4-20 mA será tramitada al PLC correspondiente.

Será de lectura digital con sonda sumergida de mantenimiento reducido, y compensación automática de temperatura. Alarma local de pH máximo y pH mínimo. Rango de 0 a 14 pH sin presurización de electrodos.

## 2.7. MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD.

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una disolución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición.

La salinidad afecta al contenido de oxígeno disuelto, disminuyendo éste a medida que aumenta la concentración de cloruros y otros iones en el agua. Se determina mediante un método conductimétrico. Se proyecta un equipo de medida de conductividad



## 2.8. MEDICIÓN DE TURBIDEZ.

Se proyecta un equipo de medida de turbidez, para el control de la turbidez así como las concentraciones de sólidos en los fangos. Este equipo estará compuesto por sonda de proceso de alta precisión para medir la turbidez a 90° de acuerdo con DIN EN ISO 7027. La lenta serie de calibraciones de varios puntos con diluciones se sustituye por un único factor de corrección. Medición de turbidez a 90° de acuerdo con DIN EN ISO 7027. El detector de luz retrodifusa mide los sólidos en suspensión de forma precisa de acuerdo con DIN 37414. Un único factor de corrección sustituye a la larga serie de calibraciones de varios puntos con dilución.



### 3. CONTROL DEL PROCESO.

#### 3.1. FILOSOFIA DE CONTROL.

Se ha previsto la instalación de un sistema de control que combina técnicas tradicionales para garantizar la seguridad en la explotación, con un sistema de control distribuido para obtener más y mejores prestaciones.

- **Mando local:** permite el arranque y parada de equipos en campo, mediante conmutador manual/automático y pulsadores parada y marcha. En el Centro de Control de Motores existirán pulsadores de marcha y paro.
- **Mando automático:** Ejecución de los automatismos secuenciales y lazos de regulación propios de este tipo de instalaciones por medio de autómatas programables PLC. Será el modo normal de operación del sistema.
- **Parada de emergencia local:** En caso de avería o mantenimiento de los equipos.

#### 3.2. AUTÓMATA PROGRAMABLE.

El seguimiento, control y proceso de la Depuradora estará distribuido y gobernado por un autómata programable, que recogerá el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de la planta, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario, y generarán las salidas del proceso, la señalización de la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla HMI de toda la información obtenida de la zona del sistema que gobiernan.

El autómata programable irá instalado en el propio CCM de la EDAR, teniendo acceso a este fácilmente desde el exterior del propio armario.

El autómata trabajará en forma de inteligencia distribuida de forma autónoma, aún con falta de comunicación con cualquiera de los demás elementos de la red. Debe disponer de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento, más un archivo de datos, analógicos y digitales, para un tiempo mínimo de 72 horas, más un 25% de reserva.

En la estación depuradora se dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna para alimentar al autómata y periféricos, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto para cortes de suministro de la red durante una hora de duración.

Las características del PLC propuesto son las siguientes:

**PLC**

E/D: 329

S/D: 56

E/A: 15

S/A: 15

Tarjeta de red Ethernet

Tarjeta de red Ethernet

### 3.3. MANDO DE PLANTA.

**Sistema manual**

Ordenes locales de puesta en funcionamiento sin intervención posible de enclavamiento alguno, excepto de los de protección de máquina.

**Sistema redundante**

Para el funcionamiento en caso de fallo del autómatas. Se conecta automáticamente ante un fallo de éste, y devolverá el control al Autómata Programable cuando se restaure el fallo.

**Sistema manual desde la pantalla**

Su actuación es lógicamente idéntica a la de tipo manual de campo. Es decir, los únicos enclavamientos que le afectan son las protecciones propias de cada máquina.

**Sistema automático**

Bajo el control total del autómatas. Todos los enclavamientos que intervienen son lógicos (excepto protecciones).

Un lazo de maniobra común y obligatoria a todas las máquinas de proceso controladas automáticamente será el establecido por botonera de arranque instalada a pie de máquina, que permitirá:

- Arranque manual.
- Propuesta a la orden del control para funcionamiento automático.
- Parada desde la botonera que impida el arranque automático desde el control central.
- Parada de emergencia (seta - emergencia).

## Señales de control

El autómata programable constará de las siguientes señales:

Por máquina: estado de funcionamiento, fallo, automático. Orden de marcha.

Protecciones redundantes: detectores de nivel de seguridad redundantes para condiciones de seguridad (máximo y/o mínimo de seguridad). Otras alarmas críticas para el funcionamiento de la estación.

Medidores: señal analógica de 4 a 20 mA. Impulsos de totalización mediante tarjeta contadora de impulsos.

Salidas analógicas: hacia compuertas o válvulas motorizadas, variadores de frecuencia, etc.

### 3.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE.

Todos los procesadores tendrán estructura multiprocesador alrededor de un bus de datos de 16 bits.

La ejecución de las instrucciones se realizará en un circuito tipo ASIC (Application Specific Integrated Circuit), para el cálculo de las instrucciones Ladder del programa.

Los microprocesadores realizarán todas las tareas de gestión de las comunicaciones con la red y entradas - salidas remotas, así como la gestión de los puertos RS-232/422 y Ethernet.

Los procesadores soportarán de 1 a 10 puertos de comunicación y la red local para comunicaciones.

Con soporte físico de cable twinaxial, la red permitirá conectar hasta 64 nodos a distancias de hasta 3.000 m sin necesidad de repetidores, en topologías con Ethernet.



La red permitirá el uso de bridges y switches de comunicación con otras redes tipo DH, locales y/o remotas.

Características principales:

- 3.000 m.
- Distancia libre entre nodos (no forzada).
- Cable, fibra óptica o combinación de cable y fibra óptica.
- Hasta 10 megahercios.
- 64 nodos.
- Red tipo ETHERNET.
- El protocolo podrá ser utilizado con múltiples protocolos de comunicación:
  - TCP/IP (redes Ethernet).
  - Tipo DH.
  - Full-Duplex (enlaces serie punto-punto).
  - Half-Duplex (enlaces serie multi-punto).
- Para la conexión al sistema de telecontrol serán previstos routers adecuados.

### 3.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE INSTRUMENTACIÓN.

Corresponderá a la denominación ROV-K 0,6/1 KV según UNE21123-2, y estará formado por varios conductores de cobre flexible clase 5, según UNE 21022.

Reducción de perturbaciones mediante pantalla contra interferencias externas, formado por trenza de hilos de cobre electrolítico recocido, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,7 mm de espesor y cubierta de P.V.C.



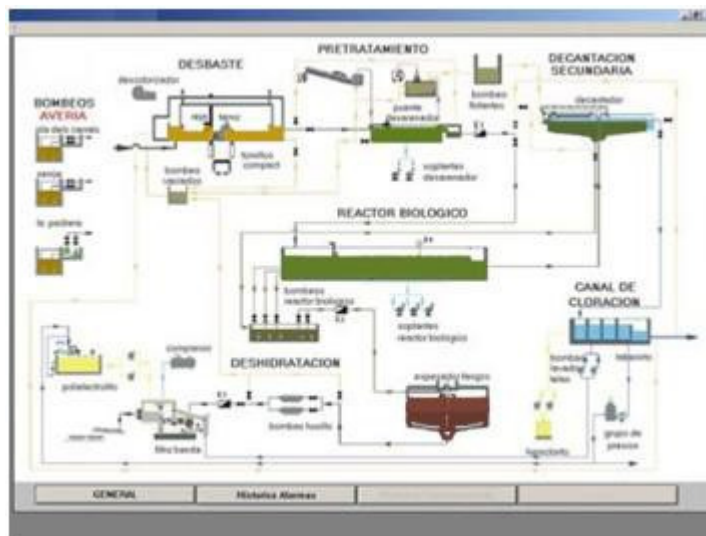
## 4. SISTEMA DE SUPERVISIÓN.

### 4.1. ESTACIÓN DE OPERACIÓN SCADA.

En la Sala de Control se colocan dos ordenadores uno para servidor de datos y otro como estación de operación, basados en ordenadores tipo workstation y software de supervisión SCADA.

La programación y actuación en las estaciones de operación, SCADA, está es orientada a objeto (por objeto se entiende una modelización de un elemento real de la planta tal como una válvula) y aspectos (distintas informaciones en distintos programas o medios informáticos, asociada a un objeto).

Lo que se pretende con esta filosofía, es tener toda la información sobre un objeto, disponible en la planta, a través de un click de ratón.



Aspectos que se incluyen, entre otros:

- Visualización del elemento, en sus distintos estados.
- Alarmas asociadas al objeto.
- Tendencias e históricos.
- Dibujos eléctricos de autocad .
- Despieces del objeto.
- Almacén, stockage y pedidos.

- Agenda de mantenimiento, con anotaciones sobre trabajos realizados sobre este objeto, órdenes de trabajo, ...
- Históricos de utilización del objeto.
- Datos de configuración, simulación y calibración.
- Estudios estadísticos asociados a este objeto.

El SCADA es una aplicación que se ejecuta sobre Windows y que permite la visualización de la red, realizar modificaciones y entrada de datos, y permite gráficamente ver datos, alarmas y eventos de forma instantánea o histórica.

Estas pantallas son fácilmente transportables a la WEB, y permite comunicación OLE con otras aplicaciones Windows.

#### 4.2. PC DE CONTROL.

La estructura de supervisión estará formada por un ordenador tipo PC conectado mediante red ETHERNET. Las características mínimas de estos equipos serán:

- Procesador Intel Core i5 2320 (4 x 3GHz, 6Mb caché).
- Placa ASUS P8H61 M Pro (Alta Gama).
- 1Tb Hdd Sata, 7200rpm, Western Digital.
- 4Gb Ram DDR3-1333 Kingston
- DVDRW Dual Doble Capa Lg.
- Tarjeta Gráfica Intel Graphics 1759Mb, DirectX 10.1.
- Lector Multitarjetas de Memoria todo en 1 + USB.
- Tarjeta Sonido HD 8 Canales Dolby 7.1.
- 8 x USB 2.0 (4 traseros, 4 frontales)
- Puerto digital DVI. 2 x USB 3.0 traseros.
- Tarjeta de Red 1Gb. Caja ATX Torre ALTA Gama

#### 4.3. MONITOR.

Las características mínimas de este equipo serán:

- Monitor negro brillante
- Panel brillante.
- Tamaño LCD 21" Panorámico.

- Relación de aspecto 16:9.
- Resolución (máx.) 1920 x 1080.
- Área de visualización 476.64 x 268.11 mm.
- Tamaño de píxel 0.248 mm.
- Brillo 300cd/m2.
- Contraste  
1000:1.
- Tiempo de respuesta (tr/ta) 5ms.
- Dimensiones (An x Al x L) 401.54 x 527.61 x 164.4 mm.
- USBx4
- Compatible con HDCP
- OSD Language 17 idiomas

#### 4.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.

Se proyecta un equipo de tecnología on-line doble conversión con separación galvánica entre entrada y salida, con amplio rango de entrada y salida estabilizada, y con una autonomía de 60 minutos.

Esto hace la doble función, estabilizar la tensión, dar una salida senoidal de calidad, y además garantiza el suministro eléctrico durante un intervalo de tiempo alto.

Esta alimentación de calidad para los equipos eléctricos, hace que el MTBF (tiempo medio entre fallos) de los equipos crezca considerablemente.

Con este SAI se alimentarían los Equipos de Control y comunicaciones de la Sala de Control. El equipo es de 1.200 VA y 60 minutos de con lo que tenemos suficiente margen (50%) para sobrecargas.

#### 4.5. IMPRESORA.

Se proyecta una impresora de inyección de tinta a color A3, las características generales de la impresora es:

- Impresora inyección de tinta a color profesional, para trabajo en grupo.
- Resolución 600 x 600 ppp,
- Capacidad 160 hojas,
- Salida de impresora 14 ppm,
-

Papel A4-A3

## 5. RED DE COMUNICACIONES.

Este apartado es la especificación del stack de comunicaciones, desde el nivel de aplicación hasta el nivel físico, el cual asegura el tiempo real, la alta disponibilidad, flexibilidad, escalabilidad y todo ello basado en estándares del mercado.

Se ha previsto una red de comunicaciones soportada por cable de fibra óptica para transmisiones entre equipos en la E.D.A.R.

Se implementará Modbus como protocolo abierto, público y ampliamente instalado que requiere licencia, pero sin un pago de royalties a su propietario. Es utilizado literalmente por cientos de vendedores sobre miles de diferentes dispositivos para transmitir entradas / salidas discretas y o analógicas o datos entre dispositivos de control. Es realmente una lengua común entre diferentes fabricantes.

En los niveles de transporte/red se usará TCP/IP que es el protocolo usado en Internet, proporcionando un mecanismo fiable de transporte de datos entre equipos. Todo ello junto con Ethernet que es un estándar de hecho en el mundo empresarial así como en el de las redes industriales.

Esta elección permitirá una verdadera integración con cualquier otra red de nivel superior. Al combinar una red física versátil, escalable, y omnipresente (Ethernet) con un estándar universal de enrutado y transporte (TCP/IP) y una representación de datos neutral para todos los fabricantes (Modbus), como se describe en el apartado anterior, tenemos una red verdaderamente abierta para intercambiar datos entre los diferentes equipos.

El uso de todas estas tecnologías traerá las siguientes ventajas:

- Se podrán usar tarjetas estándar de PC para comunicar con la instalación.
- Posibilidad de usar tecnologías de Switchs que van a permitir una segmentación de la red sin afectar al envío o recepción de tramas entre nodos.
- Conexión, si se desea, fácilmente a Internet / Intranet, todo ello a través de equipos estándares de mercado que cumplen con las funciones de enrutado y protección.
- Sistemas con la posibilidad de recuperar automáticamente la funcionalidad original cuando el sistema recupera el elemento averiado.

- Sistemas que avisan de fallos de tal manera que hay siempre una supervisión disponible sobre este tipo de situaciones además de existir herramientas que permiten evitar problemas antes de que ocurran.
- Redundancias en alimentación.
- Robustez de equipos que soportan entornos particularmente críticos como temperaturas especialmente altas o / y bajas, ruidos electromagnéticos que pueden afectar a la comunicación, etc.
- Disponer de las soluciones que puedan ser necesarias para una evolución de la instalación, beneficiándonos de miles de desarrolladores que están implementando soluciones y herramientas continuamente, protegiendo de esta manera la inversión.
- No se está atado a ningún fabricante, por su amplia difusión.
- El direccionamiento de cualquier equipo será a nivel IP, pero se podrá establecer un segundo nivel de direccionamiento para aquellos equipos que comuniquen en Modbus pero sobre RS-485 (arrancadores Tesys-U, etc).

Todo ello nos definirá una red de control Modbus TCP/IP Ethernet donde conectarán el scada, el PLC y los variadores de velocidad. Además de una serie de redes Modbus RS-484 por CCM en la que se conectan los arrancadores Tesys U con los autómatas.

Para asegurar que Ethernet cumple con unos criterios de calidad adecuados se debe exigir a los diferentes equipos que cumplan con las siguientes características mínimas:

- Switchs:
  - ✓ Se montará en carril DIN.
  - ✓ Plug and play (sin configuración)
  - ✓ Alimentaciones redundantes en el rango de DC 18 a 48V
  - ✓ Rango de temperatura de 0-55 °C.
  - ✓ Contacto para funciones de control.
  - ✓ LEDs de monitorización de estado.
  - ✓ Puertos eléctricos, 10/100 Mbps, Full-Duplex, auto-negociación RJ45 y / 2 ópticos ópticos, 100 Mbps Full Duplex.
  - ✓ Grado de Protección  $\geq$  IP20
  - ✓ Gestionables vía SNMP.
  - ✓ Aprobado por EN, IEC, UL, CSA, FM.

- Cables:
  - ✓ Doble apantallamiento.
  - ✓ Conectores RJ-45.
  - ✓ Categoría 5 o superior.
  - ✓ Libre de halógenos.
  - ✓ Retardante de llamas.
- Fibra:
  - ✓ Podrá ser de las siguientes características:
  - ✓ 50/125  $\mu\text{m}$  (multimodo), 8db
  - ✓ 62,5/125  $\mu\text{m}$  (multimodo), 11db
  - ✓ Longitud de onda: 1300nm.
  - ✓ Conectores SC.

## 6. VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA.

Se proyecta un sistema de visualización moderno y práctico compuesto por una pantalla de plasma de 50", de dimensiones 1401 x 734 x 98, resolución 1366 x 768, relación 16:9, brillo 1000 cd/m, contraste 5000:1, colores (RGB): 16,7 millones, ángulo de visión: 160 °

## 7. ELEMENTOS AUXILIARES.

### 7.1. ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA DEL SISTEMA DE CONTROL.

Se dotará de un SAI. de 1.200 VA que alimente a los equipos de control más importantes. La autonomía mínima será de 60 minutos. El sistema de alimentación será aislado de la red principal (rectificador-ondulador).

### 7.2. VARIADORES DE VELOCIDAD Y ARRANCADORES ESTÁTICOS.

Se instalarán variadores de velocidad electrónicos en los siguientes casos:

- ✓ En bombas dosificadoras.
- ✓ En bombas de fangos.
- ✓ En decanter de fangos.

En ningún caso se utilizará un variador para dos o más motores.

Características técnicas:

- Grado de protección para variadores:

IP54 para montaje sobre pared

IP20 para montaje en cuadro

- Refrigeración mediante intercambiador de calor aire - aire (variadores).

- Conmutación mediante transistores IGBT.

- Niveles de emisión RFI por debajo de la norma BS en 50081-2.

- Adaptación a normas sobre compatibilidad electromagnética según E50082-2 1992.

- Seguridad para las personas según EN 61010-1 1993, con protección de terminales y circuitos en evitación de contactos accidentales.

- Inmunidad a microcortes.

- Frecuencia de modulación 16 kHz.

- Unidad de programación con display incorporada. En el caso de montaje en armario el display se situará en la puerta.

- Red de comunicación RIO y/o Device Net.

- Protecciones de motor incorporadas:

- Modelo térmico del motor.
- Fallo a tierra.
- Termistor

PTC.

- Descompensación de corriente entre fases.
- Protección de calado.
- Protección de fallo a tierra.
- Cortocircuito a tierra.

•



Fallo de alimentación.

- Sobre voltaje red.
- Bajo voltaje red.
- Método de control vectorial del flujo (variadores)

Instalación de los variadores y arrancadores

Se instalarán protecciones de tipo magnetotérmico aguas arriba de los equipos electrónicos. Para la alimentación de los motores desde estos equipos se utilizará cable apantallado.

## 8. TABLA DE SEÑALES

Se adjunta tabla de señales para el diseño del autómata de control de la planta.

Señales EDAR LOSAR DE LA VERA.	Instalads	Ent Digitales.	Sal.Digitales	Ent.Analógic	Sal.Analógic	Visualización	Tot.Ent.Digital	Tot.Sal.Digital	Tot.Ent.Analog	Tot.Sal.Analog	Total Visualiz.
<b>POZO DE GRUESOS.</b>											
Polipasto elevación cuchara.	1	1				1	1	0	0	0	1
Polipasto traslación cuchara.	1	1				1	1	0	0	0	1
Cuchara bivalva.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>EQUIPO COMPACTO.TAMIZADO</b>											
Tamiz de desbaste de finos.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>EQUIPO COMPACTO.DESARENADOR.</b>											
Tornillo sin fin horizontal.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
Tornillo sin fin vertical.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>EQUIPO COMPACTO.DESENGRASADOR.</b>											
Rasqueta.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>EQUIPO COMPACTO.DESENMULSIONADO.</b>											
Compresor.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>EQUIPO COMPACTO.SISTEMA DE LIMPIEZA</b>											
Electroválvulas.	2		1			1	0	2	0	0	2
<b>DECANTADOR DE PLUVIALES.</b>											
Puente decantador.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE CAUDAL A BIOLÓGICO</b>											
Válvula motorizada de regulación.	1	6	2			1	6	2	0	0	1
Medidor electromagnético de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>TRATAMIENTO BIOLÓGICO.</b>											
Rotor de aireación	2	3	1			1	6	2	0	0	2
Agitador reactor.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
<b>DECANTADOR SECUNDARIO.</b>											
Puente decantador.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
<b>MEDICIÓN DE CAUDAL AGUA TRATADA</b>											
Medidor ultrasónico de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1

<b>ELIMINACIÓN DE FÓSFORO.</b>											
Bomba dosificadora de cloruro férrico.	2	3	1	1	1	1	6	2	2	2	2
Sondas de nivel cuba.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>BOMBEO DE SOBRENADANTES DEC.2.</b>											
Bomba sumergible.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
Sondas de nivel.	3	4					12	0	0	0	0
<b>BOMBEO DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS.</b>											
Bomba sumergible.	3	3	1	1	1	1	9	3	3	3	3
Sondas de nivel.	3	4				1	12	0	0	0	3
<b>MEDICIÓN DE CAUDAL FANGO RECICULADO</b>											
Medidor electromagnético de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>BOMBEO DE FANGOS BIOLÓGICO EXCESO.</b>											
Bomba sumergible.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
Sondas de nivel.	3	4				1	12	0	0	0	3
<b>MEDICIÓN DE CAUDAL FANGO BIOLÓGICOS EXCESO.</b>											
Medidor electromagnético de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>ESPEADOR DE FANGOS.</b>											
Mecanismo espesador.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
Medidor ultrasónico de nivel.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>BOMBEO EXTRACCIÓN DE FANGOS ESPESADOS.</b>											
Bomba tornillo helicoidal.	2	3	1	1	1	1	6	2	2	2	2
Medidor electromagnético de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>ACONDICIONAMIENTO QUÍMICO DEL FANGO A DESHIDRATAR.</b>											
Equipo automático de polielectrolito.Agitadores	2	3	1			1	6	2	0	0	2
Equipo automático de polielectrolito.Dosificador	1	3	1			1	3	1	0	0	1
Bomba dosificadora.	2	3	1	1	1	1	6	2	2	2	2
<b>EQUIPOS DE DESHIDRATACIÓN.</b>											
Centrifuga de fangos.Motor accionamiento.	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Centrifuga de fangos.Motor rascador de fangos.	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1

<b>BOMBEO DE FANGOS DESHIDRATADOS.</b>											
Bomba tornillo helicoidal.	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Medidor electromagnético de caudal.	1	4				1	4	0	0	0	1
Compuerta motorizada de tolva.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
Medidor ultrasónico de nivel tolva.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>BOMBEO DE VACIADOS.</b>											
Bomba sumergible.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
Sondas de nivel.	3	4				1	12	0	0	0	3
<b>TORRE DE DESODORIZACIÓN</b>											
Ventilador	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>GRUPO PRESIÓN SERVICIOS AUXILIARES.</b>											
Bomba Grupo presión.	2	3	1			1	6	2	0	0	2
<b>RED DE AIRE COMPRIMIDO.</b>											
Motocompresor.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
Secador frigorífico.	1	3	1			1	3	1	0	0	1
<b>INSTRUMENTACIÓN.</b>											
Equipo medida de O2.	2	4				1	8	0	0	0	2
Equipo medida de redox.	2	4				1	8	0	0	0	2
Equipo medida de pH.	2	4				1	8	0	0	0	2
Equipo medida conductividad.	1	4				1	4	0	0	0	1
Equipo medida turbidez.	1	4				1	4	0	0	0	1
Equipo medida temperatura.	1	4				1	4	0	0	0	1
Equipo medida amonio y nitratos.	1	4				1	4	0	0	0	1
Autómatas.	1	4				1	4	0	0	0	1
Variadores de frecuencia.	1	4				1	4	0	0	0	1
<b>TOTALES.</b>							<b>263</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>76</b>
<b>RESERVA DE SEÑALES</b>							<b>329</b>	<b>56</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>95</b>