GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

CLAVE

452-A.611.11.06/ 2013

TIPO:	REF. CRONOLÓGICA
PROYECTO	JULIO DE 2013

CLASE

PROYECTO

TÍTULO BÁSICO:

PROYECTO DE MEJORAS DE LAS INSTALACIONES ACTUALES Y ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES DE LAS ESTACIONES DE AGUAS RESIDUALES DE MEDINA DEL CAMPO, ISCAR, TORDESILLAS, TUDELA DE DUERO, BENAVENTE Y TORO

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	IVA 21%:
4.994.831,14 €	1.048.914,54 €

PRESUPUESTO TOTAL CON IVA:

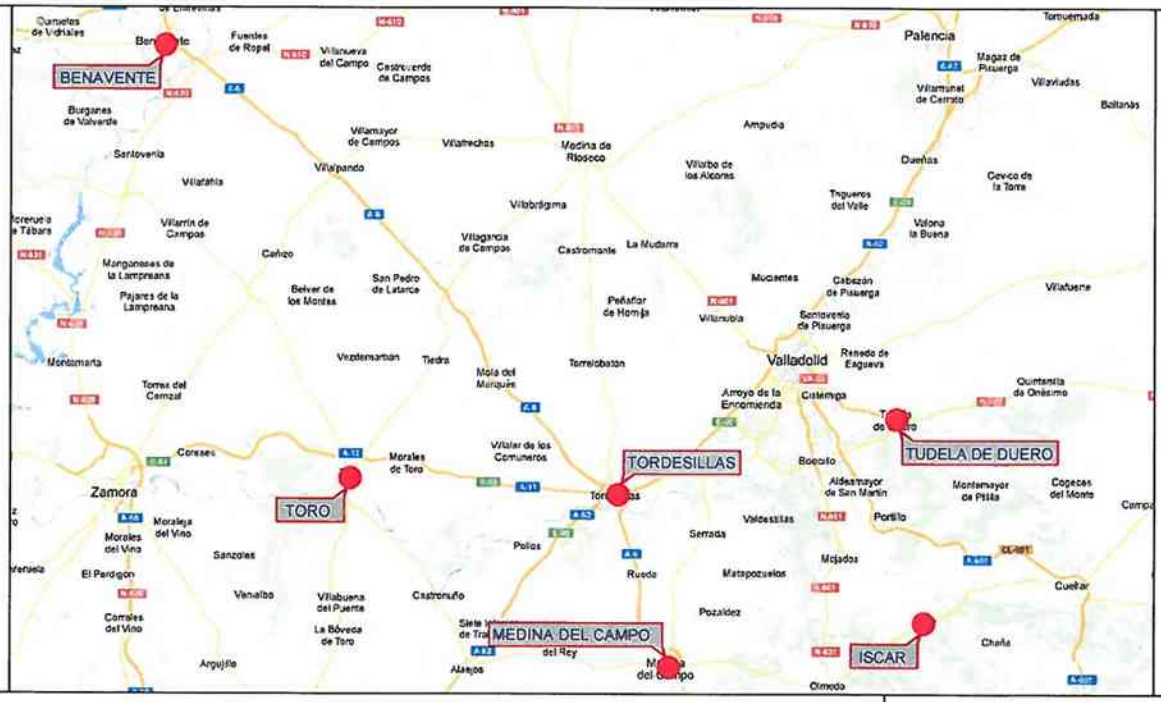
6.043.745,68 €

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO



TOMO 8

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

ANEJOS 13, 14 Y 15

CONSULTORAS U.T.E.:

INCISA
INGENIERÍA CIVIL INTERNACIONAL, S.A.

ECOSISTEMAS 2.000 S.L.
INGENIERÍA DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE

INDICE

- Tomo 1.- **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Memoria

Anejo nº1: Ficha Técnica

Anejo nº2: Descripción de la situación Actual

Anejo nº3: Cálculos de las nuevas incorporaciones a la EDAR

- Tomo 2. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº4: Funcionamiento del proceso actual

Anejo nº5: Estudio de Alternativas

- Tomo 3. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº6: Estudio de Caracterización de Vertidos

Anejo nº7: Topografía

- Tomo 4. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº8: Geología y Geotecnia

- Tomo 5. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº9: Descripción y cálculos de la Solución Adoptada

Anejo nº10: Cálculos hidráulicos

- Tomo 6. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº11: Cálculos Estructurales

- Tomo 7. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº12: Electricidad

- Tomo 8. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº13: Control y Automatización

Anejo nº14: Instrumentación

Anejo nº15: Operación y Mantenimiento

- Tomo 9. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº16: Documentación Ambiental

Anejo nº17: Estudio de Inundabilidad

Anejo nº18: Expropiaciones y Servicios Afectados

- Tomo 10. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº19: Estudio de Seguridad y Salud

Anejo nº20: Control de Calidad

Anejo nº21: Gestión de Residuos

- Tomo 11. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº22: Plan de Obra

Anejo nº23: Justificación de Precios

Anejo nº24: Presupuesto para cocimiento de la Administración

- **Tomo 12.** **Doc.nº2: Planos**
  Planos de Medina del Campo, Iscar y Tordesillas

- **Tomo 13.** **Doc.nº2: Planos**
  Planos de Tudela de Duero, Benavente y Toro

- **Tomo 14.** **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**

- **Tomo 15.** **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**
  Especificaciones Técnicas Particulares

- **Tomo 16.** **Doc.nº4: Presupuesto**
  Mediciones

- **Tomo 17.** **Doc.nº4: Presupuesto**
  Cuadro de Precios
  Presupuesto

ANEJO Nº 13

CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

13.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 5
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 8
3.1. HARDWARE 8
3.2. SOFTWARE 14
3.3. INCIDENCIAS 14

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Medina del Campo (Valladolid).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC modular de las siguientes características:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 2
- Marca: Omron
- Modelo: C200HW-PA204S
- Ve: 170/264 Vac, 50/60Hz
- Vs: 24Vcc.,0,8ª,
    - Capacidad de salida 5Vcc: 4,6A
    - Capacidad de salda 26Vcc: 0,62ª
    - Pot.máx de salida: 30W

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Omron
- Modelo CPU: CS1, REF:CS1G-CPU45H
- Memoria Central: 64 Kwords
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- Puertos de Comunicación integrados en la CPU:
  - 2 Puertos RS232. Un puerto está conectado a la pantalla HMI del CGD-CCM1, y el otro puerto a la pantalla HMI del CCM2.
  - 1 Puerto RS422. El puerto está conectado al sinóptico.
- Máximo nº de puntos E/S: 5120
- Máximo nº de Unidades de E/S: 80

Módulos de Entradas Digitales

.

- Cantidad: 6 Módulos
- Marca: Omron
- Modelo C200H-ID217
- Nº E/D:64
- Tensión de Alimentación: 24 Vcc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Omron
- Modelo C200H-OD219
- Nº S/D:64
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Omron
- Modelo C200H-AD003
- Nº E/A:8
- Rango Entrada: 4-20 mA

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Omron
- Modelo C200H-DA004
- Nº S/A:8
- Rango de salida: 4-20 mA

Módulos de Comunicaciones.

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Omron
- Tipo: Controller Link, Fibra óptica
- Modelo CS1W-SCB41

Bastidores

- Cantidad: 1
- Marca: Omron
- Modelo: CS1W-BC103
- Tipo: Rack de CPU
- Nº Slots: 10
- Conector de expansión: SI
- Ancho: 550mm
- Cantidad: 1
- Marca: Omron
- Modelo: CS1W-BI103
- Tipo: Rack de expansión
- Nº Slots: 10

- Conector de expansión: SI
- Ancho: 550mm

Slots de Reserva

- En Rack 1:2
- En Rack 2:5
- Total:7

2.2. SOFTWARE

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Omron software CX Supervisor.

El PLC está conectado al PC Supervisor mediante fibra óptica a través de un MODEM Westermo LD-65. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si

se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha		
Defecto		
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

		LOCALES							
		UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	UD.	ED	SD	EA	SA	ED	SD	EA	SA
Tamiz Rotativo para fangos	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Bombas dosificadoras de cloruro férrico (Edifico existente)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Agitadores Sumergidos (Selector)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Agitador de accionamiento central (Espesamiento de fangos biológicos)	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Bombas mono de Tornillo helicoidal	2	3	1	0	1	6	2	0	2
Alimentación Equipo Compacto para Tto.Escurridos	1	6	2	0	0	6	2	0	0
Bombas Sumergibles (Arqueta de escurridos Centrífuga)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bombas Centrífugas tipo Brotes (Equipo compacto)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Medidor Ultrasónico Parshall (Obra de Salida)	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Alimentación Controlador (2 Sondas LDO)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Alimentación Controlador (2 Sondas NH4/NO3)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Variador Soplante de reserva	1	3	1	0	1	3	1	0	1

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					46	15	5	3
Totales adoptadas (mínimo+10%)					64	64	8	8
Tarjetas	64	64	8	8	1 x 64	1 x 64	1 x 8	1X8

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

3.3. INCIDENCIAS

Actualmente, la E.D.A.R dispone de 3 motosoplantes siendo el régimen de funcionamiento: (2+1) "*2soplantes en régimen permanente y una de reserva*".

El tipo de arranque de las 2 motosoplantes que trabajan simultáneamente se realiza mediante variador de frecuencia, y la de reserva mediante arranque directo.

Las principales características son:

Soplantes en régimen de funcionamiento continuo:

- Soplantes: MPR sem 40-tr, 3600 l/m Nº ID 10904, 110 kW, pre.dif 0,6 bar, 1500rpm.
- Variador de frecuencia: Danfoss VLT-5125

Soplantes de reserva:

- Soplante:MPR sem 41-trc, 3600l/m, nº ID 19071, 110 kW pres dif 0,6 bar, din 200.

Atendiendo a las necesidades de la planta, será necesario incluir las siguientes actuaciones:

- Regular la velocidad de giro de la tercera moto-soplante en función de la demanda de oxígeno mediante lazos de regulación.
- Registro de parámetros así como horas de funcionamiento en el SCADA.
- Alternancia entre equipos en función de las horas de funcionamiento, y régimen de funcionamiento de cada una de las moto-soplantes.
- Posibilidad de establecer un control manual, semi-automático y automático en cada soplante.

13.2. E.D.A.R DE ISCAR

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 5
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 7
3.1. HARDWARE 7
3.2. SOFTWARE 13
3.3. INCIDENCIAS 14

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Iscar (Valladolid).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC modular. El sistema de conexión y adaptación de señales de control con los módulos de E/S del PLC, se realiza mediante un sistema de precableado, a través de módulos de Interface E/S.

A continuación se describen las características más singulares:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo : PS 307
- Ve: 120/230 Vac
- Vs: 5Vdc, 24Vdc.

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo CPU: 313 C-2DP 412-1
- Memoria Central: 64 kbytes
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- E/S Integradas: 16E/D, 16 S/D
- Interface Maestro PROFIBUS DP maestro/esclavo

Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 5 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM321-1BL00
- Nº E/D:32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM322-1BL00
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM331-7KF02
- Nº E/A:8
- Nº Bits: 12 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM332-5HF00
- Nº S/A:8
- Nº Bits: 12 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Interfafaz.

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 365 Send

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 365 Receive

Perfil soporte

- Cantidad: 1
- 530 mm.

Slots de Reserva

- En Perfil Din:2

Sistema de Precableado

Sistema precableado que permite la conexión y adaptación de señales de control de tarjetas PLC equipadas con conectores HE10

- Nº: 15 Módulos de Interface E/S ABE7, de la Marca Schneider electric.

2.2. SOFTWARE

En el PC de la planta se encuentran instalado el paquete software de visualización SCADA Simatic Pro Tool/Pro, de la marca Siemens que incluye:

- Software runtime Simatic ProTool/Pro RT
- Software de Configuración ProTool/Pro Configuración (CS)

El PLC está conectado al PC Supervisor mediante cable Profibus. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la

información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. Señales consideradas por elemento

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha			
Defecto			
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	**Salidas digitales**
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	**Salidas digitales**
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	**Salidas digitales**
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. Señales consideradas por instrumento

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. Listados de señales digitales y analógicas

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

		LOCALES							
		UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	UD.	ED	SD	EA	SA	ED	SD	EA	SA
Reja de Desbaste (Pretratamiento)	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Bombas dosificadoras de Cloruro Férrico (Depósito PRFV)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Agitadores sumergidos (En selector)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Soplantes (Edificio Industrial)	3	3	1	1	1	9	3	3	3
Medidor Ultrasónico Parshall (Obra de salida)	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1 Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda NH4/NO3)	3	0	0	1	0	0	0	3	0

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					24	8	7	3
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	8	8
Tarjetas	32	32	8	8	1 x 32	1 x 32	1 x 8	1X8

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

3.3. INCIDENCIAS

Bombeo

Actualmente el bombeo de agua bruta se compone de 4 bombas sumergibles FLYGT modelo NP 3153 MT, equipadas con variadores de frecuencia de la marca telemecanique modelo Altivar31 de potencia nominal 11Kw cada uno. La variación de velocidad de giro para cada una de las bombas se efectúa en modo local-manual a través de potenciómetros colocados en el frontal del panel de CGD-CCM.

El funcionamiento del bombeo se realiza mediante un sistema de boyas de nivel. Existen 4 boyas: la primera es una boya de seguridad, la 2ª, 3ª y la 4ª son las encargadas de arrancar una dos o tres bombas en función del nivel alcanzado. Existe un nivel ultrasónico pero solamente funciona como información del nivel del pozo, (valor parametrizado en el Scada).

Para un funcionamiento óptimo sería necesario automatizar el proceso de arranque, paro y velocidades de las bombas, en función del nivel medido por el medidor ultrasónico, mediante lazos de regulación, utilizando las boyas actuales como enclavamientos de seguridad en la maniobra.

Deshidratación de Fangos

La centrífuga deshidrata el fango y este se eleva a un silo de almacenamiento. Cuando el silo alcanza su nivel máximo, al no intervenir ningún dispositivo de enclavamiento en la maniobra de marcha/paro de la centrífuga, se produce el desbordamiento del fango.

Dado que silo posee un medidor ultrasónico, seria necesario registrar la lectura del mismo en el SCADA, además de utilizarse como enclavamiento de seguridad en la maniobra tanto en el modo de funcionamiento Manual como Automático.

Equipo de Alarmas Telecontrol GSM

Se precisa la instalación un equipo de alarmas telecontrol GSM/GRPS, para el aviso de incidencias (vía GSM), que puedan ocurrir fuera del horario de trabajo establecido, permitiendo de este modo una mayor rapidez en la detección y resolución de averías.

Para ello se instalará un equipo de alarmas telecontrol autónomo, encargado principalmente de la adquisición y almacenamiento de datos mediante la función Datalogger: Este sistema permite transmitir el estado de las variables consideradas de forma periódica o por cambio de estado (evento), según la programación realizada.

El dispositivo tiene la capacidad de comunicación ModBus, para comunicarse en caso necesario con el PLC actual, además de disponer de E/S físicas.

13.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 4
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 7
3.1. HARDWARE 7
3.2. SOFTWARE 13
3.3. INCIDENCIAS 13

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Tordesillas (Valladolid).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC de bastidor con las siguientes características:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 1
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSXPSY2600M
- Ve: 24 Vcc
- Vs: 5Vcc/24Vcc.
- Potencia útil total: 50W.

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Schneider electric
- Modelo CPU: TSX P572634M
- Memoria Central: 160/192 Kwords
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- Puertos de Comunicación integrados en la CPU:

  - 1 Puerto Ethernet 100 base T.
- Máximo nº de puntos E/S: 1.094
- Máximo nº de Racks: 16

Módulos de Comunicaciones

- Cantidad: 1
- Marca: Schneider electric
- Modelo CPU: TSX SCY11601
- Tipo: Modbus, en rack 19,2 kbits/s

Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 3 Módulos
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSXDEY32D2K
- Tipo de conector: HE 10, para asociación con el sistema de precableado adbantys Telefast AB7
- Nº E/D:32
- Tensión de Alimentación: 24 Vcc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSXDSY32T2K
- Tipo de conector: HE 10, para asociación con el sistema de precableado adbantys Telefast AB7
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,1 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSYAEY1600
- Nº E/A:16
- Rango Entrada: 4-20 mA

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSXASY800
- Nº S/A:8
- Rango de salida: 4-20 mA

Bastidores

- Cantidad: 1
- Marca: Schneider electric
- Modelo: TSXRKY8
- Tipo: Rack de CPU
- Nº Slots: 8

Slots de Reserva

- En Rack 1:2

2.2. SOFTWARE

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Schneider electric Vijeo Citect.

El PLC está conectado al PC Supervisor mediante conexión Ethernet. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha		
Defecto		
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

		LOCALES							
		UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	UD.	ED	SD	EA	SA	ED	SD	EA	SA
Agitador selector anaerobio	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Tamiz automático	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Concentrador de grasas	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Bombas dosificadoras de cloruro férrico	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bombas de trasiego	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bombas dosificadoras de poli	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Medidor de nivel para tolva	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1 Controlador (1sonda LDO+ 1 sonda Redox)	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1 Controlador (1sonda LDO+ 1 sonda Redox)	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Medidor de nivel Parshall	1	1	0	1	0	1	0	1	0

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					31	10	4	0
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	16	8
Tarjetas	32	32	16	8	1x 32	1 x 32	1 x 16	0X8

Se requiere la instalación de 3 módulos de E/S. Teniendo en cuenta que no quedan Slots de reserva en el Rack actual, se valora la sustitución del mismo por otro no extensible en configuración monorrack pero con un mayor número de Slots pasando de 8 a 12. Las características se muestran a continuación:

- Nº slots: 12
- Dimensiones: 482,6 x 160 x 151,5 mm

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

3.3. INCIDENCIAS

Actualmente la E.D.A.R dispone de licencia "run-time" del Software SCADA, pero no dispone de la licencia de configuración ni del programa desarrollado. Lo mismo sucede con el Software del PLC (Unity Pro). Cualquier ajuste que se realice en la planta, bien sea por modificaciones en el proceso o por la instalación o sustitución de nuevos equipos que requieran una parametrización distinta a la que se encuentra configurada, no se podrá incorporar en el proceso con un régimen de funcionamiento automático. Es por ello por lo que se considera la programación del Software Scada y PLC, así como las licencias de Software correspondientes.

13.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 5
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 7
3.1. HARDWARE 7
3.2. SOFTWARE 18
3.3. INCIDENCIAS 18

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Tudela de Duero (Valladolid).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC modular. El sistema de conexión y adaptación de señales de control con los módulos de E/S del PLC, se realiza mediante un sistema de precableado, a través de módulos de Interface E/S.

A continuación se describen las características más singulares:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo : PS 307
- Ve: 120/230 Vac
- Vs: 5Vdc, 24Vdc.

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo CPU: 315-2DP
- Memoria Central: 64 kbytes
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- E/S Integradas: 16E/D, 16 S/D
- Interface Maestro PROFIBUS DP maestro/esclavo

Módulos de Entradas Digitales

.

- Cantidad: 7 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM321-1BL00
- Nº E/D:32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM322-1BL00
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM331-7KF02
- Nº E/A:8
- Nº Bits: 12 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM332-5HF00
- Nº S/A:8
- Nº Bits: 12 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Interfafaz.

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 365 Send

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 365 Receive

Perfil soporte

- Cantidad: 1
- 530 mm.

Slots de Reserva

- En Perfil Din:3

Sistema de Precableado

Sistema precableado que permite la conexión y adaptación de señales de control de tarjetas PLC equipadas con conectores HE10

- Nº: 18 Módulos de Interface E/S ABE7, de la Marca Schneider electric.

2.2. SOFTWARE

En el PC de la planta se encuentran instalado el paquete software de visualización SCADA Simatic WinCC Flexible RT, de la marca Siemens.

El PLC está conectado al PC Supervisor mediante cable Profibus. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha			
Defecto			
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

		LOCALES							
		UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	UD.	ED	SD	EA	SA	ED	SD	EA	SA
Agitador (selector anaerobio)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bomba dosificadora de Cloruro férrico	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bomba de trasiego	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Medidor de nivel (Tolva de fango)	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Medidor de nivel (Pozo de bombeo)	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Medidor Ultrasónico Parshall (Obra de salida)	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda Redox)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda Redox)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda MLSS)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda MLSS)	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Variador de Frecuencia (Bombas de Agua Bruta)	4	0	0	0	1	0	0	0	4

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					19	6	11	4
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	8	8
Tarjetas	32	32	8	8	1 x 32	1 x 32	2 x 8	1 X 8

3.1.4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se requiere la instalación adicional de 6 módulos de E/S en el PLC , además de los respectivos dispositivos de precableado de Telefast de E/S. En el armario actual se dispone de espacio de reserva para poder incluir en el único bastidor actual como máximo 3 módulos de E/S.

Por lo descrito anteriormente, se requiere la instalación de otro bastidor adicional colocado en el Panel 2 del nuevo CCM2 a instalar, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones preescritas por el fabricante en lo que se refiere a la configuración económica en dos filas, (*configuración válida para 1 módulo máximo de ampliación*):

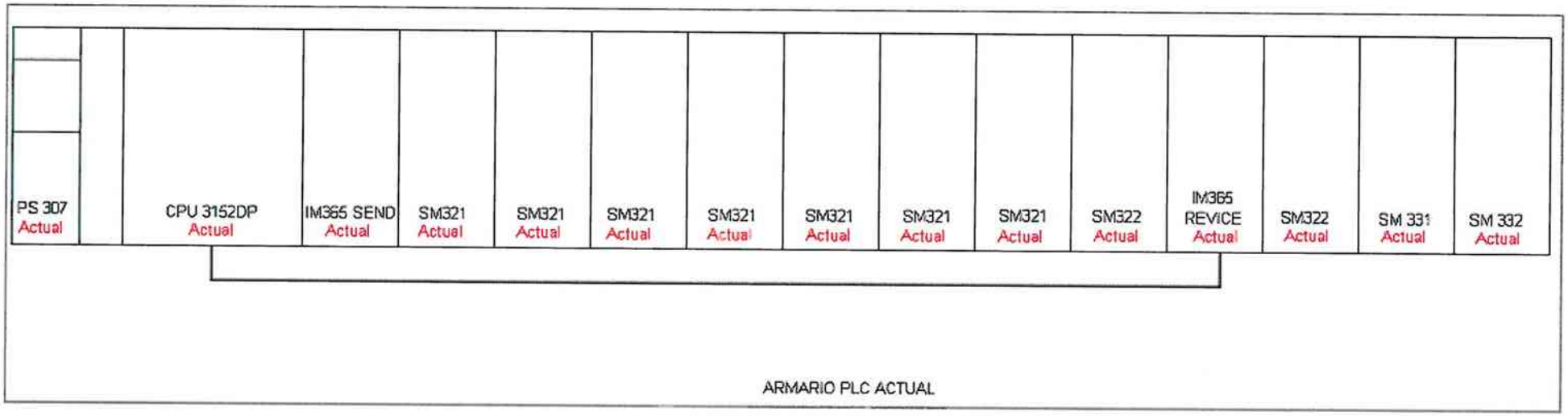
- Si se prevé una instalación en 2 bastidores, deberán emplearse:
    - 1 módulos de interfaz (IM365 Send), colocado en el bastidor 0.
    - 1 módulo de interfaz (IM365 Revice), colocado en el bastidor 1 y conectado a través de cable al (IM365 Send).
- Los módulos de interfaz conducen el bus de fondo de un S7-300 hasta el siguiente bastidor.
- La longitud máxima de los cables de conexión entre los módulos de interfaz es de 1m.
- En el bastidor 1 sólo se pueden enchufar módulos de señales; la toma de intensidad está limitada a 1,2 A en total; en el bastidor 1, a un máximo de 0,8 A.
- La CPU deberá estar colocada en el bastidor 0.
- El módulo de interfaz (IM), ocupa siempre el slot 3 (slot 1: fuente de alimentación, slot 2: CPU, slot 3: módulo de interfaz) y siempre está a la izquierda del primer módulo de señales.

- En cada bastidor pueden enchufarse como máximo 8 módulos (SM, FM, CP).

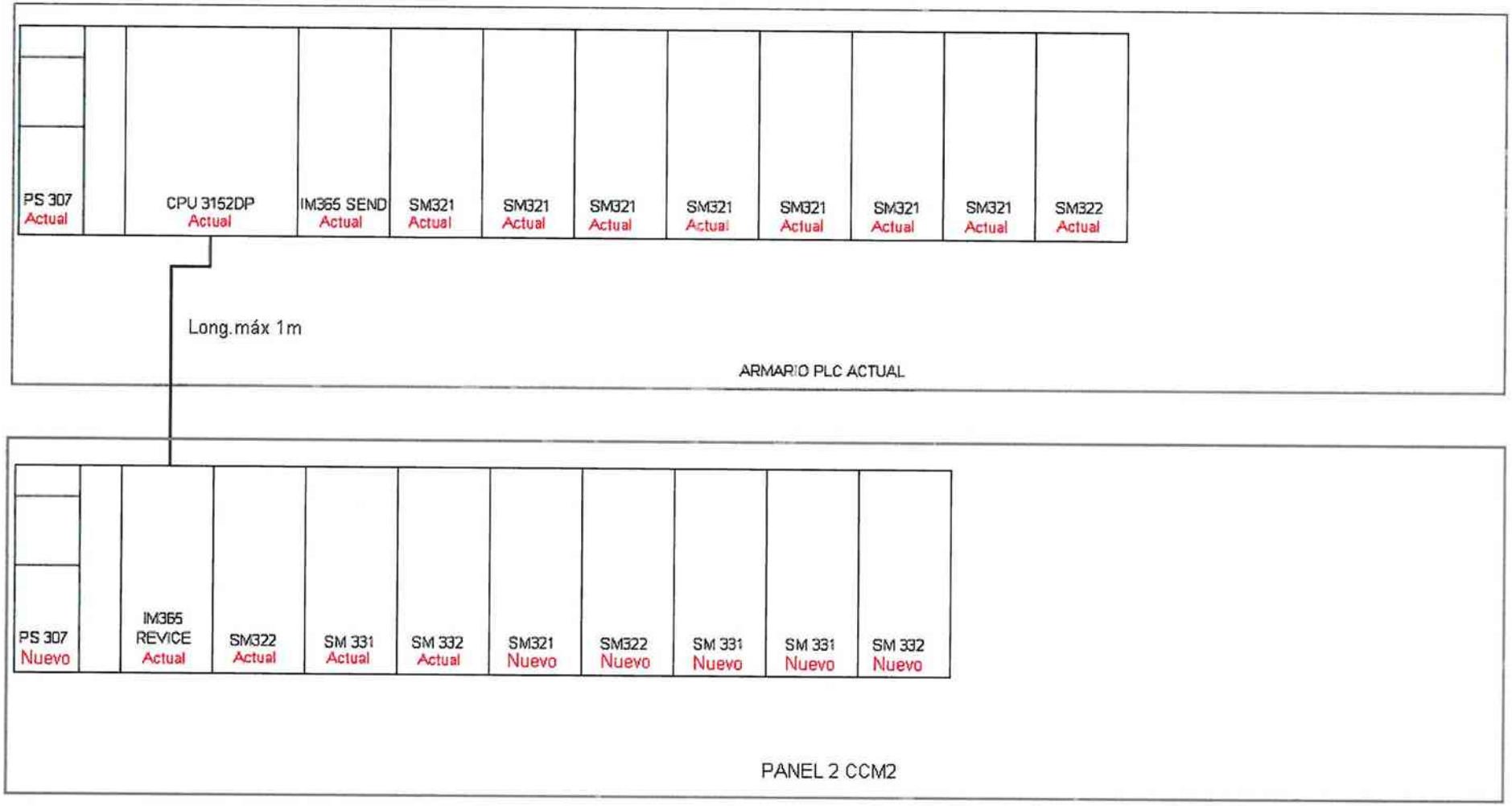
- El número de módulos enchufados (SM, FM, CP) está limitado por el consumo de corriente permitido del bus posterior S7-300. El consumo de corriente total no puede exceder 1,2 A por fila.

Teniendo en cuenta la arquitectura Hardware implementada y las condiciones preescritas por el fabricante, a continuación se muestra un gráfico representativo de la arquitectura Hardware empleada actualmente y la solución de la nueva.

Arquitectura Hardware actual



Solución adoptada de la Arquitectura Hardware



Resumen

	Configuración Hardware		
Módulo	Nº Módulos Config.Actual	Nº Módulos Config.Nueva	Diferencia
PS 307 (Fuente de Alim.)	1	2	1
CPU (315-2DP)	1	1	0
IM 365 SEND	1	1	0
IM 365 REVICE	1	1	0
SM 321 (32 ED)	7	8	1
SM 322 (32 SD)	2	3	1
SM 331 (8 E/A)	1	3	2
SM 332 (8 S/A)	1	2	1
	15	21	6

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

3.3. INCIDENCIAS

Bombeo

Actualmente el bombeo de agua bruta se compone de 4 bombas sumergibles, de tensión trifásica 3P, 400 V, y 2 Kw de potencia cada una. El tipo de arranque implementado en cada una de ellas es mediante arranque directo. El funcionamiento del bombeo se realiza mediante un sistema por boyas de nivel. Existen 6 boyas: la

primera es una boya de seguridad, la 2ª, 3ª , 4ª y 5ª son las encargadas de arrancar una, dos , tres o 4 bombas en función del nivel alcanzado.

Para un funcionamiento óptimo sería necesario automatizar el proceso de arranque, paro y velocidades de las 4 bombas, en función del nivel medido por el medidor ultrasónico, estableciendo lazos de regulación entre el medidor y los variadores de frecuencia, teniendo en cuenta consignas de funcionamiento introducidas desde el software Scada y las parametrizaciones efectuadas en el PLC entre los distintos niveles, utilizando las boyas actuales como enclavamientos de seguridad en la maniobra y sustituyendo el tipo de arranque por variadores de frecuencia.

13.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 4
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL. 7
3.1. HARDWARE 7
3.2. SOFTWARE 13

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Benavente (Zamora).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC modular de las siguientes características:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo: PS 407
- Ve: 120/230 Vac
- Vs: 5Vdc, 24Vdc.

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Siemens
- Modelo CPU: 412-1
- Memoria Central: 288 kbytes
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- Interface Maestro MPI/PROFIBUS DP
- Slot para Memory Card.

Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 10 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM421-1BL01
- Nº E/D:32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 4 Módutos
- Marca: Siemens
- Modelo SM422-1BL00
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM431-1KF00
- Nº E/A:8
- Nº Bits: 13 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Siemens
- Modelo SM432-1HF00
- Nº S/A:8
- Nº Bits: 13 bits con aislamiento galvánico

Módulos de Interfafases (Receptor para acoplamiento centralizado, conexión entre bastidores).

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 460-1

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Siemens
- Modelo IM 461-1

Bastidores

- Cantidad: 2
- Marca: Siemens
- Modelo UR1
- Configuración de Hardware: Máximo 18 slots de ancho simple.

Slots de Reserva

- En Rack 1:1
- En Rack 2:11
- Total:12

2.2. SOFTWARE

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Siemens software Win CC.

El PLC está conectado al PC Supervisor mediante cable Profibus. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para

cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas Analógicas	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha			
Defecto			
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

		LOCALES							
		UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	UD.	ED	SD	EA	SA	ED	SD	EA	SA
Compuerta mural (Salida Selector)	1	3	1	0	0	3	1	0	0
Bomb.Dosif.Cloruro Férrico (Depósito PRFV)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Agitador Sumergible (Tanque de Tormentas)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Medidor electromagnético de Caudal en tubería 500 mm (Entrada Selector)	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Sondas LDO	2	0	0	1	0	0	0	2	0
Sondas NH4	2	0	0	1	0	0	0	2	
Sondas NH3	2	0	0	1	0	0	0	2	0
Bombas Sumergibles (Arqueta escurridos centrífuga)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Bombas Centrífugas Horizontales (En equipo Compacto)	2	3	1	0	0	6	2	0	0
Equipo Compacto (Tratamiento de Escurridos)	1	6	2	0	0	6	2	0	0

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					34	11	7	0
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	8	8
Tarjetas	32	32	8	8	2 x 32	1 x32	1 x 8	0X8

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

13.6.1. TORO. E.D.A.R ACTUAL

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. HARDWARE 2
2.2. SOFTWARE 17
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL. 20
3.1. HARDWARE 20
3.2. SOFTWARE 29
3.3. INCIDENCIAS 29

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de la E.D.A.R de Toro (Zamora).

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

La automatización de la planta está implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

2.1. HARDWARE

2.1.1. ARQUITECTURA DEL PLC

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC montado en Chasis modular de las siguientes características:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 2
- Marca: Allen Bradley
- Modelo: 1746-P1
- Ve: 170/265 Vac, 50/60Hz
- Capacidad de salida 24Vcc: 200 mA

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo CPU: SLC 5/05 L551
- Memoria Central: 16 Kwords
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- Puertos de Comunicación integrados en la CPU:
    - 1 Puerto RS232. El puerto está conectado a un Módem GSM/GPRS.
    - 1 Puerto Ethernet TCP/IP.
- Máximo nº de puntos E/D: 4096
- Máximo nº de puntos S/D: 4096

Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 7 Módulos
- Marca: Allen Bradley
- Modelo: 1746-IB32
- Nº E/D: 32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 2 Módulos
- Marca: Allen Bradley
- Modelo: 1746-OB32
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-NI16I
- Nº E/A:16
- Rango Entrada: 4-20 mA

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-NO8I
- Nº S/A:8
- Rango de salida: 0-20 mA

Módulos de Comunicación

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Prosoft
- Modelo MVI46-MCM
- Módulo de comunicación maestro/esclavo de tecnología MVI46-MCM Modbus de ProSoft para la plataforma de Allen-Bradley 500 SLC.
- Puertos de la aplicación:
    - P1: RJ45
    - P2: RS-232, 485 y 422 (seleccionable por jumper).

Chasis Modular

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-AE10
- Nº Ranuras: 10

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-A4
- Nº Ranuras: 4

Cable de interconexión entre chasis

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-C7
- Long.Máx: 0,15 m

2.1.2. E/S DEL PLC

CPU				
CONTROLADOR	LAS PALABRAS DE INSTRUCCIÓN DE MEMORIA	MÁX E/S	E/S OPCIONES	PUERTOS DE COMUNICACIÓN
SLC5/05	16 K, 32 K ó 64 K	4096	E/S Locales E/S Remotas	Ethernet (10BASE-T 10/100 Mbps) RS-232-C (ASCII o DF1)

MÓDULOS DE ENTRADAS DIGITALES			
COD.REF	Nº DIGITAL INPUTS	ALIMENTACIÓN	TAG
1746-IB32	32	24 VDC	A1
1746-IB32	32	24 VDC	A2
1746-IB32	32	24 VDC	A3
1746-IB32	32	24 VDC	A4
1746-IB32	32	24 VDC	A5
1746-IB32	32	24 VDC	A6
1746-IB32	32	24 VDC	A7
Total D.I = 224			

MÓDULOS DE ENTRADAS ANALÓGICAS			
COD.REF	Nº ANALOGE INPUTS	ALIMENTACIÓN	TAG
1746-NI16I	16	0-20 mA	A8
Total A.I = 16			

MÓDULOS DE SALIDAS ANALÓGICAS			
COD.REF	Nº ANALOGE OUTPUTS	ALIMENTACIÓN	TAG
1746-NO8I	8	0-20 mA	A9
Total A.O = 8			

MÓDULOS DE SALIDAS DIGITALES			
COD.REF	Nº DIGITAL OUTPUTS	ALIMENTACIÓN	TAG
1746-OB32	32	10-50 VDC	A10
1746-OB32	32	10-50 VDC	A11
Total D.O = 64			

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A1	1	COMÚN	
A1	2	COMÚN	
A1	3	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 1
A1	4	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 1
A1	5	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 1
A1	6	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 2
A1	7	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 2
A1	8	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 2
A1	9	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 3
A1	10	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 3
A1	11	COMÚN	
A1	12	COMÚN	
A1	13	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 3
A1	14	Automático	Bomba de Agua Bruta nº4
A1	15	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº4
A1	16	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº4
A1	17	Automático	Bomba de Agua Bruta nº5
A1	18	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº5
A1	19	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº5
A1	20	Automático	Tamiz Escalera nº 1
A1	21	COMÚN	
A1	22	COMÚN	
A1	23	Marcha adelante	Tamiz Escalera nº 1
A1	24	Marcha atrás	Tamiz Escalera nº 1
A1	25	Defecto	Tamiz Escalera nº 1
A1	26	Automático	Tamiz Escalera nº 2
A1	27	Marcha adelante	Tamiz Escalera nº 2
A1	28	Marcha atrás	Tamiz Escalera nº 2
A1	29	Defecto	Tamiz Escalera nº 2
A1	30	Automático	Tornillo Transportador Compactador
A1	31	COMÚN	
A1	32	COMÚN	
A1	33	Marcha	Tornillo Transportador Compactador
A1	34	Defecto	Tornillo Transportador Compactador
A1	35	Automático	Agitador Sumergible nº 1
A1	36	Marcha	Agitador Sumergible nº 1
A1	37	Defecto	Agitador Sumergible nº 1
A1	38	Automático	Agitador Sumergible nº 2
A1	39	Marcha	Agitador Sumergible nº 2
A1	40	Defecto	Agitador Sumergible nº 2

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A2	1	COMÚN	
A2	2	COMÚN	
A2	3	Automático	Agitador Sumergible nº 3
A2	4	Marcha	Agitador Sumergible nº 3
A2	5	Defecto	Agitador Sumergible nº 3
A2	6	Automático	Agitador Sumergible nº 4
A2	7	Marcha	Agitador Sumergible nº 4
A2	8	Defecto	Agitador Sumergible nº 4
A2	9	Automático	Agitador Sumergible nº 5
A2	10	Marcha	Agitador Sumergible nº 5
A2	11	COMÚN	
A2	12	COMÚN	
A2	13	Defecto	Agitador Sumergible nº 5
A2	14	Automático	Agitador Sumergible nº 6
A2	15	Marcha	Agitador Sumergible nº 6
A2	16	Defecto	Agitador Sumergible nº 6
A2	17	Automático	Clasificador de Arenas
A2	18	Marcha	Clasificador de Arenas
A2	19	Defecto	Clasificador de Arenas
A2	20	Automático	Separador de Grasas
A2	21	COMÚN	
A2	22	COMÚN	
A2	23	Marcha	Separador de Grasas
A2	24	Defecto	Separador de Grasas
A2	25	Automático	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	26	Defecto	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	27	Apertura	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	28	Cierre	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	29	Abierta	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	30	Cerrada	Compuerta Reguladora Entrada Biológico
A2	31	COMÚN	
A2	32	COMÚN	
A2	33	Automático	Agitador Estanque de Tormentas nº 1
A2	34	Marcha	Agitador Estanque de Tormentas nº 1
A2	35	Defecto	Agitador Estanque de Tormentas nº 1
A2	36	Automático	Agitador Estanque de Tormentas nº 2
A2	37	Marcha	Agitador Estanque de Tormentas nº 2
A2	38	Defecto	Agitador Estanque de Tormentas nº 2
A2	39	Automático	Espesador de Gravedad
A2	40	Marcha	Espesador de Gravedad

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A3	1		COMÚN
A3	2		COMÚN
A3	3	Defecto	Espesador de Gravedad
A3	4	Automático	Bomba Alimentación Centrífuga nº 1
A3	5	Marcha	Bomba Alimentación Centrífuga nº 1
A3	6	Defecto	Bomba Alimentación Centrífuga nº 1
A3	7	Automático	Bomba Alimentación Centrífuga nº 2
A3	8	Marcha	Bomba Alimentación Centrífuga nº 2
A3	9	Defecto	Bomba Alimentación Centrífuga nº 2
A3	10	Automático	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 1
A3	11		COMÚN
A3	12		COMÚN
A3	13	Automático	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 1
A3	14	Automático	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 1
A3	15	Automático	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 2
A3	16	Marcha	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 2
A3	17	Defecto	Bomba Dosificadora Polielectrolito nº 2
A3	18	Automático	Tornillo Trans.Fango Deshidratado
A3	19	Marcha	Tornillo Trans.Fango Deshidratado
A3	20	Defecto	Tornillo Trans.Fango Deshidratado
A3	21		COMÚN
A3	22		COMÚN
A3	23	Automático	Bomba de Fango Deshidratado
A3	24	Marcha	Bomba de Fango Deshidratado
A3	25	Defecto	Bomba de Fango Deshidratado
A3	26	Automático	Tolva de Fango Deshidratado
A3	27	Defecto	Tolva de Fango Deshidratado
A3	28	Apertura	Tolva de Fango Deshidratado
A3	29	Cierre	Tolva de Fango Deshidratado
A3	30	Abierta	Tolva de Fango Deshidratado
A3	31		COMÚN
A3	32		COMÚN
A3	33	Cerrada	Tolva de Fango Deshidratado
A3	34	Automático	Ventilador Desodorización
A3	35	Marcha	Ventilador Desodorización
A3	36	Defecto	Ventilador Desodorización
A3	37	Automático	Agitador Cámara Anaerobia nº 1
A3	38	Marcha	Agitador Cámara Anaerobia nº 1
A3	39	Defecto	Agitador Cámara Anaerobia nº 1
A3	40	Automático	Agitador Cámara Anaerobia nº 2

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A4	1	COMÚN	
A4	2	COMÚN	
A4	3	Marcha	Agitador Cámara Anaerobia nº 2
A4	4	Defecto	Agitador Cámara Anaerobia nº 2
A4	5	Automático	Soplante Biológico nº 1
A4	6	Marcha	Soplante Biológico nº 1
A4	7	Defecto	Soplante Biológico nº 1
A4	8	Automático	Soplante Biológico nº 2
A4	9	Marcha	Soplante Biológico nº 2
A4	10	Defecto	Soplante Biológico nº 2
A4	11	COMÚN	
A4	12	COMÚN	
A4	13	Automático	Soplante Biológico nº 3
A4	14	Marcha	Soplante Biológico nº 3
A4	15	Defecto	Soplante Biológico nº 3
A4	16	Automático	Acelerador de Corriente nº 1
A4	17	Marcha	Acelerador de Corriente nº 1
A4	18	Defecto	Acelerador de Corriente nº 1
A4	19	Automático	Acelerador de Corriente nº 2
A4	20	Marcha	Acelerador de Corriente nº 2
A4	21	COMÚN	
A4	22	COMÚN	
A4	23	Defecto	Acelerador de Corriente nº 2
A4	24	Automático	Decantador Secundario nº 1
A4	25	Marcha	Decantador Secundario nº 1
A4	26	Defecto	Decantador Secundario nº 1
A4	27	Automático	Decantador Secundario nº 2
A4	28	Marcha	Decantador Secundario nº 2
A4	29	Defecto	Decantador Secundario nº 2
A4	30	Automático	Bomba Sobrenadantes nº 1
A4	31	COMÚN	
A4	32	COMÚN	
A4	33	Marcha	Bomba Sobrenadantes nº 1
A4	34	Defecto	Bomba Sobrenadantes nº 1
A4	35	Automático	Bomba Sobrenadantes nº 2
A4	36	Marcha	Bomba Sobrenadantes nº 2
A4	37	Defecto	Bomba Sobrenadantes nº 2
A4	38	Automático	Bomba de Recirculación nº 1
A4	39	Marcha	Bomba de Recirculación nº 1
A4	40	Defecto	Bomba de Recirculación nº 1

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A5	1	COMÚN	
A5	2	COMÚN	
A5	3	Automático	Bomba de Recirculación nº 2
A5	4	Marcha	Bomba de Recirculación nº 2
A5	5	Defecto	Bomba de Recirculación nº 2
A5	6	Automático	Bomba de Recirculación nº 3
A5	7	Marcha	Bomba de Recirculación nº 3
A5	8	Defecto	Bomba de Recirculación nº 3
A5	9	Automático	Bomba Fangos en Exceso nº 1
A5	10	Marcha	Bomba Fangos en Exceso nº 1
A5	11	COMÚN	
A5	12	COMÚN	
A5	13	Defecto	Bomba Fangos en Exceso nº 1
A5	14	Automático	Bomba Fangos en Exceso nº 2
A5	15	Marcha	Bomba Fangos en Exceso nº 2
A5	16	Defecto	Bomba Fangos en Exceso nº 2
A5	17	Automático	Bomba de Vaciados nº 1
A5	18	Marcha	Bomba de Vaciados nº 1
A5	19	Defecto	Bomba de Vaciados nº 1
A5	20	Automático	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 1
A5	21	COMÚN	
A5	22	COMÚN	
A5	23	Marcha	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 1
A5	24	Automático	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 2
A5	25	Marcha	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 2
A5	26	Automático	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº1
A5	27	Marcha	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº1
A5	28	Automático	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº2
A5	29	Marcha	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº2
A5	30	Automático	Electroválvula Limpieza Tamiz nº 1
A5	31	COMÚN	
A5	32	COMÚN	
A5	33	Marcha	Electroválvula Limpieza Tamiz nº 1
A5	34	Automático	Electroválvula Limpieza Tamiz nº 2
A5	35	Marcha	Electroválvula Limpieza Tamiz nº 2
A5	36	Automático	Electroválvula Limpieza Oxímetro nº 1
A5	37	Marcha	Electroválvula Limpieza Oxímetro nº 1
A5	38	Automático	Electroválvula Limpieza Oxímetro nº 2
A5	39	Marcha	Electroválvula Limpieza Oxímetro nº 2
A5	40	Automático	Electroválvula Limpieza Canal Desaren.

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A6	1		COMÚN
A6	2		COMÚN
A6	3	Marcha	Electroválvula Limpieza Canal Desaren.
A6	4	Mínimo	Boya Pozo Agua Bruta
A6	5	Mínimo	Boya Tamiz nº 1
A6	6	Mínimo	Boya Tamiz nº 2
A6	7	Máximo	Bomba Sobrenadantes nº 1
A6	8	Mínimo	Bomba Sobrenadantes
A6	9	Máximo	Bomba Sobrenadantes nº 2
A6	10		RESERVA
A6	11		COMÚN
A6	12		COMÚN
A6	13	Mínimo	Boya Recirculación y Fangos Exceso
A6	14	Mínimo	Boya Vaciados
A6	15	Alarma General	Centrífuga nº 1
A6	16	Listo para Funcionar	Centrífuga nº 1
A6	17	Mando Alimentación	Centrífuga nº 1
A6	18	Mando Estación Floculante	Centrífuga nº 1
A6	19	Mando Sinfín de Lodos	Centrífuga nº 1
A6	20	Alarma General	Centrífuga nº 2
A6	21		COMÚN
A6	22		COMÚN
A6	23	Listo para Funcionar	Centrífuga nº 2
A6	24	Mando Alimentación	Centrífuga nº 2
A6	25	Mando Estación Floculante	Centrífuga nº 2
A6	26	Mando Sinfín de Lodos	Centrífuga nº 2
A6	27	Translación izda	Desarenador nº 1
A6	28	Translación dcha	Desarenador nº 1
A6	29	Confirmación Marcha	Bomba Desarenador nº 1
A6	30	Paro General	Desarenador nº 1
A6	31		COMÚN
A6	32		COMÚN
A6	33	Térmico	Translación Desarenador nº 1
A6	34	Térmico	Bomba Desarenador nº 1
A6	35	Translación izda	Desarenador nº 2
A6	36	Translación dcha	Desarenador nº 2
A6	37	Confirmación Marcha	Bomba Desarenador nº 2
A6	38	Paro General	Desarenador nº 2
A6	39	Térmico	Translación Desarenador nº 2
A6	40	Térmico	Bomba Desarenador nº 2

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A7	1	COMÚN	
A7	2	COMÚN	
A7	3	Pulsos	Medidor Entrada Biológico
A7	4	Pulsos	Medidor Recir.Fangos
A7	5	Pulsos	Medidor Fangos Exceso
A7	6	Pulsos	Medidor Fangos a Centrifuga 1
A7	7	Pulsos	Medidor Fangos a Centrifuga 2
A7	8	F.C	Decantador 1
A7	9	F.C	Decantador 2
A7	10	RESERVA	
A7	11	COMÚN	
A7	12	COMÚN	
A7	13	Alarma	Poli
A7	14	Marcha	Poli
A7	15	Abierto	Interruptor General
A7	16	Cerrado	Interruptor General
A7	17	Marcha	Ventilador Soplante 1
A7	18	Marcha	Ventilador Soplante 2
A7	19	Marcha	Ventilador Soplante 3
A7	20	Pulsos	Tamiz 1
A7	21	COMÚN	
A7	22	COMÚN	
A7	23	Pulsos	Tamiz 1
A7	24	Nivel	Nivel Arqueta Bomba Agua Bruta
A7	25	Nivel	Nivel Tanque de Tormentas
A7	26	Automático	Tamiz 3
A7	27	Defecto	Tamiz 3
A7	28	Avance	Tamiz 3
A7	29	Retroceso	Tamiz 3
A7	30	Pulsos	Tamiz 3
A7	31	COMÚN	
A7	32	COMÚN	
A7	33	RESERVA	
A7	34	RESERVA	
A7	35	RESERVA	
A7	36	RESERVA	
A7	37	RESERVA	
A7	38	RESERVA	
A7	39	RESERVA	
A7	40	RESERVA	

TAG	Nº PATILLA	EQUIPO
A8	1	Medida Caudal Desarenado a Biológico
A8	2	Medida Caudal Recirculación de Fangos
A8	3	Medida Caudal Fangos Exceso a Espesador .
A8	4	Medida Caudal Fangos Espesados a Centrifuga nº 1
A8	5	Medida Caudal Fangos Espesados a Centrifuga nº 2
A8	6	Medida PH Salida Desarenado
A8	7	Medida PH Obra de Salida.
A8	8	Medida Oxígeno Biológico 1
A8	9	COMÚN
A8	10	COMÚN
A8	11	Medida Oxígeno Biológico 2
A8	12	Medida Redox Cámara Anaerobia 1
A8	13	Medida Redox Cámara Anaerobia 2
A8	14	Medida Redox Biológico 1
A8	15	Medida Redox Biológico 2
A8	16	Nivel Agua Bruta
A8	17	Nivel Tolva de Fangos
A8	18	Medida Tem./PH Salida Desarenador

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A9	1	+24 VDC	
A9	2	DC COMÚN	
A9	3	+	Bomba Agua Bruta nº 4
A9	4	-	
A9	5	+	Bomba Alimentación Centrifuga nº 1
A9	6	-	
A9	7	+	Bomba Alimentación Centrifuga nº 2
A9	8	-	
A9	9	+	Soplante Biológico Línea nº 1
A9	10	-	
A9	11	+	Soplante Biológico Línea nº 2
A9	12	-	
A9	13	+	Bomba Recirculación nº 3
A9	14	-	
A9	15	+	Reserva
A9	16	-	
A9	17	+	Reserva
A9	18	-	

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A10	1	COMÚN	
A10	2	COMÚN	
A10	3	Marcha	Bomba Agua Bruta nº 1
A10	4	Marcha	Bomba Agua Bruta nº 2
A10	5	Marcha	Bomba Agua Bruta nº 3
A10	6	Marcha	Bomba Agua Bruta nº 4
A10	7	Marcha	Bomba Agua Bruta nº 5
A10	8	Adelante	Tamiz Escalera nº 1
A10	9	Atrás	Tamiz Escalera nº 1
A10	10	Adelante	Tamiz Escalera nº 2
A10	11	Atrás	Tamiz Escalera nº 2
A10	12	Marcha	Tornillo Transportador Compactador
A10	13	Marcha	Agitador Sumergible nº 1
A10	14	Marcha	Agitador Sumergible nº 2
A10	15	Marcha	Agitador Sumergible nº 3
A10	16	Marcha	Agitador Sumergible nº 4
A10	17	Marcha	Agitador Sumergible nº 5
A10	18	Marcha	Agitador Sumergible nº 6
A10	19	COMÚN	
A10	20	COMÚN	
A10	21	COMÚN	
A10	22	COMÚN	
A10	23	Marcha	Clasificador de Arenas
A10	24	Marcha	Separador de Grasas
A10	25	Abrir	Compuerta Regul. Entrada Biológico
A10	26	Cerrar	Compuerta Regul. Entrada Biológico
A10	27	Marcha	Agitador Estanque de Tormentas nº 1
A10	28	Marcha	Agitador Estanque de Tormentas nº 2
A10	29	Marcha	Espesador de Gravedad
A10	30	Marcha	Bomba Alimentación Centrífuga nº 1
A10	31	Marcha	Bomba Alimentación Centrífuga nº 2
A10	32	Marcha	Bomba Dosif.Poli nº 1
A10	33	Marcha	Bomba Dosif.Poli nº 2
A10	34	Marcha	Tornillo Transportador Fango Desh.
A10	35	Marcha	Bomba Fango Deshidratado
A10	36	Abrir	Tolva Fango Deshidratado
A10	37	Cerrar	Tolva Fango Deshidratado
A10	38	Marcha	Ventilador Desodorización
A10	39	COMÚN	
A10	40	COMÚN	

TAG	Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
A11	1	COMÚN	
A11	2	COMÚN	
A11	3	Marcha	Agitador Cámara Anaeróbica nº 1
A11	4	Marcha	Agitador Cámara Anaeróbica nº 2
A11	5	Marcha	Soplante Biológico nº 1
A11	6	Marcha	Soplante Biológico nº 2
A11	7	Marcha	Soplante Biológico nº 3
A11	8	Marcha	Acelerador de Corriente nº 1
A11	9	Marcha	Acelerador de Corriente nº 2
A11	10	Marcha	Decantador Secundario nº 1
A11	11	Marcha	Decantador Secundario nº 2
A11	12	Marcha	Bomba Sobrenadantes nº 1
A11	13	Marcha	Bomba Sobrenadantes nº 2
A11	14	Marcha	Bomba Recirculación nº 1
A11	15	Marcha	Bomba Recirculación nº 2
A11	16	Marcha	Bomba Recirculación nº 3
A11	17	Marcha	Bombas Fangos en Exceso nº 1
A11	18	Marcha	Bombas Fangos en Exceso nº 2
A11	19	COMÚN	
A11	20	COMÚN	
A11	21	COMÚN	
A11	22	COMÚN	
A11	23	Marcha	Bomba Vaciados nº 1
A11	24	Marcha	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 1
A11	25	Marcha	Electroválvula PIC Purga Decantador nº 2
A11	26	Marcha	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº 1
A11	27	Marcha	Electroválvula Entrada Agua Centrífuga nº 2
A11	28	RESERVA	
A11	29	RESERVA	
A11	30	RESERVA	
A11	31	Marcha	Electroválvula Limpieza Oxímetro nº 2
A11	32	Marcha	Electroválvula Limpieza Canal Desaren.
A11	33	Marcha	Conmutación PH/TEM Salida Desarenador
A11	34	Avance	Tamiz 3
A11	35	Retroceso	Tamiz 3
A11	36	RESERVA	
A11	37	RESERVA	
A11	38	RESERVA	
A11	39	COMÚN	
A11	40	COMÚN	

2.1.3. SISTEMA DE PRECABLEADO

La conexión de las señales físicas de E/S, con los módulos de E/S del PLC, se realiza por medio de un sistema de precableado, usando módulos de interfaz que se interconectan a través de cables pre-conectados.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los módulos de interfaz empleados, dependiendo del tipo de módulo de E/S del PLC al que se interconecta:

Módulos de E/S del PLC			**Módulos de Interfaz de E/S**			**Descripción**
REF:	TAG	E/S	REF:	TAG	Nº PIN	
1746-IB32	A1	32 E/D	1492-IFM40D24	IB1	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A2	32 E/D	1492-IFM40D24	IB2	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A3	32 E/D	1492-IFM40D24	IB3	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A4	32 E/D	1492-IFM40D24	IB4	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A5	32 E/D	1492-IFM40D24	IB5	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A6	32 E/D	1492-IFM40D24	IB6	40	32 E/D Led Vdc
1746-IB32	A7	32 E/D	1492-IFM40D24	IB7	40	32 E/D Led Vdc
Módulos de E/S del PLC			**Módulos de Interfaz de E/S**			**Descripción**
1746-OB32	A10	32 S/D	1492-XIM4024-16RF + 1492-XIM24-16RF	OB1	40	Maestro de 40 pines de 16 relés de 24 Vcc + Expansor con dieciséis relés de 24 VCC
1746-OB32	A11	32 S/D	1492-XIM4024-16RF + 1492-XIM24-16RF	OB2	40	Maestro de 40 pines de 16 relés de 24 Vcc + Expansor con dieciséis relés de 24 VCC

2.2. SOFTWARE

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Siemens, Win CC, V6.0

El Sistema de Supervisión de la E.D.A.R está compuesto por un PC conectado al autómata mediante la Red Ethernet en el que se encuentra instalado el Software SCADA Win CC, V6. En el PC supervisor está instalado un paquete de supervisión o Scada. Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describen las pantallas de la aplicación de control.

Pantallas de Actuación de Equipos

Esta pantalla de actuación del equipo aparece cuando se pulsa con el ratón directamente sobre el motor que se quiera operar y se usaría para la mayoría de los equipos. En dicha pantalla de actuación aparecen las horas de funcionamientos, número de maniobras realizadas, el modo de funcionamiento (manual, remoto-telemando, remoto-automático), estado de funcionamiento (marcha, paro, defecto), además ofrece la posibilidad de poder operar dicho equipo a voluntad del operario de manera similar a si se acciona de forma manual mediante el pulsador, pero desde el scada (remoto-telemando), siempre y cuando el equipo esté controlado por el PLC. Si se elige el modo (remoto-automático) el equipo se pondrá en funcionamiento dependiendo de la secuencia programada en el PLC, de la parametrización introducida desde el scada y de otras señales de la planta que intervienen en el proceso. Dicho funcionamiento automático está programado en el PLC.

Pantallas de Proceso.

- Pantalla general

Desde esta pantalla se tiene acceso a las pantallas que representan los diferentes procesos de la planta.

- Pantallas Procesos

Desde una pantalla de este tipo pantalla se puede controlar la zona de la planta encargada de cada proceso.

Como norma general y para todos los equipos, existe una señalización que da una idea del estado en el que se encuentra cada una de los mismos en ese momento, atendiendo a la "lápida" que se encuentran al lado de cada equipo, indicando mediante un código de colores el modo y el estado de funcionamiento del equipo asociada.

- Pantallas de parámetros o Puntos de consigna.

En cada pantalla de proceso es posible acceder a las consignas asociadas a ese proceso, permitiendo la modificación de las mismas por parte del operador de planta.

- Barra de Alarmas

En la parte inferior del scada se encuentra una barra de alarmas en la que aparecen las diferentes alarmas que ocurren en la instalación, pudiendo discernir si dichas alarmas están solucionadas o no, y si están reconocidas o no. Mediante un pulsador en la pantalla es posible reconocer las alarmas.

Informes

Se pueden generar diferentes informes para facilitar la labor de operación de la planta (horas de funcionamiento, caudales, etc.). Tiene la posibilidad de exportarse la

información generada para poder ser consultada por medio de otros programas tales como las hojas de cálculo.

Gráficas

La información almacenada en la base de datos también puede ser consultada mediante gráficas (evolución de las diferentes señales a lo largo del tiempo, etc.)

Niveles de usuario

Es posible establecer un control de acceso al Software Scada mediante la habilitación de diferentes niveles de usuario jerarquizados, cada uno de ellos pudiendo realizar únicamente una serie de tareas.

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. HARDWARE

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

3.1.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha		
Defecto		
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1

Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

3.1.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

- En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

- Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

- Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

3.1.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

			LOCALES							
			UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	**UD.**	**TIPO.**	**ED**	**SD**	**EA**	**SA**	**ED**	**SD**	**EA**	**SA**
Motor Compuerta (Pozo Gruesos)	1	INV	4	2	0	0	4	2	0	0
Concentrador de Grasas	1	D	3	1	0	0	3	1	0	0
Bomba de polielectrolito de tornillo helicoidal	3	D	3	1	0	0	9	3	0	0
Cuadro Local Centrífuga 3	1	A	5	0	0	0	5	0	0	0
Bomba Mono de tornillo de fangos espesados a deshidratación	2	VF	3	1	0	1	6	2	0	2
Bomba Impulsión a tolva de almacenamiento	1	VF	3	1	0	1	3	1	0	1
Motor Compuerta (Descarga tolva)	1	INV	4	2	0	0	4	2	0	0
Bomba dosificadora de cloruro férrico	2	D	3	1	0	0	6	2	0	0
Cuadro Local Equipo Compacto Tto Escurridos (3 Equipos arranque directo)	1	A	9	3	0	0	9	3	0	0
Bomba alimentación arqueta de escurridos	2	D	3	1	0	0	6	2	0	0
Bombeo de fangos al espesador	2	D	3	1	0	0	6	2	0	0
Cuadro Local Equipo Cavitación de fangos	1	A	15	0	0	0	15	0	0	0
Alimentación Controlador (1sonda LDO + 1 sonda NH4/NH3)	1	A	0	0	2	0	0	0	2	0
Alimentación Controlador (1sonda LDO + 1 sonda NH4/NH3)	1	A	0	0	2	0	0	0	2	0
Soplante Biológico nº 2	1	VF	3	1	0	1	3	1	0	1

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					79	21	4	4
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	16	8
Tarjetas	32	32	16	8	3 x 32	1 x 32	1 x 16	1 X 8

3.1.4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se requiere la instalación adicional de 6 módulos de E/S en el PLC , además de los respectivos dispositivos de precableado de Telefast de E/S. En el armario actual no se dispone de espacio de reserva ni para incluir un módulo de E/S en el único Chasis de PLC, ni para añadir un segundo chasis de ampliación.

Por lo descrito anteriormente, se requiere la instalación de otro Armario de PLC de características similares al existente de dimensiones (2200x800x600mm), situado al lado del Armario de PLC actual conteniendo en su interior los siguientes dispositivos de control de E/S:

Fuente de Alimentación

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo: 1746-P1
- Ve: 170/265 Vac, 50/60Hz
- Capacidad de salida 24Vcc: 200 mA

Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 3 Módulos
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo: 1746-IB32 o similar
- Nº E/D: 32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo: 1746-OB32 o similar
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc

- Intensidad de Salida: 0,5 A

Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulo
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo 1746-NI16I o similar
- Nº E/A:16
- Rango Entrada: 4-20 mA

Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo 1746-NO8I o similar
- Nº S/A:8
- Rango de salida: 0-20 mA

Chasis Modular

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo 1746-A13
- Nº Ranuras: 13

Cable de interconexión entre chasis

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo 1746-C16 o similar
- Long.Máx: 1,22 m

Módulo de Interfaz de E/D

- Cantidad: 3
- Marca: Allen Bradley o similar
- Modelo 1492-IFM40D24 o similar

3.2. SOFTWARE

Programación en texto estructurado según la Norma IEC 61131-3., de los lazos de regulación (PI, PD, PID), necesarios para automatizar el proceso de funcionamiento de los equipos de nueva instalación.

Monitorización global del proceso, esto es, hacer un registro tanto de las medidas principales del sistema como de sus parámetros de funcionamiento, permitiendo tanto el análisis y gestión de la información almacenada (pantallas gráficas, curvas, informes, etc.) así como acciones manuales y automáticas.

3.3. INCIDENCIAS

Equipo de Alarmas Telecontrol GSM

Se precisa la instalación un equipo de alarmas telecontrol GSM/GRPS, para el aviso de incidencias (vía GSM), que puedan ocurrir fuera del horario de trabajo establecido, permitiendo de este modo una mayor rapidez en la detección y resolución de averías.

Para ello se instalará un equipo de alarmas telecontrol autónomo, encargado principalmente de la adquisición y almacenamiento de datos mediante la función Datalogger: Este sistema permite transmitir el estado de las variables consideradas de forma periódica o por cambio de estado (evento), según la programación realizada.

El dispositivo tiene la capacidad de comunicación ModBus, para comunicarse en caso necesario con el PLC actual, además de disponer de E/S físicas.

13.6.2. TORO. E.D.A.R PUENTE DE PIEDRA

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. FILOSOFIA DE CONTROL 1
3. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL 3
3.1. SUPERVISIÓN 3
3.2. AUTOMATISMOS 4
3.3. ALARMAS 4
4. EQUIPO DE CONTROL 5
4.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO 5
4.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO 8
4.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS 10
4.4. EQUIPO DE ALARMAS TELECONTROL GSM/GPRS 13

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto describir técnicamente las **Instalaciones del Control Automatizado** de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de **El Puente de Piedra,** situada en la localidad de **Toro (Zamora).**

2. FILOSOFIA DE CONTROL

La automatización de la planta será implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.

- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

Estas posibilidades son excluyentes y seleccionables por conmutador local.

Además de la ejecución de las secuencias de proceso, el Sistema de Control permitirá la supervisión y control del proceso concentrando toda la información en un puesto central para el seguimiento del proceso, parametrización y almacenamiento de datos históricos.

Todo esto se realizará mediante un Software de Control y Supervisión (SCADA), instalado en el Terminal táctil (HMI), utilizado como interfaz para cambiar consignas de funcionamiento por parte del operador y ver el estado de los motores y demás máquinas de la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Se establecerá la siguiente jerarquía en el mando y control de la planta:

- Mando desde botonera a pie de máquina, Local
- Mando desde el sistema de control a través del Terminal Táctil ,fuera de secuencia, Remoto.
- Mando desde el sistema de control a través del Terminal Táctil ,en secuencia, Automático.

3. FUNCIONES DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. SUPERVISIÓN

El Sistema de Supervisión de la E.D.A.R está compuesto por un Terminal Táctil (HMI) conectado al autómata mediante la Red Ethernet en el que se encuentra instalado el Paquete Software, Sobre este paquete de supervisión están diseñadas una serie de pantallas que dan una idea de la distribución de los equipos sobre la planta, estados de las mismos, marcha, paro, alarma, etc.., además de dar también una indicación de los diferentes procesos por los que el agua pasa para ser depurada antes de salir por el vertedero de salida. Adicionalmente y para cada equipo están diseñadas una serie de pantallas de actuación encargadas de controlar cada una de los equipos que intervienen en el proceso de depuración.

A continuación se describe un resumen de las funciones más significativas a realizar por el Software de aplicación de diálogo operador.

- Estado de cada equipo: automático, parada, fallo.
- Funcionamiento real: cuenta-horas en cada equipo y paradas con alarma.
- Temporización y consignas de todos los elementos.
- Registro de caudales, PH, temperatura y energía consumida.
- Posiciones de compuertas y válvulas automáticas.
- Señales de vertidos por aliviaderos.
- Registro de niveles en pozos, depósitos de reactivos, silos de fangos, etc.
- Posición de sondas de nivel y finales de carrera.
- Señales de los instrumentos de medida.
- Caudales resultantes en cada punto de tratamiento.

3.2. AUTOMATISMOS

Las principales funciones que desempeña el Sistema de Control basado en tecnología P.L.C son:

- Secuencias de arranque y parada de máquinas en función de niveles, horas de funcionamiento, enclavamientos,...etc.
- Regulación de compuertas en función de caudales medios, para obtener repartos iguales de caudal o repartos a voluntad.
- Test de las posiciones y funcionamiento de las sondas de nivel, limitadores de par y demás elementos de señal digital.
- Conteo de tiempos de funcionamiento y evaluaciones y totalización de caudales en función de potencias absorbidas, señales de hitos para el mantenimiento, etc.
- • Cambio de consigna de los bucles de control.

3.3. ALARMAS

Las principales alarmas a tener en cuenta son:

- Señal de fallo de motor.
- Señales de máximos o mínimos, provenientes de elementos como boyas de nivel, medidores de caudal, de oxígeno,...etc.
- Niveles mínimos en tanques de reactivos

4. EQUIPO DE CONTROL

Dependiendo del dispositivo a controlar, las señales de I/O a considerar en el PLC son las siguientes:

4.1. SEÑALES CONSIDERADAS POR ELEMENTO

- Alimentación Tetrapolar, AL4

Entradas digitales	Salidas digitales
Defecto	
TOTAL = 1	TOTAL = 0

- Arranque Directo, D

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

- Arranque Estrella-Triángulo, Yd

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

- Arranque con Variador de Frecuencia, VF

Entradas digitales	Salidas digitales	Salidas Analógicas
Automático/Remoto	Marcha	Tensión/Intensidad
Confirmación de Marcha		
Defecto		
TOTAL = 3	TOTAL = 1	TOTAL = 1

- Arranque Estático, AE

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marcha
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

- Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Monoestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir/Cerrar
Final carrera abierto	
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 1

- Compuertas y válvulas neumáticas o electroválvulas (Biestables)

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

- Compuertas y válvulas automáticas motorizadas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Abrir
Final carrera abierto	Cerrar
Final carrera cerrado	
Defecto	
TOTAL = 4	TOTAL = 2

- Polipastos y Puentes Grúas.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	Marchar
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 1

- Motores no controlados por el PLC.

Entradas digitales	Salidas digitales
Automático/Remoto	
Confirmación de Marcha	
Defecto	
TOTAL = 3	TOTAL = 0

4.2. SEÑALES CONSIDERADAS POR INSTRUMENTO

- Digitales

Corresponde a las boyas de nivel, presostatos, termostatos, vacuostatos, totalizadores de los medidores de caudal, etc., que representan una o varias entradas digitales al PLC.

En los diagramas de tuberías e instrumentación (P & I) se pueden observar los elementos digitales a instalar.

En general:

Entradas digitales
Abierto/Cerrado, Pulsos...etc.
TOTAL = 1

- Analógica

Corresponde a la medida continua de diversos parámetros de la planta depuradora que representa una entrada analógica por instrumento en el PLC mediante señal 4-20 mA.

Estas medidas serán parametrizadas y serán representadas por indicadores digitales en el Software de visualización SCADA.

En general:

Entradas Analógicas
Nivel, Caudal instantáneo, T^{ra}, Ph, Redox, NH4/NO3...etc.
TOTAL = 1

4.3. LISTADOS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS

En la siguiente hoja se presentan el listado total de señales digitales y analógicas a considerar en el PLC.

			LOCALES							
			UNITARIAS				TOTALES			
Elemento/Instrumento	**UD**	**TIPO**	**ED**	**SD**	**EA**	**SA**	**ED**	**SD**	**EA**	**SA**
Bombeo de Agua Bruta	2	VF	3	1	0	1	6	2	0	2
Motor Reductor Tamiz Rotativo	1	D	3	1	0	0	3	1	0	0
Motorreductor accionamiento biodiscos	2	D	3	1	0	0	6	2	0	0
Bomba purga de fangos Biodiscos	2	D	3	1	0	0	6	2	0	0
Medidor de Caudal Electromagnético (Obra de Llegada)	1	A	1	0	1	0	1	0	1	0
Medidor de Nivel Agua Tratada	1	A	0	0	1	0	0	0	1	0

					ED	SD	EA	SA
Totales calculadas					22	7	2	2
Totales adoptadas (mínimo+10%)					32	32	16	8
Tarjetas	32	32	16	8	1 x 32	1 x 32	1 x 16	1 X 8

Se instalará en la Sala de Cuadros en el propio CCM de la E.D.AR, en un panel aislado, el PLC, así como los dispositivos de interface de precableado.

El PLC será de tipo modular montado en configuración de 1 filas, de forma que disponga de espacio de reserva para futuras ampliaciones.

El PLC estará formado por los siguientes dispositivos:

- <u>Fuente de Alimentación</u>

  - Cantidad: 1
  - Ve: 230 Vac, 50/60Hz
  - Tensión de salida 24Vcc: 200 mA

- <u>CPU</u>

  - Cantidad: 1
  - Tensión de Alimentación: 24 Vdc

- Puertos de Comunicación integrados en la CPU:
  - 1 Puerto RS232.
  - 1 Puerto RS485.
  - 1 Puerto Ethernet TCP/IP.

- Módulos de Entradas Digitales

- Cantidad: 1 Módulos
- Nº E/D: 32
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc

- Módulos de Salidas Digitales

- Cantidad: 1 Módulos
- Nº S/D:32
- Tensión de Salida: 24 Vdc
- Intensidad de Salida: 0,5 A

- Módulos de Entradas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Nº E/A:16
- Rango Entrada: 4-20 mA

- Módulos de Salidas Analógicas

- Cantidad: 1 Módulos
- Nº S/A:8
- Rango de salida: 4-20 mA

- Módulos de Interfaz de E/S para sistema de precableado

La conexión de las señales físicas de E/S, con los módulos de E/S del PLC, se realiza por medio de un sistema de precableado, usando módulos de interfaz que se interconectan a través de cables pre-conectados.

4.4. EQUIPO DE ALARMAS TELECONTROL GSM/GPRS

Se precisa la instalación un equipo de alarmas telecontrol GSM/GRPS, para el aviso de incidencias (vía GSM), que puedan ocurrir fuera del horario de trabajo establecido, permitiendo de este modo una mayor rapidez en la detección y resolución de averías.

El equipo de alarmas se instalará en el panel destinado al PLC, y será un equipo autónomo e independiente del sistema de control de la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Para ello se instalará un equipo de alarmas telecontrol autónomo, encargado principalmente de la adquisición y almacenamiento de datos mediante la función Datalogger: Este sistema permite transmitir el estado de las variables consideradas de forma periódica o por cambio de estado (evento), según la programación realizada.

El dispositivo tiene la capacidad de comunicación ModBus, para comunicarse en caso necesario con el PLC actual, además de disponer de E/S físicas.

13.6.3. TORO. BOMBEOS LA MAGDALENA Y POLÍGONO

ÍNDICE:

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO 1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL 1
2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO EL POLÍGONO 1
2.2. ESTACIÓN DE BOMBEO LA MAGADALENA 5
3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL. 6
3.1. ESTACIÓN DE BOMBEO EL POLÍGONO 6
3.2. ESTACIÓN DE BOMBEO LA MAGDALENA 6
3.3. EQUIPO DE ALARMAS TELECONTROL GSM 6

1. OBJETIVO DEL DOCUMENTO

El presente documento, tiene por objeto definir las mejoras y ampliaciones del control automatizado de las **ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES** de: **EL POLÍGONO** y **LA MAGDALENA** situadas en la Localidad de **TORO (Zamora).**

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL

2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO EL POLÍGONO

2.1.1. FILOSOFÍA DE CONTROL

Se controla la Maniobra de 3 Bombas de 4,4 Kw de Potencia Nominal cada una, mediante un Sistema de control combinado de Lógica Cableada y Programable.

Se encuentran instaladas 3 boyas de nivel. La primera realiza la función de enclavamiento de seguridad, la segunda y la tercera interactúan en la maniobra de la puesta en marcha de las 3 bombas, siguiendo el criterio mostrado a continuación:

Estados Posibles	Permite la puesta en Marcha de la:		
	Bomba nº 1	Bomba nº 2	Bomba nº 3
Nivel de Agua > Nivel 1	X	X	X
Nivel 2 < Nivel de Agua < Nivel 1		X	X
Nivel 3 < Nivel de Agua < Nivel 2			X
Nivel de Agua < Nivel 3			

El modo de funcionamiento de la Estación de Bombeo, admite dos opciones: manual local y manual remoto, gobernado a través de 3 selectores (uno para cada bomba), situados en el frontal del Cuadro General de Control, Protección y Medida.

A continuación se describe la filosofía de control empleada, en función del modo de operación seleccionado.

Funcionamiento Manual

Con el selector en posición (M), a través de la maniobra se ordena la puesta en marcha de cada una de las bombas, teniendo en cuenta el enclavamiento de seguridad de la boya de nivel de mínimo establecida por cada bomba.

Funcionamiento Automático

Con el selector en posición (A), el control de la planta será gobernado por el PLC, interactuando en la maniobra ordena la puesta en marcha de cada una de las bombas, teniendo en cuenta el enclavamiento de seguridad de la boya de nivel de mínimo establecida por cada bomba.

2.1.2. HARDWARE

El sistema de control está basado en arquitectura centralizada formado por un PLC modular de las siguientes características:

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

- Cantidad: 1
- Marca: Telemecanique
- Modelo ABL7 RE2405
- Ve: 230 Vac
- Vs: 24 Vdc

CPU

- Cantidad: 1
- Marca: Allen Bradley
- Modelo CPU: Micrologix 1200
- Tensión de Alimentación: 24 Vdc
- Puerto Combinado RS 232/RS485
- Configuración Máxima de E/S : 136
- Nº Entradas Digitales Integradas:
  - 10, a 24 VDC
  - 4 fast 24Vdc
- Nº Salidas Digitales integradas:
  - 5 relay,
  - 4 24V dc FET
  - 1 high-speed 24V dc FET

A continuación se listan las señales de E/S consideradas en el PLC:

Nº PATILLA	ESTADO	EQUIPO
IN0	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 1
IN1	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 2
IN2	Automático	Bomba de Agua Bruta nº 3
IN3	RESERVA	
COM0	COMÚN Entradas 0,1,2,3	
IN4	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 1
IN5	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 1
IN6	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 2
IN7	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 2
IN8	Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 3
IN9	Defecto	Bomba de Agua Bruta nº 3
IN10	Nivel 1	Boya nº 1
IN11	Nivel 2	Boya nº 2
IN12	Nivel 3	Boya nº 3
IN13	RESERVA	
COM1	COMÚN Entradas 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	
AUT 0	Orden Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 1
VAC 0		
AUT 1	Orden Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 2
VAC 1		
OUT 7	Orden Marcha	Bomba de Agua Bruta nº 3
OUT 8	RESERVA	
OUT 9	RESERVA	
VAC 3	COMÚN	Salidas 7,8,9
COM2	COMÚN	Salidas 2,3,4,5,6
OUT2		Reserva
OUT3		Reserva
OUT4		Reserva
OUT5		Reserva
OUT6		Reserva
VDC2	COMÚN	

RESUMEN E/S		
	DIGITAL	
	I.D	O.D
Var.E/S Instaladas	14	10
Var. E/S En Uso	12	3
Var. E/S En Reserva	2	7

2.2. ESTACIÓN DE BOMBEO LA MAGADALENA

2.2.1. FILOSOFÍA DE CONTROL

Se controla la Maniobra de 2 Bombas de 1,5 Kw de Potencia Nominal cada una, mediante un Sistema de control de Lógica Cableada.

Se encuentran instaladas 2 boyas de nivel., una de mínimo que realiza la función de enclavamiento de seguridad, y otra de máximo, la cual indica el nivel máximo a alcanzar, interactuando ambas en la maniobra de la puesta en marcha de las 2 bombas simultáneamente, siguiendo el criterio mostrado a continuación:

Estados Posibles	**Permite la puesta en Marcha de la:**	
	Bomba nº 1	**Bomba nº 2**
Nivel de Agua > Nivel mínimo de seguridad y Nivel de Agua > Nivel máximo	X	X
Nivel de Agua < Nivel mínimo de seguridad		

El modo de funcionamiento de la Estación de Bombeo, admite dos opciones: manual y manual remoto, gobernado a través de 2 selectores (uno para cada bomba), situados en el frontal del Cuadro General de Control, Protección y Medida.

A continuación se describe la filosofía de control empleada, en función del modo de operación seleccionado.

Funcionamiento Manual

Con el selector en posición (M), a través de la maniobra se ordena la puesta en marcha de la bomba seleccionada, teniendo en cuenta el enclavamiento de seguridad de la boya de nivel de mínimo.

Funcionamiento Automático

Con el selector en posición (A), a través de la maniobra se ordena la puesta en marcha de la bomba seleccionada, teniendo en cuenta el enclavamiento de seguridad de la boya de nivel de mínimo y una vez rebasado el nivel de máximo

3. AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ACTUAL.

3.1. ESTACIÓN DE BOMBEO EL POLÍGONO

La sustitución de las 3 bombas de potencia 4,4 Kw implementadas con sistema de arranque directo, por otras 3 bombas de potencia 11 Kw implementadas con arranque Estrella-Triángulo, no implica un incremento de las variables a controlar ni tampoco repercute en la programación, por lo que se considera mantener la programación y arquitectura Hardware existente.

3.2. ESTACIÓN DE BOMBEO LA MAGDALENA

La sustitución de la bomba de potencia 1,5 Kw implementada con sistema de arranque directo, por otra bomba de potencia 1,3 Kw implementadas con el mismo sistema de arranque no requiere ningún tipo de modificación en la maniobra existente.

3.3. EQUIPO DE ALARMAS TELECONTROL GSM

Se precisa la instalación en cada Estación de Bombeo, de un equipo de alarmas telecontrol GSM/GRPS, para el aviso de incidencias (vía GSM), que puedan ocurrir fuera del horario de trabajo establecido, permitiendo de este modo una mayor rapidez en la detección y resolución de averías.

Para ello se instalará un equipo de alarmas telecontrol autónomo, encargado principalmente de la adquisición y almacenamiento de datos mediante la función Datalogger: Este sistema permite transmitir el estado de las variables consideradas de forma periódica o por cambio de estado (evento), según la programación realizada.

El dispositivo tiene la capacidad de comunicación ModBus, para comunicarse en caso necesario con el PLC actual, además de disponer de E/S físicas.

ANEJO Nº 14

INSTRUMENTACIÓN

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN 1
2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN APLICADA. 3
2.1. MEDICIÓN DE NIVEL. 3
2.2. MEDICIÓN DE CAUDAL. 5
2.3. MEDICIÓN DE OXÍGENO. 7
2.4. MEDICIÓN DEL POTENCIAL REDOX. 8
2.5. MEDICIÓN DE NITRATOS Y AMONIO. SONDA COMBINADA. 13
3. TABLA RESUMEN. 14

1. INTRODUCCIÓN

La instrumentación de una EDAR o bombeo tiene por objeto obtener la medida, transmisión a distancia, el registro, el control, la totalización etc., de aquellos datos que sean de interés para el control del proceso.

Las señales procedentes de los instrumentos podrán ser utilizadas simultáneamente para procesos de control.

Todas las señales analógicas serán transmitidas vía autómata programable, y por lo tanto, las señales serán compatibles con el mismo, en todo caso se procurará que la señal sea de 4-20 mA c.c.

En todos los casos las señales que proporcionen los transmisores, serán una función lineal del parámetro medido.

La precisión en todos los instrumentos de medida, será como mínimo el 2%. Se podrá como variante proponer aparatos de precisiones menores, previa justificación de suficiencia.

Deberán poder detectarse averías o anormalidades de funcionamiento de sensores y transmisores con envío de señal a través de autómatas para alarma.
Los sensores y equipos deberán estar construidos con materiales protegidos contra la erosión y la deformación.

Todos los equipos electrónicos de sensores y transmisores deberán estar dotados de protección eléctrica contra sobretensiones. La tensión de alimentación será de 220 Vac.

Todos los sensores y equipos asociados deberán poder trabajar entre 25ºC y 60ºC.
La protección de sensores, en contacto con fangos, reactivos, etc., o en ambientes corrosivos, será como mínimo IP-67.

La protección de transmisores será como mínimo IP-55.

Se adoptarán los siguientes criterios de diseño para la instrumentación:

- En los puntos de medida en los que se instalen transmisores de señal analógica se instalarán también indicadores locales para visualización local de la variable medida.
- En la obtención de aquellos valores límite sobre las diferentes variables de proceso, cuyo objeto sea la generación de señales binarias para realizar funciones de protección y/o seguridad, se seguirán los siguientes criterios:

  a) Cuando un valor límite deba producir el disparo de un equipo principal de proceso por razones de protección y/o seguridad, éste irá siempre acompañado de una alarma con señalización óptica y acústica.

  b) Las señales binarias que originen disparos por seguridad se deberán obtener siempre mediante transmisores binarios de medida directa.

  c) Los transmisores binarios utilizados sobre una misma variable de proceso como elementos de protección (pre-alarmas o disparos de seguridad) deberán ser instrumentos independientes entre sí, así como sus respectivas conexiones de proceso, y cada transmisor binario deberá tener un único punto de consigna o de ajuste.

Los instrumentos estarán provistos de fábrica con una placa donde se indicarán sus características. En esta placa se grabará la identificación y en caso de que esto no sea posible, se sujetará al instrumento una placa metálica donde estará grabada la de identificación en planta. El instrumento al llegar a la EDAR estará debidamente identificado.

Los equipos de instrumentación dispondrán de salidas analógicas tipo 4-20 mA (eléctricas) que irán directamente a la tarjeta correspondiente del PLC.

2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN APLICADA.

2.1. MEDICIÓN DE NIVEL.

2.1.1. Radar.

La medida de nivel por radar, es un sistema de medición "de eco" que se basa en el principio del tiempo de retorno de la señal. Mide la distancia entre el punto de referencia y la superficie del producto.

La antena emite impulsos de microondas hacia la superficie del producto donde se reflejan y el sistema de radar detecta seguidamente dichos impulsos reflejados.

La antena recibe los impulsos de microondas reflejados y los transmite a la unidad de control. Un microprocesador evalúa la señal recibida e identifica los ecos de nivel producidos por la reflexión de los impulsos de radar en la superficie del producto.

La distancia D hasta la superficie del producto es proporcional al tiempo de retorno t del impulso:

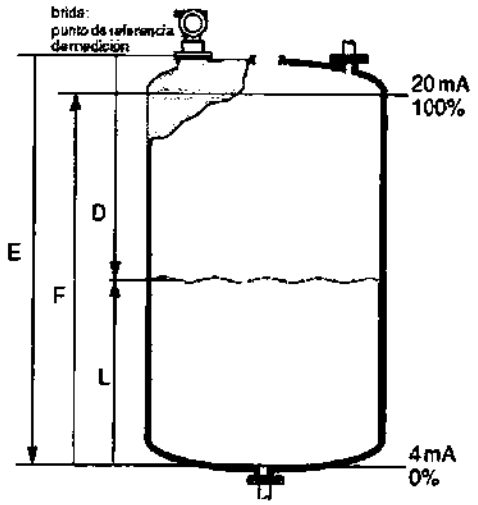
$$D = C \times \frac{t}{2}$$

Siendo:

D= Distancia hasta la superficie del producto.
C= Velocidad de la luz ($3x10^8$ m/s).
t= Tiempo de retorno del impulso (sg)

Conociendo la distancia E del depósito vacío, el nivel L se calcula a partir de:

$$L = E - D$$



2.1.2. Ultrasonido.

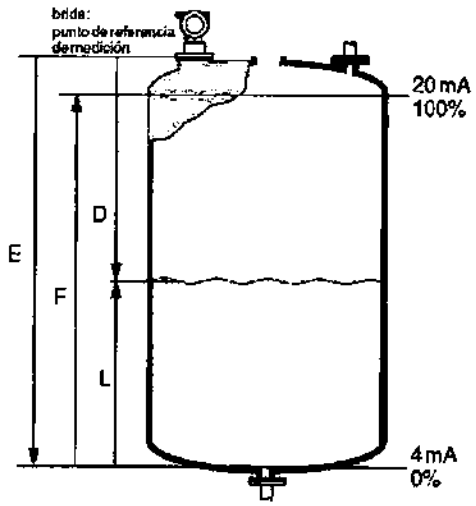
La medida de nivel por ultrasonidos, es un sistema de medición que se basa en el tiempo de retorno de la señal.

El sensor emite impulsos ultrasónicos en dirección hacia la superficie del producto. Al incidir los impulsos sobre la superficie, estos se reflejan y vuelven al sensor. La unidad de control, determina el tiempo t que transcurre entre la emisión del impulso y la recepción de su señal reflejada. El instrumento utiliza este tiempo t (y la velocidad del sonido c) para calcular la distancia D entre la membrana del sensor y la superficie del producto:

$$D = C \times \frac{t}{2}$$

Conociendo la distancia E del depósito vacío, el nivel L se calcula a partir de:

$$L = E - D$$



2.2. MEDICIÓN DE CAUDAL.

Existen dos maneras de transportar las aguas residuales y dos formas respectivas de medir el caudal. Éstas son:

- Medida de caudal en canales abiertos:

Con la superficie del líquido expuesto a la atmósfera. En este caso, las variaciones de caudal Q se manifiestan en función del espesor de agua. Q = f(h).

- Medida de caudal en Tubos cerrados.

El líquido está dentro de un tubo y éste se mantiene lleno. En este caso, el caudal Q depende de la velocidad. Q = f(v)

Medición de caudal en tubos cerrados, mediante inducción electromagnética.

El principio de la inducción electromagnética de Faraday es la base de la medición electromagnética (o magnética) de caudal.

Cuando un conductor eléctrico se mueve en un campo magnético, una tensión (Ve) se induce en el mismo.

$$Ve = B.L.v$$

Siendo:

Ve= Tensión inducida (votios).
B= Fuerza del campo magnético
L = Longitud del conductor (distancia entre electrodos)
v= velocidad del conductor (velocidad promedio del líquido)

En la medición magnética de caudal el mismo líquido es el conductor eléctrico. El campo magnético es generado por dos bobinas montadas en el tubo que lo conduce. Estas bobinas están alimentadas directamente de la red o por pulsos de corriente continua. El campo magnético actúa sobre el líquido que fluye por el interior del tubo. Puesto que este líquido es conductor de la electricidad, se induce en el mismo una tensión que es proporcional al promedio de velocidad (v) en el tubo y prácticamente independiente del perfil de velocidad.

Dos electrodos aislados del tubo detectan la tensión inducida en el líquido. El campo magnético y la circulación del líquido son perpendiculares. La tensión inducida es perpendicular a ambos y los electrodos detectores así se disponen, con su eje perpendicular al flujo y al campo magnético. El campo eléctrico en el líquido es, como se muestra en la anterior ecuación, proporcional a la inducción (campo magnético B), al promedio de velocidad v, y a la distancia que separa los electrodos detectores L. Puesto que B y L son constantes, la tensión inducida Ve en el líquido (y por tanto, la señal detectada sobre los electrodos) es proporcional a la velocidad v del líquido.

$$v = \frac{\text{Caudal}}{\text{Sección del tubo}}$$

Por tanto,

$$Ve = \frac{B \times v \times 4}{D^2 \times \pi}$$

Donde:

D=constante e igual al diámetro interior del tubo y por tanto, Ve es proporcional a v.

2.3. MEDICIÓN DE OXÍGENO.

La medición del Oxígeno disuelto se realiza mediante un sensor de luminiscencia LDO, (Luminescent Disolved Oxygen), basado en un principio óptico.

El principio LDO está basado en el fenómeno físico de la luminiscencia, que se define como la propiedad de algunos materiales (luminóforos) de emitir luz cuando son excitados por un estímulo diferente del calor; en el caso del principio LDO, el estímulo es la luz. Si se escoge una combinación adecuada de luminóforo y longitud de onda de la luz de excitación, tanto la intensidad de la luminiscencia como el tiempo que ésta tarda en desvanecerse dependerán de la concentración de oxígeno que rodea el material.

El sensor LDO de consta de dos componentes:

La cápsula, con el recubrimiento de luminóforo sobre un material portador transparente, y el cuerpo, con un LED azul que emite la luz que activa la luminiscencia, un LED rojo que sirve de elemento de referencia, un fotodiodo y una unidad de evaluación electrónica.

En funcionamiento, la cápsula se enrosca sobre el cuerpo del sensor y se sumerge en el agua. Las moléculas de oxígeno de la muestra de análisis están por lo tanto en contacto directo con el luminóforo.

Para llevar a cabo una medición, el LED de excitación transmite luz azul pulsada. La luz azul de alta energía permite realizar medidas de gran precisión. El pulso luminoso (50 mseg.) incide, a través del material portador transparente, en el luminóforo, al que transfiere parte de su energía radiante. Esto hace que algunos de los electrones del luminóforo salten de su nivel energético básico a un nivel superior. En un intervalo de microsegundos esos electrones retroceden a su nivel original pasando por varios niveles intermedios, y la diferencia de energía se emite en forma de luz roja.

Cuando las moléculas de oxígeno están en contacto con el luminóforo, se producen dos efectos:

Por una parte, las moléculas de oxígeno son capaces de absorber la energía de los electrones del nivel superior y facilitar su regreso al nivel energético básico sin emitir luz. Cuanto mayor sea la concentración de oxígeno, mayor será la reducción de la intensidad de la luz roja emitida.

Por otro lado, las moléculas de oxígeno también provocan "choques" en el luminóforo, lo que hace que los electrones abandonen el nivel energético superior con mayor rapidez, reduciéndose por lo tanto la duración de la luz roja emitida.

A ambos fenómenos se les denomina "quenching" (o extinción). El pulso de luz transmitido por el LED azul en el momento t=0 choca contra el luminóforo, el cual reacciona inmediatamente emitiendo luz roja. La intensidad máxima (Imax) y el tiempo de desvanecimiento de la luz roja dependen de la concentración de oxígeno circundante (el tiempo de desvanecimiento t se define aquí como el tiempo transcurrido entre la excitación y el retorno de la intensidad de la luz roja a 1/e de la intensidad máxima).

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 necesario.

2.4. MEDICIÓN DEL POTENCIAL REDOX.

Funcionamiento.

El potencial redox (también llamado potencial de oxidación-reducción, O.R.P.) es una indicación del carácter oxidante o reductor de una sustancia.

Normalmente se mide mediante un electrodo metálico que puede ceder o aceptar electrones. Los metales empleados pueden ser el platino y el oro (Pt o Au). El material del electrodo debe ser inerte, es decir, no debe reaccionar con la sustancia que está

siendo medida. Si en una solución acuosa se dan agentes oxidantes y reductores se produce un intercambio de electrones.

El intercambio de electrones genera un potencial eléctrico, el valor del cual es, según Nernst:

$$V = V_0 + \frac{RT}{nF} \times \ln\left(\frac{C_{OX}}{C_{Red}}\right)$$

Siendo:

V= potencial medio
V0= potencial estándar del instrumento
R = constante molar de los gases (8.315 J/mol °K)
T= temperatura absoluta (273.16 + T°C)
n= valencia
F = Constante de Faraday (96 496 Coulomb/mol)
Cox, Cred = concentración o actividad de los agentes oxidantes o reductores

Las constantes tienen un valor numérico específico a una temperatura dada. Tomando en consideración la conversión de los logaritmos naturales a logaritmos decimales se obtiene la siguiente expresión:

$$V = V_0 + \frac{0{,}059}{n} \times \frac{C_{OX}}{C_{Red}}$$

El potencial V depende de la cantidad de agente oxidante comparado con la del agente reductor. Empleando electrodos de platino o de oro, la concentración de la forma reducida o metálica del electrodo es constante, llegando a la conclusión que la medición del potencial V, es directamente proporcional a la oxidación del electrodo metálico producida por la sustancia:

$$V = V_0 + \frac{0{,}059}{n} \times C_{OX}$$

Control del Proceso

Se proyecta la instalación de una sonda redox en la cámara anóxica proyectada, para trabajar en el proceso biológico por ciclos en función de la medida del potencial. Este sistema da muy buenos rendimientos de eliminación, con una disminución del coste de explotación y una mínima necesidad de mano de obra.

Este modo, que funciona por ciclos, se basa en la aportación continua de oxígeno durante una determinado tiempo, que debe ser suficiente para producir la nitrificación y donde deben alcanzarse valores de oxígeno alrededor de los 2 mg/l. Terminado ese tiempo se pasa al proceso de desnitrificación en el que se deja de aportar oxígeno al licor mezcla durante el tiempo necesario para que se produzcan condiciones anaerobias y con ello desnitrificación.

Este tipo de operación supone un descenso en el número de horas de funcionamiento de los sistemas de aporte de aire frente al sistema convencional de operar mediante consigna de oxígeno.

Hay E.D.A.R´s que actualmente están trabajando por ciclos pero en función del tiempo, a partir de una serie de experiencias y de rendimientos obtenidos, y no en función de los procesos de nitrificación y desnitrificación. Por ello, combinando el conocimiento actual de los operadores con una medida del potencial redox se pueden conseguir rendimientos de eliminación elevados y menores consumos energéticos.

El control de los tiempos de nitrificación y desnitrificación se llevará a cabo por dos medidores situados en el reactor.

Las consignas que controlan el funcionamiento son:

- Potencial redox.
- Tiempo redox estabilizado
- Estabilización.

Cuando se pone en marcha la aireación en el tanque biológico, las bacterias nitrificantes oxidan el amonio a nitratos. El potencial redox aumenta a medida que va aumentando la concentración de compuestos oxidados, hasta un punto en que se estabiliza. En este momento el sistema procederá a parar las soplantes si se cumplen las siguientes condiciones:

- La señal redox se encuentra por encima de la señal de consigna para parada.
- La señal redox está estabilizada.

A esta parte del ciclo se le denomina **nitrificación**.

Tras la parada de las soplantes, los microorganismos consumen el oxígeno disuelto y reducen los nitratos a nitrógeno gas para aprovechar este oxígeno.

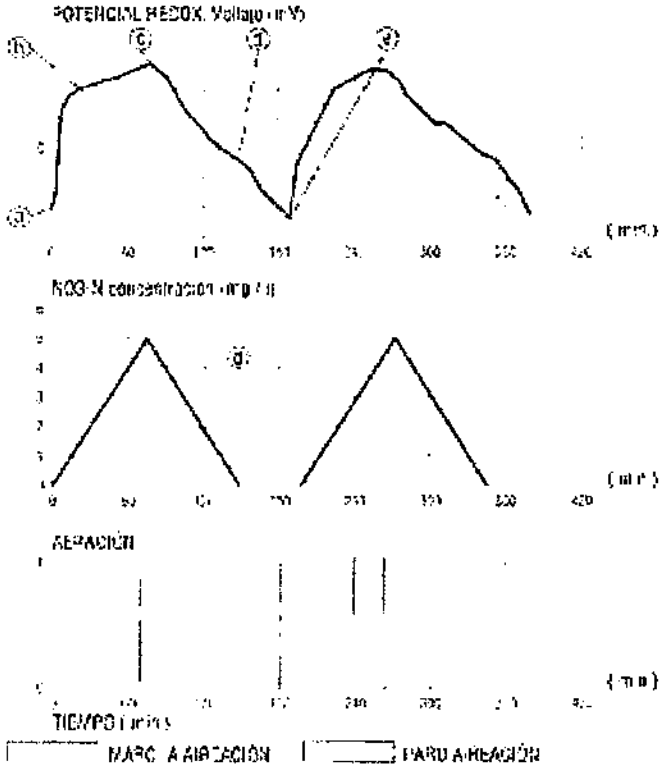
Con la desnitrificación vuelve a aumentar la concentración de formas reducidas, por lo que vuelve a disminuir el potencial redox hasta un punto en que prácticamente se estabiliza, en este punto en función de las consignas, se arrancarán nuevamente las soplantes empezado el ciclo de nitrificación. Este ciclo en el que el redox va descendiendo se denomina **desnitrificación**.

Cuando las condiciones en el tanque de aireación pasan de anóxicas a anaerobias, con un descenso brusco del potencial redox, algunas especies de bacterias emitirán fósforo al medio. Estas mismas bacterias, cuando se inicie un nuevo período de aireación, adsorberán más fósforo que el emitido en la fase anterior con un balance de eliminación entre el 40 y el 60%.

Conjuntamente al control mediante el redox, se establecerá una supervisión paralela para impedir que un error en el medidor provoque un fallo del sistema, estableciendo para ello:

- Tiempo de nitrificación mínimo.
- Tiempo de nitrificación máximo.
- Tiempo de desnitrificación mínimo.
- Tiempo de desnitrificación máximo.

Un esquema del trabajo por ciclos a partir de la medida del redox podría ser el siguiente:



En un primer momento (punto a) el nitrógeno en sus formas reducidas que llega a la planta produce un potencial redox negativo. Como el oxígeno disuelto es cero, se pone en marcha la aireación.

Con oxígeno disuelto en el medio, mantenido entre 2 y 4 mg/l, y las condiciones adecuadas, las bacterias nitrificantes comienzan la oxidación del amoniaco transformándolo en nitratos. Al aumentar rápidamente la concentración de formas oxidadas y disminuir la de reducidas, el potencial redox se vuelve positivo durante la **fase a-b.**

En la fase **b-c** la aireación está aún en marcha pero la producción de nitratos es mucho más lenta porque existe ya poco amoniaco acumulado. El potencial redox aumenta más lentamente. Cuando se estabiliza, se detiene la aireación.

A partir del punto **c**, con la aireación detenida, comienza la reducción de los nitratos a nitrógeno gaseoso. Es el proceso de desnitrificación. Durante la desnitrificación,

disminuye el potencial redox, la concentración de oxígeno y la concentración de nitratos.

En las proximidades del punto **d**, esta disminución del potencial redox es más lenta porque existe una baja concentración de nitratos acumulada. El oxígeno disuelto en esta fase es 0 mg/l.

En el punto **d** se produce una inflexión en la curva de redox. Es el punto denominado "punto de concentración cero de nitratos". Este punto indica el final de la desnitrificación y el paso de condiciones anóxicas a anaerobias, con lo que al acumularse gran número de compuestos reducidos, el potencial redox disminuye de nuevo rápidamente.

Para poder trabajar mediante este sistema será necesario modificar el SCADA y poder acceder a su programación para que se pueda controlar el reactor biológico siguiendo dos posibles secuencias:

- Control a partir de la medida de oxígeno.
- Control a partir del REDOX. Trabajo por ciclos

De esta forma, además de contar con el sistema anteriormente propuesto, si se produjese algún fallo del proceso podría emplearse el control habitual por oxígeno disuelto.

2.5. MEDICIÓN DE NITRATOS Y AMONIO. SONDA COMBINADA.

La medida directa en tiempo real de la concentración de NH4 y NO3 aporta importante información sobre el funcionamiento de la planta que en ocasiones la medición de parámetros indirectos (ORP) no puede ofrecer.

Por otra parte, un sistema basado puramente en el control de tiempo de los aireadores no es suficiente para garantizar un rendimiento constante de la degradación de la materia orgánica y un consumo de energía económico.

Por este motivo proponemos la instalación de una sonda que combina el control de Amonio y Nitrato por electrodos selectivos ISE, sensor de proceso para la medida continua de amonio y nitrato directamente en el reactor biológico. Opera sin reactivos y no requiere acondicionamiento de muestra. Dispone de compensación de la influencia de potasio y de cloruros, realizando esta medida mediante electrodos específicos ISE. El conjunto de electrodos junto con el electrodo de referencia diferencial y el sensor de temperatura se integran en un cartucho sensor, precalibrado en fábrica y de fácil reemplazo, con reconocimiento automático de los valores de calibración en fábrica. La adaptación a la muestra real se realiza por el ajuste frente a valores de contraste en 1 ó 2 puntos.

Con este sensor el sistema de control de la planta responde a la situación en tiempo real de forma fiable y en continuo. Esto permite un control muy eficiente de los equipos de aireación que se traduce en una reducción de los costos de la energía consumida en la aireación.

En resumen las sondas de medida de Amonio/Nitratos proporcionan las siguientes prestaciones particulares:

- Medida directa de fácil interpretación por parte del operador: No requiere de correlaciones ni interpretación de los resultados en otras unidades de medida.
- Compensación interna de los interferentes principales integrada en las sondas.
- Mayor control del proceso no sujeto a factores externos no dependientes directamente de la medida.

3. TABLA RESUMEN.

A continuación se muestra una tabla resumen en la que se puede apreciar el tipo de instrumentación instalada en la E.D.A.R, así como la localización de la misma.

14.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Caudal	Ultrasónico en Canal Parshall	Obra de salida	1 ✓	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Oxígeno	LDO	1Ud. por Reactor Biológico	2 ✓	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Nitratos y Amonio	Sonda NH4/NO3	1Ud. por Reactor Biológico	2 ✓	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCL_3$	1 ✓	NO	SI	-	NO	NO	-

14.2. E.D.A.R DE ISCAR

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Caudal	Ultrasónico en Canal Parshall	Obra de Salida	1 ✓	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Oxígeno	LDO	En Reactor Biológico	1 ✓	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Nitratos y Amonio	Sonda NH4/NO3	En Reactor Biológico	1 ✓	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCL_3$	1 ✓	NO	SI	-	NO	NO	-

14.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Nivel	Ultrasónico	Tolva de Fango	1	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Oxígeno	LDO	1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Potencial Redox		1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal	Ultrasónico en Canal Parshall	Obra de salida	1	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCL_3$	1	NO	SI	-	NO	NO	-

14.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Nivel	Ultrasónico	Tolva de Fango	1	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Nivel	Radar	Pozo de Bombeo de Agua Bruta	1	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal	Ultrasónico en Canal Parshall	Después del decantador exist.	1	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Oxigeno	LDO	2 Ud. Por reactor Biológico	4	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Potencial Redox		1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Sólidos en Suspensión		1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCL_3$	1	NO	SI	-	NO	NO	-

14.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Caudal	Electromagnético Ø500mm	Entrada del Selector	1	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Oxígeno	LDO	1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Nitratos y Amonio	Sonda NH4/NO3	1Ud. por Reactor Biológico	2	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCL_3$	1	NO	SI	-	NO	NO	-

14.6.1. TORO. E.D.A.R ACTUAL

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Oxígeno	LDO	1Ud. por Reactor Biológico	2 /	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Nitratos y Amonio	Sonda NH4/NO3	1Ud. por Reactor Biológico	2 /	SI	SI	4-20mA	NO	NO	-
Medidor de Caudal de Área	De área variable (manual)	1Ud. Dosificación de $FeCl_3$	1 /	NO	SI	-	NO	NO	-

14.6.2. TORO. E.D.A.R PUENTE DE PIEDRA

INSTRUMENTACIÓN		SITUACIÓN	Nº UNIDADES Ud.	SEÑALIZACIÓN					
				INDICADOR INSTANTÁNEO			INDICADOR TOTALIZADO		
DENOMINACIÓN	TIPO			SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN	SCADA	CAMPO	RANGO DE MEDICIÓN
Medidor de Caudal	Electromagnético Ø65mm	Obra de llegada	1	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos
Medidor de Caudal	Ultrasónico	Obra de salida	1	SI	SI	4-20mA	SI	SI	Pulsos

ANEJO Nº 15

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

15.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 1

2. DATOS BASICOS 1

3. ACTUACIONES PROYECTADAS 2

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS 2

4.1. GASTOS FIJOS 3
4.2. GASTOS VARIABLES 4

5. GASTOS FIJOS 5

5.1. GASTOS DE PERSONAL 6
5.1.1. General 6
5.1.2. Funciones a realizar. 7
5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN 13
5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA 17
5.4. VARIOS 17
5.4.1. Material de oficina 18
5.4.2. Agua 18
5.4.3. Teléfono 18
5.4.4. Productos diversos 18
5.4.5. Material fungible laboratorio 19
5.4.6. Reactivos laboratorio 19
5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos 19
5.4.8. Analítica metales pesados 19
5.4.9. Herramientas personal 19
5.4.10. Equipos de taller 19
5.4.11. Ropa de trabajo 20
5.4.12. Formación del personal 20
5.4.13. Reposición material de seguridad y salud 20
5.4.14. Desinfección agua industrial 20
5.4.15. Gestión de residuos de suministros 20
5.4.16. Varios 21

6. GASTOS VARIABLES 21

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 21
6.2. GASTOS DE REACTIVOS 22
6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS 23

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS1

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONOMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO1

1. INTRODUCCION

La realización del presente anejo tiene por objeto el estudio de la repercusión que producirán las obras incluidas en el presente Proyecto de mejoras de la EDAR de Medina del Campo sobre la organización y forma de prestación del Servicio de Mantenimiento así como la incidencia económica que dichas actuaciones supondrán para el explotador de la E.D.A.R.

En este documento se considera únicamente la repercusión producida por los elementos sustituidos o nuevos y los incrementos o ahorros que la instalación de dichos elementos supongan en el costo de la explotación.

Se estructura siguiendo el modelo clásico que discierne dos grandes grupos de gastos: fijos y variables, en función de su independencia o dependencia de los caudales tratados.

El apartado de gastos fijos recoge aquellos gastos que no están relacionados de forma directa con el caudal de entrada.

El apartado de gastos variables hace referencia a todos aquellos que tienen relación directa con el volumen de agua que se trata.

2. DATOS BASICOS

A partir de la toma de datos y de la campaña de análisis realizada, se han podido determinar las cargas y caudales que realmente se tratan en la planta, lo que nos permitirá calcular con mayor precisión los consumos eléctricos y de reactivos así como los fangos en exceso producidos.

Los costes de construcción quedan detallados en los correspondientes presupuestos incluidos en este proyecto. A partir de ellos se ha realizado un estudio de los costes de mantenimiento y conservación de las instalaciones proyectadas.

Tanto los costes de los reactivos como la dosificación de los mismos es fruto del estudio de mercado realizado.

La estimación de los fangos en exceso producidos se ha obtenido combinando los datos facilitados por los explotadores y los datos obtenidos de realizar cálculos de diseño convencionalmente aplicados a este tipo de instalaciones.

3. ACTUACIONES PROYECTADAS

Las actuaciones incluidas en la EDAR de Medina del Campo son:

- Construcción de un selector equipado con dos agitadores de 5,0 Kw.
- Sustitución de dos sondas de medición de oxígeno disuelto en los reactores.
- Instalación de dos sondas de medición de N-NH3 en los reactores.
- Instalación de 4 bombas dosificadoras de CL3Fe de 500 W
- Instalación de un tamiz rotativo para tamizado de fangos primarios de 550 W.
- Construcción de un espesador de fangos de 11,0 m de diámetro equipado con espesador de accionamiento central de 1,5 Kw.
- Instalación de dos bombas de tornillo de 2,2 Kw.
- Instalación de dos bombas centrífugas sumergibles para el bombeo de los escurridos de la centrífuga.
- Instalación de un equipo compacto de tratamiento de escurridos incluyendo un agitador de 250 w, un agitador de 180 w y dos bombas centrífugas horizontales de 500 w.
- Construcción de un canal Parshal equipado con un medidor de caudal ultrasónico.
- Construcción de un edificio industrial para alojamiento de los equipos de tratamiento de escurridos.

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS

Al final de este documento adjuntamos un apéndice en el que se calculan detalladamente todos los costos de explotación producidos por las actuaciones proyectadas. En este estudio simplemente describiremos los apartados que comprenden los trabajos de mantenimiento y explotación de la depuradora junto con los comentarios y consideraciones que expliquen la repercusión que las nuevas obras

suponen para la EDAR resultante.

4.1. GASTOS FIJOS

Tienen concepto de gastos fijos aquellos que son independientes del caudal tratado que se producen sin distinción de que la E.D.A.R. esté en funcionamiento o parada.

No son asimilables al concepto de "guardería", pues mientras ésta contempla actuaciones tendentes a evitar el deterioro de las instalaciones en largos períodos de parada, los gastos fijos incluyen poder poner las instalaciones al máximo de su capacidad en cualquier instante y de forma continuada en el tiempo.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de mantenimiento y conservación
- Gastos de personal
- Energía eléctrica contratada (factor de potencia)
- Varios

En mantenimiento y conservación se incluyen los gastos derivados del mantenimiento de los equipos en sus diferentes versiones: Mantenimiento de uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental; además de los gastos de conservación de la Obra Civil, Viales, Jardinería, etc.

En los gastos de personal se incluyen únicamente los derivados de la retribución de los técnicos, operarios y administrativos en toda la extensión: Nómina, Seguros Sociales, Pluses, etc.

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados.

En varios se incluyen todos aquellos que no hayan sido contemplados en los

grupos anteriores: Teléfono, Seguros varios, Asesorías varias, Material de oficina, Vestuario personal, Formación de personal, Seguridad, Limpiezas especiales, etc.

4.2. GASTOS VARIABLES

Son los que dependen del caudal tratado, tanto en cuanto a sus características cuantitativas como cualitativas, aunque a todos los efectos, una vez definidas las características medias del agua, solo se consideran a efectos de gastos dependientes del volumen de agua tratada.

Los gastos se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos

La energía eléctrica en forma de kWh consumida será función de los consumos eléctricos esperados. Si bien de forma natural la tendencia diaria de consumos se parecerá a la de caudales, las actuaciones del gestor de la explotación desplazando a horas valles los consumos energéticos de determinadas instalaciones (deshidratación de fangos) hacen que la misma se aplane ligeramente.

Los gastos de productos químicos incluyen los reactivos utilizados en las líneas de agua y fangos.

Los gastos de evacuación de residuos recogen exclusivamente los derivados del transporte de todos aquellos que atañen a los subproductos obtenidos y que por su volumen son significativos, quedando por cuenta de la Propiedad los gastos derivados de su disposición final, bien en vertederos municipales o en reutilizaciones posibles.

5. GASTOS FIJOS

En todo proceso productivo se busca, a la hora de optimizar el coste económico, reducir los gastos fijos transformándolos en variables.

En la introducción de este estudio se renunciaba expresamente a entrar en consideración sobre qué parte del mantenimiento depende o no del caudal, y tiene, por lo tanto, carácter de coste variable.

Mantener la idea de una optimización de costes por reducción de los gastos fijos sin que los mismos tengan que venir necesariamente acompañados por un aumento de los costes variables es el objetivo buscado.

Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología dura hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda. La reducción del personal al mínimo imprescindible para atender el funcionamiento de las instalaciones y recurrir a servicios exteriores en casos de puntas de trabajo son garantía de una optimización de los costes.

El presente estudio sobre los gastos fijos se basa en las siguientes premisas:

1) El personal en plantilla es el necesario para atender el servicio continuado de las instalaciones.

2) Las operaciones especiales o situaciones puntuales que demanden mayor mano de obra, se efectuarán recurriendo al mercado laboral o al empresarial dependiendo de la naturaleza técnica del mismo.

3) El Mantenimiento de Uso y el Preventivo serán efectuados por el propio personal, salvo aquellos que por su singularidad técnica requieran una marcada especialización.

4) El Mantenimiento Correctivo y el Energético y Ambiental se equirrepartirán entre el personal propio y las asistencias exteriores.

Con estas consideraciones se minimizan los gastos fijos, que de alguna manera pasan a depender del nivel de utilización de las instalaciones, sin adquirir la categoría de variables al no hacerlos depender del caudal tratado.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de personal
- Gastos de mantenimiento y conservación
- Energía Eléctrica
- Varios.

5.1. GASTOS DE PERSONAL

5.1.1. General

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el coste de personal grava considerablemente el capítulo de gastos fijos siendo necesario efectuar un estudio ponderado de las necesidades mínimas requeridas en este concepto, para completarlas en casos de necesidad recurriendo al mercado laboral, cuya flexibilidad permite hacer frente, con garantías, a las demandas puntuales o periódicas de personal.

A todos los efectos el personal de una explotación se divide generalmente en:

- Dirección y Control
- Producción y explotación
- Mantenimiento y Conservación.
- Administración del servicio

5.1.2. Funciones a realizar.

Los trabajos a realizar por parte de las distintas personas adscritas a la explotación serán los siguientes:

- **Jefe de Planta**

Será la persona de máxima responsabilidad en el servicio. De él dependerá toda la plantilla adscrita a la explotación. Su misión consistirá en asegurar, bajo su criterio, el correcto funcionamiento del proceso depurador, desde las instalaciones de saneamiento hasta la planta depuradora propiamente dicha.

Se encargará de mantener al día informatizados, los partes de explotación, analítica y energía eléctrica con el fin de tener información puntual de cada uno de estos temas en cualquier momento.

Realizará los estudios que sean necesarios para mejorar la organización del área.

Dirigirá, organizará y controlará la labor de la plantilla.

Propondrá soluciones técnicas a problemas de esta índole que puedan aparecer.

Realizará los resúmenes mensuales del funcionamiento del Servicio.

Cuidará que se cumplan estrictamente las medidas de seguridad e higiene.

Se encargará de la habilitación del Libro de Ordenes, Inventario, Plan de Lubricación y Libro de Averías, Incidencias y Operaciones de entretenimiento.

De la realización de los análisis exigidos por el Pliego de Condiciones Técnico-Administrativas que rija la concesión del servicio y los necesarios para el buen funcionamiento y control del proceso.
Los análisis que se realizarán son los que aparecen el plan de control. Si no existiese en planta la posibilidad de realizar alguno de ellos se llevaría a analizar a un laboratorio capacitado para ello.

Además de los controles de calidad de agua bruta y efluente depurado, se realizarán análisis puntuales en las distintas fases de los tratamientos con objeto de detectar posibles anomalías en procesos intermedios.

También se harán periódicamente observaciones microscópicas de los microorganismos indicadores del correcto funcionamiento del proceso y detección de posibles anomalías en el fango biológico.

Todo esto permitirá tener una visión clara del funcionamiento del proceso en todo momento.

- **Oficial electromecánico/ encargado**

Será el encargado de mantenimiento y supervisión de las instalaciones de que consta tanto el sistema de saneamiento como el de depuración.

Su trabajo estará dirigido por el encargado de mantenimiento, a quien le tendrán que dar cuenta de su trabajo diario a través de unos partes diarios donde quedarán reflejadas todas las operaciones que han realizado.

Su misión será velar por el correcto funcionamiento de los equipos realizando en cada caso los trabajos necesarios de mantenimiento.

Su trabajo irá encaminado a:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Detectar y corregir los defectos antes de que se conviertan en problemas importantes, controlando el número de horas de bombeo, consumos eléctricos, etc.
- Asesorar las decisiones para determinación y gestión de repuestos.
- Evitar consumos exagerados.
- Conservar los equipos a pleno rendimiento.
- Disminuir el riesgo de averías.

En definitiva conseguir que las instalaciones funcionen en las mejores condiciones y

con los menores costes posibles.

- Inspección general.

Mediante visitas diarias, se hará una inspección general, comprobando su funcionamiento general, vibraciones de las bombas, limpieza de los reguladores de nivel, comprobación de los medidores del cuadro eléctrico. En dichas visitas se cumplimentará el parte, anotando todas las anomalías, así como las horas de funcionamiento. Posteriormente, estos datos pasarán a un ordenador, para llevar control informático de las horas de marcha de todas las bombas, detectando inmediatamente cualquier funcionamiento anómalo prolongado.

- Comprobación del consumo

Una vez al mes, se medirá el consumo de los motores, con un medidor distinto al que posea el cuadro. Se anotará en un parte al efecto, y se procederá en cuanto se detecte un consumo anormal.

- Comprobación del aislamiento

Periódicamente se medirá el aislamiento de los motores, anotando en un parte al efecto. En los casos en que el aislamiento sea inferior a los 10 megaohmios se procederá a sacar la bomba del pozo. Si la falta de aislamiento es debida al cable, se sustituirá por otro nuevo, y si es debida al motor, se desarmará en taller la bomba para comprobar su estado.

Al mismo tiempo, se verificarán las tomas de tierra.

- Comprobación del sistema de alarmas.

Una vez al mes, como mínimo, se harán saltar las alarmas de los bombeos, para comprobar en el lugar de recepción que su funcionamiento es correcto.

- Cambio de anillos de desgaste.

Periódicamente, se comprobará el estado de los anillos de desgaste de los rodetes, procediendo a su sustitución de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. De esta forma se consigue un mejor rendimiento de las bombas, y menor desgaste de los rodetes y las carcasas.

- Cambio de aceite.

La normativa se establece de acuerdo a dos ideas fundamentales: se aplican las recomendaciones de cada constructor, y se efectúan análisis periódicos de la calidad y estado de los aceites. Con ello se persigue que el contenido en restos metálicos y humedad, estén siempre por debajo de los límites tolerados y por consiguiente que la capa lubricante sea óptima.

- Cambio de juntas tóricas.

Se sustituirán todas las juntas nuevas, siempre que se desarme una bomba, aún cuando el estado de las que se quitan sea aparentemente bueno.

- Limpieza y revisión interior.

su misión consiste en chequear los órganos de las máquinas y los cuadros eléctricos, al tiempo que se efectúa una limpieza de los mismos.

También se procederá a limpiar periódicamente el pozo de bombeo, mediante agua a presión, aprovechando para bajar a inspeccionar el anclaje de las bombas, y limpiar los rodetes.

- Comprobar ventilación.

Se procede a una inspección visual de la protección del ventilador, para evitar que su obstrucción ocasione sobretemperaturas.

- Reapriete conexiones.

Para conseguir unas buenas condiciones de trabajo evitando calentamientos y aumentos de consumo de energía eléctrica, se procede periódicamente a un apriete de conexiones.

- Control de contactos.

Como consecuencia de las maniobras efectuadas por contactadores e interruptores, se van deteriorando los contactos, tanto en su superficie de contacto, como en la presión ejercida, esta circunstancia ocasiona chisporroteos y arcos que pueden motivar que se queme una línea o un cuadro. A fin de evitar este fenómeno, se establece el programa de control de los contactos.

Se aprovecha esta operación para reapretar la tornillería de los contactores e interruptores.

- Comprobación de medidas.

Esta operación consistirá en contrarrestar los aparatos de medida, como son amperímetros, voltímetros, etc.

- Comprobación de estanqueidad.

Se comprobará que los equipos eléctricos tales como motores, cuadros, etc. estén aislados totalmente de la humedad. Por otra parte, en los equipos de tuberías neumáticas, hidráulicas, se comprobará que no tengan fugas.

Se mantendrá para cada equipo de funcionamiento independiente (en funcionamiento o en reserva), una ficha de control de las operaciones de mantenimiento. Esta ficha forma parte del historial de cada equipo que viene reflejado en el "Libro Técnico de los Equipos".

Básicamente, consistirá en repasar cuadros eléctricos de bombeos de impulsión, fusible, cableado, comprobación de intensidades mensuales, comprobación de

consumos eléctricos, corrección de ubicaciones de máquinas, repaso de aislamientos, supervisión de señales de contadores de nivel y secuencias de arranque y paro, limpieza y sellado de cuadros eléctricos.

Cambio de anillos tóricos en los equipos, comprobación de anclajes, engrase y mantenimiento de valvulería.

Revisión de las rejas de pretratamiento; funcionamiento y engrase de las mismas; y en general de supervisar todos y cada uno de los elementos electromecánicos de que consta el saneamiento y depuración de la EDAR.

- **Operadores de planta**

Tendrán conocimiento de las instalaciones además de los riesgos que conllevan. Su trabajo será muy versátil y consistirá en las vigilancias, inspecciones diarias en los equipos e instalaciones, limpieza, desbroce, recogida de sólidos en balsas de depuración, bombeos, reparaciones y reposiciones.

Se encargarán de obtener lecturas diarias en contadores de caudal y energía eléctrica, así como de horas de funcionamiento de las bombas de impulsión. Cada oficial rellenará sus casillas correspondientes de los partes de control.

Cumplirán con las órdenes de trabajo que se establezcan.

Tienen obligación de cumplir estrictamente las medidas de seguridad e higiene en el trabajo.

Formarán parte de los turnos de trabajo rotativos para garantizar la presencia de personal en las instalaciones todos los días del año y a todas las horas.

- **Administrativo**

Llevará la contabilidad de la explotación.

Estará a cargo del control de pedidos y de la recepción de materiales y reactivos. Esta

función puede asumirla el Jefe de Planta.

En nuestro caso consideramos que las obras proyectadas no significan ningún aumento en el costo de explotación referido a este apartado.

5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El Mantenimiento y Conservación de instalaciones industriales es una de las partidas más importantes dentro del capítulo de gastos fijos, con una fuerte tendencia, cada día más extendida, a depender de servicios externos, minimizando los gastos a través de una optimización de la gestión del mantenimiento.

Antes de seguir desarrollando el capítulo, conviene, a título descriptivo y para una mayor claridad en la exposición, definir que el concepto de mantenimiento se aplica exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando el concepto de conservación para todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, tuberías, etc.

5.2.1. Mantenimiento

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) M.U.S.

Es aquel que efectúa el personal operador de las instalaciones, que por su frecuencia y poca especialización es encargado a los mismos. Entre ellas se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase

- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

En definitiva, todas aquellas operaciones que, sin ser estrictamente necesarias para que el equipo funcione, y sin requerir especialización específica, redundan en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.

Fundamentalmente recoge los gastos de Aceites y Grasas, y por extensión los de Ferretería, al ser productos demandados por los mismos usuarios, tales como abrazaderas, tornillos arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

Las características de las instalaciones y equipos del tratamiento de la E.D.A.R. desechan, por su alto coste económico, el Mantenimiento Predictivo, circunscribiéndose a una parte del mismo, denominada Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo es aquel que desarrollado por personal cualificado trata de, mediante operaciones de sustitución periódicas, determinadas por el control de algunos parámetros, alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

Las operaciones que comprende son:

- Reposición y sustitución de materiales fungibles: prensaestopas, estopas, rodamientos, retenes, etc.

- Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones, etc.

En definitiva, todas aquellas operaciones de entretenimiento de equipos y sustitución de elementos de uso normal que, realizados por personal cualificado, aseguren una mayor disponibilidad de los mismos.

Recoge los gastos de repuestos fungibles eléctricos, repuestos fungibles mecánicos, una parte importante de las partidas de repuestos eléctricos y repuestos mecánicos y, por último, los gastos de la partida de contratos exteriores de aquellas instalaciones que requieren personal altamente cualificado.

c) Mantenimiento Correctivo

Es aquel que, desarrollado por personal cualificado, busca restituir la operatividad de la máquina sustituyendo aquellas piezas que han provocado el colapso del equipo.

Se comprende la aleatoriedad de este gasto, que depende de factores tan diversos como la calidad del equipo, la calidad del Mantenimiento Preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado.

En definitiva son todas aquellas operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como grúas, ajustes precisos o tareas cualificadas.

Recoge parte de los gastos de las partidas de repuestos eléctricos y mecánicos, y los de la partida de reparaciones exteriores y medios auxiliares.

d) Mantenimiento Modificativo

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata, mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

e) Mantenimiento Energético y Ambiental

Es aquel, que realizado por personal altamente cualificado trata, mediante operaciones de cambio de diseño, mejoras, etc, optimizar el consumo energético y minimizar el impacto ambiental.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

5.2.2. Conservación

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio y la jardinería.

Las actividades que comprende son:

- Reposición y sustitución de cristalería y fontanería
- Repintado de los elementos metálicos, barandillas y otros materiales susceptibles de sufrir deterioros por estar a la intemperie o en ambientes corrosivos.
- Retoques de albañilería y pintura de la Obra Civil
- Retoques en carpintería metálica, viales y urbanización

Recoge los gastos de pintura, material de Obra Civil y tuberías.

Lógicamente los costos de mantenimiento y conservación se verán aumentados en la proporción en la que se añaden nuevos elementos a mantener y conservar.

5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada, que es independiente de los caudales tratados.

El titular de la explotación suele realizar un estudio de posibles tarifas y selecciona la más adecuada a las necesidades iniciales consideradas.

Para la realización del estudio detallado de las posibles situaciones tarifarias, al objeto de obtener la más conveniente, se siguen los siguientes pasos:

1) Establecimiento de la curva de consumos más adecuada conjugando la demanda prevista en función de la curva de caudales con la distribución, a lo largo del día, de las actividades susceptibles de programación: purgas y deshidratación de fangos.

2) Estudio de las diferentes tarifas eléctricas sin otro tipo de consideraciones.

Los nuevos equipos electromecánicos instalados suponen un ligero aumento en la potencia contratada por lo que ese aumento se traduce en un incremento en el costo de explotación correspondiente.

5.4. VARIOS

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por si mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza:

- Material de oficina
- Agua
- Teléfono
- Productos especiales (Desodorización, Anti-espumantes, etc.)
- Material fungible laboratorio

- Reactivos laboratorio
- Analítica Aplicación de Biosólidos
- Analítica Metales Pesados
- Herramientas personal
- Equipos taller
- Ropa de trabajo
- Formación de personal
- Reposición Material de Seguridad y Salud
- Amortizaciones
- Desinfección agua industrial
- Gestión de residuos de Suministro
- Varios: seguros, combustibles, limpiezas especiales etc.

5.4.1. Material de oficina

Incluye papelería, discos de ordenador, material fungible, de impresoras, etc.

5.4.2. Agua

Gasto necesario para la Higiene del personal operador y las visitas, junto con las diversas labores de laboratorio y limpieza de edificios.

5.4.3. Teléfono

Gastos para permitir un contacto con el exterior que garantice la disponibilidad de reactivos en tiempo y medios adecuados.

5.4.4. Productos diversos

Se incluyen dentro de este apartado aquellos gastos derivados de los diversos productos especiales (reactivos desodorización, carbón activo, turba, etc.) necesarios para procesos diversos que no adquieren relevancia individual por sus consumos.

5.4.5. Material fungible laboratorio

En el primer año se efectúa un desembolso inicial por dotar al laboratorio de material fungible, que hay que ir reponiendo periódicamente.

5.4.6. Reactivos laboratorio

Para la analítica necesaria es imprescindible disponer de reactivos químicos.

5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos

En caso de aplicación de los fangos para utilización en agricultura y/o regeneración en zonas forestales, existe una analítica que por su complejidad es inviable disponer del equipamiento necesario en el Laboratorio de una E.D.A.R. de las características de la que nos ocupa.

En consecuencia es obligado el disponer de Laboratorios Externos a los que se encargará dicha analítica.

5.4.8. Analítica metales pesados

Si se pretendiese llevar a cabo un Control de Vertidos existiría una analítica que por su singularidad (metales pesados) es inviable disponer del equipamiento necesario en un Laboratorio de una E.D.A.R. corriendo a cargo de la propiedad.

5.4.9. Herramientas personal

Al inicio del servicio se dota de un equipamiento completo de herramientas al personal que lo necesite, produciéndose por desgaste y uso, necesidades de una reposición periódica.

5.4.10. Equipos de taller

Los equipos de medidas adquiridos al inicio de la prestación del servicio tienen unos desgastes y averías motivados por su uso, que conviene evaluar y tener en cuenta.

5.4.11. Ropa de trabajo

La dotación completa de un operario supone un importe anual de 120,20 euros, incluyendo: botas de seguridad, botas de agua, dos monos de trabajo y chubasquero.

5.4.12. Formación del personal

Es importante formar paulatinamente al personal en tareas de mayor responsabilidad, en beneficio de una optimización del recurso humano disponible.
Estos costes serán asumibles en gran medida por el explotador.

5.4.13. Reposición material de seguridad y salud

Los equipos de Seguridad y Salud requieren reposiciones de material fungible y revisiones periódicas, cuyo desglose se recoge en el Estudio de Seguridad y Salud.

5.4.14. Desinfección agua industrial

Para uso de agua industrial y de servicio se utiliza parte del agua depurada. En previsión de posibles contaminaciones por elementos patógenos o posibles epidemias, se considera necesario disponer de una partida para la desinfección de dicha agua que pueda estar en contacto con el personal operador.

5.4.15. Gestión de residuos de suministros

Dentro del capítulo medioambiental, es prioritaria la gestión de los residuos derivados de los suministros de nuestros proveedores de cara, no solo a garantizar que se cumple la normativa vigente, sino a que se realiza la misma como parte integrante del "modus operandi" propio e inherente al saber hacer.

En este apartado se tienen en cuenta la totalidad de los residuos desglosados en tres campos: Envases, Aceites y grasas y, por último, Repuestos.

5.4.16. Varios

Este apartado integra gastos tan variados, como seguros de Responsabilidad Civil, Combustibles, Limpiezas especiales, etc.

En nuestra opinión este apartado prácticamente no se vé afectado por las actuaciones del Proyecto por lo que a efectos económicos no varía.

6. GASTOS VARIABLES

En realidad los gastos variables no sólo dependen del volumen de agua tratada, sino que también son función de la contaminación que traen consigo las aguas residuales.

A la hora de evaluar los gastos variables de la EDAR de Medina se han considerado los parámetros de funcionamiento obtenidos por el explotador a lo largo del año 2.011, y por lo tanto reales.

Los gastos variables se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Resíduos.

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los consumos eléctricos de la E.D.A.R. de Medina del Campo están relacionados con los procesos fundamentales de acuerdo a los siguientes porcentajes aproximados:

Bombeos de agua bruta y Pretratamiento	12 %
Tratamiento Físico-Químico	5 %
Soplantes de aireación y recirculadores	60 %
Bombeos de recirculación y purgas	10 %
Deshidratación de fangos	10 %

Resto	3 %

De acuerdo con estos porcentajes se deduce que el consumo eléctrico de la depuradora depende principalmente de las soplantes. Este dato adquiere mayor relevancia al considerar que a su vez el costo de la energía eléctrica es el mayor de todos los gastos unitarios de la explotación suponiendo entre el 50% y el 60% de los costos variables y entre el 30% y el 40 % del total. Por este motivo es tan importante para el explotador disponer de elementos de control que le permitan combinar el funcionamiento de las soplantes y las bombas de recirculación para obtener el máximo rendimiento en la eliminación tanto de la contaminación carbonosa como de los nutrientes con el menor consumo eléctrico posible.

En este sentido la instalación de las nuevas sondas de medición de oxígeno disuelto combinadas con las sondas de medición de N-NH3 no solo no encarecerá la explotación si no que permitirán un ahorro en el gasto energético de la aireación.

6.2. GASTOS DE REACTIVOS

Se incluye, en este apartado, todo producto físico o químico que por sus características (volumen, periodicidad, etc.) adquiera identidad propia tales como: productos químicos para el tratamiento Físico-Químico, productos químicos para la eliminación de Fósforo, para la desinfección, etc.

En la EDAR de Medina del Campo existe un tratamiento físico-químico para el que se dispone de equipos de almacenamiento y dosificación de polielectrolito, cloruro férrico y cal. Además se dispone de equipos de dosificación de polielectrolito y de cal para el acondicionamiento de los fangos. En la actualidad el tratamiento físico-químico no se usa y solo se consume el polielectrolito para el acondicionamiento de los fangos a deshidratar. A partir de la reforma se consumirá cloruro férrico para la eliminación del fósforo dosificado en el reactor biológico y en el equipo de tratamiento de los escurridos de la centrífuga. Las cantidades de cloruro férrico a dosificar se calculan en el apéndice de cálculos que se adjunta, pero serán pequeñas ya que la mayor parte del fósforo se eliminará de forma biológica mediante el selector anaerobio proyectado.

6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS

En este apartado se incluyen los siguientes residuos:

- Detritus extraídos del pozo de gruesos por la cuchara bivalva.
- Detrirus retenidos por las rejas y tamices
- Arenas lavadas y clasificadas procedentes del desarenador
- Grasas concentradas eliminadas por el desengrasador y por el puente barredor superficial de los decantadores primarios y secundarios.
- Sólidos retenidos por el tamiz de fangos primarios.
- Fangos secos procedentes de la purga de fangos en exceso.

Las actuaciones proyectadas incidirán fundamentalmente en el último apartado produciendo un aumento de los fangos en exceso como consecuencia del empleo de cloruro férrico para la eliminación del fósforo.

Los incrementos económicos producidos en los gastos variables se calculan detalladamente en el apéndice siguiente.

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS.

CONSUMOS CCM_1												
Equipo	Nº Equipos		P2.n (kW)	P2.n.s (kW)	%C	P2.s (kW)	η (%)	P1.s (Kw)	h/día	Días/ Semana	Kwh/mes	Kwh/año
	Servicio	Reserva										
Tamiz Rotativo para fangos	1	0	0,55	0,55	82,00%	0,45	92,00%	0,49	12	7	164,71	1.976,56
Bombas dosificadoras de cloruro férrico (Edifico existente)	1	1	0,09	0,09	80,00%	0,07	84,00%	0,09	12	7	28,80	345,60
Agitadores Sumergidos (Selector)	2	0	5,00	10,00	72,00%	7,20	85,00%	8,47	24	7	5.692,24	68.306,82
Agitadores de accionaiento central (Espesamiento de fangos biológicos)	1	0	1,50	1,50	74,00%	1,11	82,00%	1,35	24	7	909,66	10.915,90
Bombas mono de Tornillo helicoidal	1	1	2,20	2,20	76,00%	1,67	83,00%	2,01	8	5	322,31	3.867,76
Alimentación Equipo Compacto para Tto.Escurridos	1	0	3,00	3,00	77,00%	2,31	86,00%	2,69	8	5	429,77	5.157,21
Bombas Sumergibles (Arqueta de escurridos Centrifuga)	1	1	2,30	2,30	79,00%	1,82	87,00%	2,09	8	5	334,16	4.009,93
Bombas Centrifugas tipo Bortex (Equipo compacto)	2	0	2,20	4,40	72,00%	3,17	84,00%	3,77	8	5	603,43	7.241,14
Medidor Ultrasónico Parshall (Obra de Salida)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Alimentación Controlador (2 Sondas LDO)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Alimentación Controlador (2 Sondas NH4/NO3)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Subcuadro de Alumbrado y Fuerza Serv.Aux	1	0	31,18	31,18	100,00%	31,18	100,00%	31,18	2	3	748,32	8.979,84

TOTAL CONSUMOS CGD			
P1.s (kW)	F.S Instalación	Total Potencia Simultánea (kW)	Energía Consumida kWh/año
52,44	1,00	52,44	113.219,96

COSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EXPLOTACIÓN

Tarifa: 3.1 A

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Potencia (€/kWxaño)	24,493015	15,104184	3,463562

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Energía (€/kWh)	0,14289	0,12618	0,091529

Término de Potencia

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Potencia Contratada (kW)	65	65	65
Término de Potencia (€/año)	1.592,05 €	981,77 €	225,13 €

Total Término de Potencia (€/año)	**2.798,95 €**

Término de Energía

Total Energía Consumida (kWh/año)	113.219,96
Total Energía Consumida (kWh/día)	310,19

Estimación de Energía consumida en cada periodo (%)				
Mes	Nº Días	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	31	30,00%	45,00%	25,00%
Febrero	28	30,00%	45,00%	25,00%
Marzo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Abril	30	30,00%	45,00%	25,00%
Mayo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Junio	30	30,00%	45,00%	25,00%
Julio	31	30,00%	45,00%	25,00%
Agosto	31	30,00%	45,00%	25,00%
Septiembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Octubre	31	30,00%	45,00%	25,00%
Noviembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Diciembre	31	30,00%	45,00%	25,00%

Estimación de Energía consumida en cada periodo (kWh)			
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Febrero	2.605,61	3.908,42	2.171,34
Marzo	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Abril	2.791,73	4.187,59	2.326,44
Mayo	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Junio	2.791,73	4.187,59	2.326,44
Julio	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Agosto	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Septiembre	2.791,73	4.187,59	2.326,44
Octubre	2.884,78	4.327,17	2.403,99
Noviembre	2.791,73	4.187,59	2.326,44
Diciembre	2.884,78	4.327,17	2.403,99

Costes de Energía consumida por periodo y mes (€)				
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)	Total (€)
Enero	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Febrero	372,32 €	493,18 €	198,74 €	1.064,22 €
Marzo	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Abril	398,91 €	528,39 €	212,94 €	1.140,24 €
Mayo	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Junio	398,91 €	528,39 €	212,94 €	1.140,24 €
Julio	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Agosto	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Septiembre	398,91 €	528,39 €	212,94 €	1.140,24 €
Octubre	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €
Noviembre	398,91 €	528,39 €	212,94 €	1.140,24 €
Diciembre	412,21 €	546,00 €	220,03 €	1.178,24 €

Total Término de Energía (€/año)	**13.872,87 €**

Total Costes Anuales

Total (€/año)	**16.671,82 €**

Resumen

Tarifa	Término de Potencia (€/kWxmes)	Término de Energía (€/kWh)
3.1 A	**3,5885**	**0,1225**

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONOMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

EDAR DE MEDINA DEL CAMPO

DATOS DE PARTIDA

POBLACION		**REAL**
Población equivalente adoptada		70.041 Hab Equiv.
CAUDALES		1.961.510,00 m3/año
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**5.374 m^3/dia**
Caudal promedio		224 m^3/h
Caudal punta	2,40	537 m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	4,00	896 m^3/h
Caudal máximo bombeado	4,00	896 m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	2.239 m^3/h

CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA

DBO_5	
Carga diaria de entrada	4.202 kg/dia
Concentración de entrada	**782** mg/l
Carga diaria máxima de salida	134 kg/dia
Concentración máxima de salida	**25** mg/l
Carga diaria eliminada	4.068 kg/dia
DQO	
Carga diaria de entrada	7.271 kg/dia
Concentración de entrada	**1.353** mg/l
Carga diaria máxima de salida	672 kg/dia
Concentración máxima de salida	125 mg/l
Carga diaria eliminada	6.599 kg/dia
SS	
Carga diaria de entrada	2.633 kg/dia
Concentración de entrada	**490** mg/l
Carga diaria máxima de salida	188 kg/dia
Concentración máxima de salida	**35** mg/l
Carga diaria eliminada	2.445 kg/dia
N-NTK	
Carga diaria de entrada estimada	462 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**86** mg/l
Carga diaria máxima de salida	81 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15** mg/l
Carga diaria eliminada	382 kg/dia
P	
Carga diaria de entrada estimada	86 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**16** mg/l
Carga diaria máxima de salida	11 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2** mg/l
Carga diaria eliminada	75 kg/dia
pH	
Salida entre	5,5 y 9
TEMPERATURA	
Temperatura de cálculo	12,00 °C

RESULTADOS A OBTENER:

DBO5:	<	25,00 mg/l
DQO:	<	125,00 mg/l
SS totales:	<	35,00 mg/l
N-NTK:	<	15,00 mg/l
P-PO4:	<	2,00 mg/l
pH, entre:	5,5 y 9	

Estabilización de fangos:	>	40,00 %
Sequedad de fangos:	>	25,00 %
pH, entre:	5,5 y 9	

CALCULO DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LAS ACTUACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA

Personal	Costo total
Jefe de planta	0,00 E/AÑO
Oficiales electromecánicos	0,00 E/AÑO
Peon mantenimiento	0,00 E/AÑO
TOTAL MANO DE OBRA	**0,00 E/AÑO**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Mantenimiento de uso	500,00 E/AÑO
Mantenimiento preventivo	500,00 E/AÑO
Mantenimiento modificativo	500,00 E/AÑO
TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	**1.500,00 E/AÑO**

TERMINO FIJO DE LA POTENCIA CONTRATADA

Total AUMENTO de potencia contratada	52,44 KVA
Precio	4,45 E/Kw *mes
Período	12,00 meses
IMPORTE ANUAL DEL TERMINO DE POTENCIA	**2.798,95 E/año**

VARIOS

Material de oficina	0,00 E/año
Material de limpieza	0,00 E/año
Telefono	0,00 E/año
Material fungible laboratorio	0,00 E/año
Reactivos de laboratorio	0,00 E/año
Herramientas personal	0,00 E/año
Equipos de taller	0,00 E/año
Vestuario del personal operador	0,00 E/año
Jardineria	0,00 E/año
TOTAL VARIOS	**0,00 E/año**

RESUMEN DE GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA	0,00 E/año
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	1.500,00 E/año
POTENCIA CONTRATADA	2.798,95 E/año
VARIOS	0,00
TOTAL GASTOS FIJOS	**4.298,95 E/año**

GASTOS FIJOS MENSUALES | ***358,25 E/mes***

GASTOS VARIABLES

ENERGIA ELECTRICA

Los consumos energéticos de las máquinas y sistemas individuales se han extraido del Anejo de CALCULOS ELECTRICOS

Incremento del Consumo anual de la EDAR	113.219,96	Kw.h/año
Precio unitario	0,12	E/Kw.h
IMPORTE ANUAL DE ELECTRICIDAD	**13.872,87**	**E/año**

REACTIVOS

POLIELECTROLITO

EN SECADO DE FANGOS		
Dosis media de producto	5,00	Kg/Tn fangos
Total fangos formados (PO4 Fe+ Fe (OH)3):	334,51	Kg/dia
Consumo diario de polielectrolito	1,67	Kg/dia
Dias de secado de fangos	240,00	dias/año
Consumo anual	401,41	Kg/año
Precio del polielectrolito	4,40	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	1.766,21	E/año

CLORURO FÉRRICO

Cargas de P en el agua bruta		
Concentración de P en agua bruta	16,00	mg/l
Carga de P en agua bruta	85,98	kg/dia
Rendimineto máximo obtenido en el selector	96%	
Rendimiento mínimo asegurado en el selector	80%	
P a precipitar quimicamente con rendimiento mínimo	**17,20**	**kg/dia**
Consumo diario de producto comercial	343,94	Kg/día
Consumo anual	125.536,64	Kg/año
Precio del producto	0,20	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	25.107,33	E/año
TOTAL REACTIVOS	**26.873,54**	**E/año**

TRANSPORTE DE RESIDUOS

PRODUCCION DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS

TOTAL RETIRADA DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS	**0,00**	**E/año**
Incremento de fangos	334,51	kg/dia
Concentración del fango purgado	8,00	kg/m^3
Volumen de fangos debidos a la eliminación del P	41,81	m^3/dia
RETIRADA DE FANGOS SECOS		
Volumen de fangos secos	1,34	M3/DIA
Dias de secado de fangos	240,00	DIAS/AÑO
Fangos secos totales producidos	321,13	M3/AÑO
Densidad de la torta	1,10	Tn/m3
Peso de fangos secos	353,24	Tn/año
Coste disposición de lodos	25,00	€/Tn
TOTAL RETIRADA DE LOS FANGOS SECOS	8.831,06	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS		
Costo de la retirada de las basuras, arenas y grasas	0,00	E/año
Costo de la retirada de los fangos secos	8.831,06	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS	**8.831,06**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS VARIABLES		
ENERGIA ELECTRICA	13.872,87	E/año
REACTIVOS	26.873,54	E/año
RETIRADA DE RESIDUOS	8.831,06	E/año
TOTAL GASTOS VARIABLES	**49.577,47**	**E/año**

GASTOS VARIABLES/M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**	**E/m3**

RESUMEN DE GASTOS ANUALES

GASTOS FIJOS	**4.298,95 E/año**
GASTOS VARIABLES	**49.577,47 E/año**
TOTAL GASTOS ANUALES	**53.876,42 E/año**

REPERCUSION DEL COSTO DE EXPLOTACION POR CONCEPTOS

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservacion	1.500,00
Factor de potencia	2.798,95
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**4.298,95**

G.VARIABLES	**E/año**
Energia electrica	13.872,87
Reactivos	26.873,54
Retirada de residuos	8.831,06
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**49.577,47**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**358,25**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**53.876,42**

15.2. E.D.A.R DE ISCAR

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 1

2. DATOS BASICOS 1

3. ACTUACIONES PROYECTADAS 2

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS 2

4.1. GASTOS FIJOS 2
4.2. GASTOS VARIABLES 3

5. GASTOS FIJOS 4

5.1. GASTOS DE PERSONAL 6
5.1.1. General 6
5.1.2. Funciones a realizar. 6
5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN 12
5.2.1. Mantenimiento 13
5.2.2. Conservación 15
5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA 16
5.4. VARIOS 17
5.4.1. Material de oficina 18
5.4.2. Agua 18
5.4.3. Teléfono 18
5.4.4. Productos diversos 18
5.4.5. Material fungible laboratorio 18
5.4.6. Reactivos laboratorio 18
5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos 18
5.4.8. Analítica metales pesados 19
5.4.9. Herramientas personal 19
5.4.10. Equipos de taller 19
5.4.11. Ropa de trabajo 19
5.4.12. Formación del personal 19
5.4.13. Reposición material de seguridad y salud 19
5.4.14. Desinfección agua industrial 20

5.4.15. Gestión de residuos de suministros 20
5.4.16. Varios 20

6. GASTOS VARIABLES 20

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 21
6.2. GASTOS DE REACTIVOS 21
6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS 22

1. INTRODUCCION

La realización del presente anejo tiene por objeto el estudio de la repercusión que producirán las obras incluidas en el presente Proyecto de mejoras de la EDAR de Iscar sobre la organización y forma de prestación del Servicio de Mantenimiento así como la incidencia económica que dichas actuaciones supondrán para el explotador de la E.D.A.R.

En este documento se considera únicamente la repercusión producida por los elementos sustituidos o nuevos y los incrementos o ahorros que la instalación de dichos elementos supongan en el costo de la explotación.

Se estructura siguiendo el modelo clásico que discierne dos grandes grupos de gastos: fijos y variables, en función de su independencia o dependencia de los caudales tratados.

El apartado de gastos fijos recoge aquellos gastos que no están relacionados de forma directa con el caudal de entrada.

El apartado de gastos variables hace referencia a todos aquellos que tienen relación directa con el volumen de agua que se trata.

2. DATOS BASICOS

A partir de la toma de datos y de la campaña de análisis realizada, se han podido determinar las cargas y caudales que realmente se tratan en la planta, lo que nos permitirá calcular con mayor precisión los consumos eléctricos y de reactivos así como los fangos en exceso producidos.

Los costes de construcción quedan detallados en los correspondientes presupuestos incluidos en este proyecto. A partir de ellos se ha realizado un estudio de los costes de mantenimiento y conservación de las instalaciones proyectadas.

Tanto los costes de los reactivos como la dosificación de los mismos es fruto del estudio de mercado realizado.

La estimación de los fangos en exceso producidos se ha obtenido combinando los datos facilitados por los explotadores y los datos obtenidos de realizar cálculos de diseño convencionalmente aplicados a este tipo de instalaciones.

3. ACTUACIONES PROYECTADAS

Las actuaciones incluídas en la EDAR de Iscar son:

- Instalación de una reja de limpieza automática
- Construcción de un selector equipado con dos agitadores de 1,5 Kw.
- Sustitución de dos sondas de medición de oxígeno disuelto en los reactores.
- Instalación de dos sondas de medición de N-NH3 en los reactores.
- Instalación de 2 bombas dosificadoras de CL3Fe de 250 W
- Instalación de un depósito para Cl3Fe de 10 m3.
- Construcción de un canal Parshal equipado con un medidor de caudal ultrasónico.
- Construcción de un edificio industrial para almacén y taller.

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS

Al final de este documento adjuntamos un apéndice en el que se calculan detalladamente todos los costos de explotación producidos por las actuaciones proyectadas. En este estudio simplemente describiremos los apartados que comprenden los trabajos de mantenimiento y explotación de la depuradora junto con los comentarios y consideraciones que expliquen la repercusión que las nuevas obras suponen para la EDAR resultante.

4.1. GASTOS FIJOS

Tienen concepto de gastos fijos aquellos que son independientes del caudal tratado que se producen sin distinción de que la E.D.A.R. esté en funcionamiento o parada.

No son asimilables al concepto de "guardería", pues mientras ésta contempla actuaciones tendentes a evitar el deterioro de las instalaciones en largos períodos de parada, los gastos fijos incluyen poder poner las instalaciones al máximo de su capacidad en cualquier instante y de forma continuada en el tiempo.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de mantenimiento y conservación
- Gastos de personal
- Energía eléctrica contratada (factor de potencia)
- Varios

En mantenimiento y conservación se incluyen los gastos derivados del mantenimiento de los equipos en sus diferentes versiones: Mantenimiento de uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental; además de los gastos de conservación de la Obra Civil, Viales, Jardinería, etc.

En los gastos de personal se incluyen únicamente los derivados de la retribución de los técnicos, operarios y administrativos en toda la extensión: Nómina, Seguros Sociales, Pluses, etc.

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados.

En varios se incluyen todos aquellos que no hayan sido contemplados en los grupos anteriores: Teléfono, Seguros varios, Asesorías varias, Material de oficina, Vestuario personal, Formación de personal, Seguridad, Limpiezas especiales, etc.

4.2. GASTOS VARIABLES

Son los que dependen del caudal tratado, tanto en cuanto a sus características cuantitativas como cualitativas, aunque a todos los efectos, una vez definidas las características medias del agua, solo se consideran a efectos de gastos dependientes del volumen de agua tratada.

Los gastos se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica

- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos

La energía eléctrica en forma de kWh consumida será función de los consumos eléctricos esperados. Si bien de forma natural la tendencia diaria de consumos se parecerá a la de caudales, las actuaciones del gestor de la explotación desplazando a horas valles los consumos energéticos de determinadas instalaciones (deshidratación de fangos) hacen que la misma se aplane ligeramente.

Los gastos de productos químicos incluyen los reactivos utilizados en las líneas de agua y fangos.

Los gastos de evacuación de residuos recogen exclusivamente los derivados del transporte de todos aquellos que atañen a los subproductos obtenidos y que por su volumen son significativos, quedando por cuenta de la Propiedad los gastos derivados de su disposición final, bien en vertederos municipales o en reutilizaciones posibles.

5. GASTOS FIJOS

En todo proceso productivo se busca, a la hora de optimizar el coste económico, reducir los gastos fijos transformándolos en variables.

En la introducción de este estudio se renunciaba expresamente a entrar en consideración sobre qué parte del mantenimiento depende o no del caudal, y tiene, por lo tanto, carácter de coste variable.

Mantener la idea de una optimización de costes por reducción de los gastos fijos sin que los mismos tengan que venir necesariamente acompañados por un aumento de los costes variables es el objetivo buscado.

Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología dura hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda. La reducción del personal al mínimo imprescindible para atender el funcionamiento de las instalaciones y recurrir a servicios exteriores en casos de puntas de trabajo son garantía de una optimización de los costes.

El presente estudio sobre los gastos fijos se basa en las siguientes premisas:

1) El personal en plantilla es el necesario para atender el servicio continuado de las instalaciones.

2) Las operaciones especiales o situaciones puntuales que demanden mayor mano de obra, se efectuarán recurriendo al mercado laboral o al empresarial dependiendo de la naturaleza técnica del mismo.

3) El Mantenimiento de Uso y el Preventivo serán efectuados por el propio personal, salvo aquellos que por su singularidad técnica requieran una marcada especialización.

4) El Mantenimiento Correctivo y el Energético y Ambiental se equirrepartirán entre el personal propio y las asistencias exteriores.

Con estas consideraciones se minimizan los gastos fijos, que de alguna manera pasan a depender del nivel de utilización de las instalaciones, sin adquirir la categoría de variables al no hacerlos depender del caudal tratado.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de personal
- Gastos de mantenimiento y conservación
- Energía Eléctrica
- Varios.

5.1. GASTOS DE PERSONAL

5.1.1. General

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el coste de personal grava considerablemente el capítulo de gastos fijos siendo necesario efectuar un estudio ponderado de las necesidades mínimas requeridas en este concepto, para completarlas en casos de necesidad recurriendo al mercado laboral, cuya flexibilidad permite hacer frente, con garantías, a las demandas puntuales o periódicas de personal.

A todos los efectos el personal de una explotación se divide generalmente en:

- Dirección y Control
- Producción y explotación
- Mantenimiento y Conservación.
- Administración del servicio

5.1.2. Funciones a realizar.

Los trabajos a realizar por parte de las distintas personas adscritas a la explotación serán los siguientes:

- **Jefe de Planta**

Será la persona de máxima responsabilidad en el servicio. De él dependerá toda la plantilla adscrita a la explotación. Su misión consistirá en asegurar, bajo su criterio, el correcto funcionamiento del proceso depurador, desde las instalaciones de saneamiento hasta la planta depuradora propiamente dicha.

Se encargará de mantener al día informatizados, los partes de explotación, analítica y energía eléctrica con el fin de tener información puntual de cada uno de estos temas en cualquier momento.

Realizará los estudios que sean necesarios para mejorar la organización del área.

Dirigirá, organizará y controlará la labor de la plantilla.

Propondrá soluciones técnicas a problemas de esta índole que puedan aparecer.

Realizará los resúmenes mensuales del funcionamiento del Servicio.

Cuidará que se cumplan estrictamente las medidas de seguridad e higiene.

Se encargará de la habilitación del Libro de Ordenes, Inventario, Plan de Lubricación y Libro de Averías, Incidencias y Operaciones de entretenimiento.

De la realización de los análisis exigidos por el Pliego de Condiciones Técnico-Administrativas que rija la concesión del servicio y los necesarios para el buen funcionamiento y control del proceso.

Los análisis que se realizarán son los que aparecen el plan de control. Si no existiese en planta la posibilidad de realizar alguno de ellos se llevaría a analizar a un laboratorio capacitado para ello.

Además de los controles de calidad de agua bruta y efluente depurado, se realizarán análisis puntuales en las distintas fases de los tratamientos con objeto de detectar posibles anomalías en procesos intermedios.

También se harán periódicamente observaciones microscópicas de los microorganismos indicadores del correcto funcionamiento del proceso y detección de posibles anomalías en el fango biológico.

Todo esto permitirá tener una visión clara del funcionamiento del proceso en todo momento.

- **Oficial electromecánico/ encargado**

Será el encargado de mantenimiento y supervisión de las instalaciones de que consta tanto el sistema de saneamiento como el de depuración.

Su trabajo estará dirigido por el encargado de mantenimiento, a quien le tendrán que dar cuenta de su trabajo diario a través de unos partes diarios donde quedarán reflejadas todas las operaciones que han realizado.

Su misión será velar por el correcto funcionamiento de los equipos realizando en cada caso los trabajos necesarios de mantenimiento.

Su trabajo irá encaminado a:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Detectar y corregir los defectos antes de que se conviertan en problemas importantes, controlando el número de horas de bombeo, consumos eléctricos, etc.
- Asesorar las decisiones para determinación y gestión de repuestos.
- Evitar consumos exagerados.
- Conservar los equipos a pleno rendimiento.
- Disminuir el riesgo de averías.

En definitiva conseguir que las instalaciones funcionen en las mejores condiciones y con los menores costes posibles.

- Inspección general.

Mediante visitas diarias, se hará una inspección general, comprobando su funcionamiento general, vibraciones de las bombas, limpieza de los reguladores de nivel, comprobación de los medidores del cuadro eléctrico. En dichas visitas se cumplimentará el parte, anotando todas las anomalías, así como las horas de funcionamiento. Posteriormente, estos datos pasarán a un ordenador, para llevar control informático de las horas de marcha de todas las bombas, detectando inmediatamente cualquier funcionamiento anómalo prolongado.

- Comprobación del consumo

Una vez al mes, se medirá el consumo de los motores, con un medidor distinto al que posea el cuadro. Se anotará en un parte al efecto, y se procederá en cuanto se

detecte un consumo anormal.

- Comprobación del aislamiento

Periódicamente se medirá el aislamiento de los motores, anotando en un parte al efecto. En los casos en que el aislamiento sea inferior a los 10 megaohmios se procederá a sacar la bomba del pozo. Si la falta de aislamiento es debida al cable, se sustituirá por otro nuevo, y si es debida al motor, se desarmará en taller la bomba para comprobar su estado.

Al mismo tiempo, se verificarán las tomas de tierra.

- Comprobación del sistema de alarmas.

Una vez al mes, como mínimo, se harán saltar las alarmas de los bombeos, para comprobar en el lugar de recepción que su funcionamiento es correcto.

- Cambio de anillos de desgaste.

Periódicamente, se comprobará el estado de los anillos de desgaste de los rodetes, procediendo a su sustitución de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. De esta forma se consigue un mejor rendimiento de las bombas, y menor desgaste de los rodetes y las carcasas.

- Cambio de aceite.

La normativa se establece de acuerdo a dos ideas fundamentales: se aplican las recomendaciones de cada constructor, y se efectúan análisis periódicos de la calidad y estado de los aceites. Con ello se persigue que el contenido en restos metálicos y humedad, estén siempre por debajo de los límites tolerados y por consiguiente que la capa lubricante sea óptima.

- Cambio de juntas tóricas.

Se sustituirán todas las juntas nuevas, siempre que se desarme una bomba, aún cuando el estado de las que se quitan sea aparentemente bueno.

- Limpieza y revisión interior.

su misión consiste en chequear los órganos de las máquinas y los cuadros eléctricos, al tiempo que se efectúa una limpieza de los mismos.

También se procederá a limpiar periódicamente el pozo de bombeo, mediante agua a presión, aprovechando para bajar a inspeccionar el anclaje de las bombas, y limpiar los rodetes.

- Comprobar ventilación.

Se procede a una inspección visual de la protección del ventilador, para evitar que su obstrucción ocasione sobretemperaturas.

- Reapriete conexiones.

Para conseguir unas buenas condiciones de trabajo evitando calentamientos y aumentos de consumo de energía eléctrica, se procede periódicamente a un apriete de conexiones.

- Control de contactos.

Como consecuencia de las maniobras efectuadas por contactadores e interruptores, se van deteriorando los contactos, tanto en su superficie de contacto, como en la presión ejercida, esta circunstancia ocasiona chisporroteos y arcos que pueden motivar que se queme una línea o un cuadro. A fin de evitar este fenómeno, se establece el programa de control de los contactos.

Se aprovecha esta operación para reapretar la tornillería de los contactores e interruptores.

- Comprobación de medidas.

Esta operación consistirá en contrarrestar los aparatos de medida, como son

amperímetros, voltímetros, etc.

- Comprobación de estanqueidad.

Se comprobará que los equipos eléctricos tales como motores, cuadros, etc. estén aislados totalmente de la humedad. Por otra parte, en los equipos de tuberías neumáticas, hidráulicas, se comprobará que no tengan fugas.

Se mantendrá para cada equipo de funcionamiento independiente (en funcionamiento o en reserva), una ficha de control de las operaciones de mantenimiento. Esta ficha forma parte del historial de cada equipo que viene reflejado en el "Libro Técnico de los Equipos".

Básicamente, consistirá en repasar cuadros eléctricos de bombeos de impulsión, fusible, cableado, comprobación de intensidades mensuales, comprobación de consumos eléctricos, corrección de ubicaciones de máquinas, repaso de aislamientos, supervisión de señales de contadores de nivel y secuencias de arranque y paro, limpieza y sellado de cuadros eléctricos.

Cambio de anillos tóricos en los equipos, comprobación de anclajes, engrase y mantenimiento de valvulería.

Revisión de las rejas de pretratamiento; funcionamiento y engrase de las mismas; y en general de supervisar todos y cada uno de los elementos electromecánicos de que consta el saneamiento y depuración de la EDAR.

- **Operadores de planta**

Tendrán conocimiento de las instalaciones además de los riesgos que conllevan. Su trabajo será muy versátil y consistirá en las vigilancias, inspecciones diarias en los equipos e instalaciones, limpieza, desbroce, recogida de sólidos en balsas de depuración, bombeos, reparaciones y reposiciones.

Se encargarán de obtener lecturas diarias en contadores de caudal y energía eléctrica, así como de horas de funcionamiento de las bombas de impulsión. Cada oficial rellenará sus casillas correspondientes de los partes de control.

Cumplirán con las órdenes de trabajo que se establezcan.

Tienen obligación de cumplir estrictamente las medidas de seguridad e higiene en el trabajo.

Formarán parte de los turnos de trabajo rotativos para garantizar la presencia de personal en las instalaciones todos los días del año y a todas las horas.

- **Administrativo**

Llevará la contabilidad de la explotación.

Estará a cargo del control de pedidos y de la recepción de materiales y reactivos. Esta función puede asumirla el Jefe de Planta.

En nuestro caso consideramos que las obras proyectadas no significan ningún aumento en el costo de explotación referido a este apartado.

5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El Mantenimiento y Conservación de instalaciones industriales es una de las partidas más importantes dentro del capítulo de gastos fijos, con una fuerte tendencia, cada día más extendida, a depender de servicios externos, minimizando los gastos a través de una optimización de la gestión del mantenimiento.

Antes de seguir desarrollando el capítulo, conviene, a título descriptivo y para una mayor claridad en la exposición, definir que el concepto de mantenimiento se aplica exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando el concepto de conservación para todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, tuberías, etc.

5.2.1. Mantenimiento

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) M.U.S.

Es aquel que efectúa el personal operador de las instalaciones, que por su frecuencia y poca especialización es encargado a los mismos. Entre ellas se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase
- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

En definitiva, todas aquellas operaciones que, sin ser estrictamente necesarias para que el equipo funcione, y sin requerir especialización específica, redundan en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.

Fundamentalmente recoge los gastos de Aceites y Grasas, y por extensión los de Ferretería, al ser productos demandados por los mismos usuarios, tales como abrazaderas, tornillos arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

Las características de las instalaciones y equipos del tratamiento de la E.D.A.R. desechan, por su alto coste económico, el Mantenimiento Predictivo, circunscribiéndose a una parte del mismo, denominada Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo es aquel que desarrollado por personal cualificado trata de, mediante operaciones de sustitución periódicas, determinadas por el control de algunos parámetros, alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

Las operaciones que comprende son:

- Reposición y sustitución de materiales fungibles: prensaestopas, estopas, rodamientos, retenes, etc.
- Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones, etc.

En definitiva, todas aquellas operaciones de entretenimiento de equipos y sustitución de elementos de uso normal que, realizados por personal cualificado, aseguren una mayor disponibilidad de los mismos.

Recoge los gastos de repuestos fungibles eléctricos, repuestos fungibles mecánicos, una parte importante de las partidas de repuestos eléctricos y repuestos mecánicos y, por último, los gastos de la partida de contratos exteriores de aquellas instalaciones que requieren personal altamente cualificado.

c) Mantenimiento Correctivo

Es aquel que, desarrollado por personal cualificado, busca restituir la operatividad de la máquina sustituyendo aquellas piezas que han provocado el colapso del equipo.

Se comprende la aleatoriedad de este gasto, que depende de factores tan diversos como la calidad del equipo, la calidad del Mantenimiento Preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado.

En definitiva son todas aquellas operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como grúas, ajustes precisos o tareas cualificadas.

Recoge parte de los gastos de las partidas de repuestos eléctricos y mecánicos, y los de la partida de reparaciones exteriores y medios auxiliares.

d) Mantenimiento Modificativo

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata, mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

e) Mantenimiento Energético y Ambiental

Es aquel, que realizado por personal altamente cualificado trata, mediante operaciones de cambio de diseño, mejoras, etc, optimizar el consumo energético y minimizar el impacto ambiental.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

5.2.2. Conservación

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio y la jardinería.

Las actividades que comprende son:

- Reposición y sustitución de cristalería y fontanería

- Repintado de los elementos metálicos, barandillas y otros materiales susceptibles de sufrir deterioros por estar a la intemperie o en ambientes corrosivos.
- Retoques de albañilería y pintura de la Obra Civil
- Retoques en carpintería metálica, viales y urbanización

Recoge los gastos de pintura, material de Obra Civil y tuberías.

Lógicamente los costos de mantenimiento y conservación se verán aumentados en la proporción en la que se añaden nuevos elementos a mantener y conservar.

5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada, que es independiente de los caudales tratados.

El titular de la explotación suele realizar un estudio de posibles tarifas y selecciona la más adecuada a las necesidades iniciales consideradas.

Para la realización del estudio detallado de las posibles situaciones tarifarias, al objeto de obtener la más conveniente, se siguen los siguientes pasos:

- Establecimiento de la curva de consumos más adecuada conjugando la demanda prevista en función de la curva de caudales con la distribución, a lo largo del día, de las actividades susceptibles de programación: purgas y deshidratación de fangos.
- Estudio de las diferentes tarifas eléctricas sin otro tipo de consideraciones.

Los nuevos equipos electromecánicos instalados suponen un ligero aumento en la potencia contratada por lo que ese aumento se traduce en un incremento en el costo de explotación correspondiente.

5.4. VARIOS

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por sí mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza:

- Material de oficina
- Agua
- Teléfono
- Productos especiales (Desodorización, Anti-espumantes, etc.)
- Material fungible laboratorio
- Reactivos laboratorio
- Analítica Aplicación de Biosólidos
- Analítica Metales Pesados
- Herramientas personal
- Equipos taller
- Ropa de trabajo
- Formación de personal
- Reposición Material de Seguridad y Salud
- Amortizaciones
- Desinfección agua industrial
- Gestión de residuos de Suministro
- Varios: seguros, combustibles, limpiezas especiales etc.

5.4.1. Material de oficina

Incluye papelería, discos de ordenador, material fungible, de impresoras, etc.

5.4.2. Agua

Gasto necesario para la Higiene del personal operador y las visitas, junto con las diversas labores de laboratorio y limpieza de edificios.

5.4.3. Teléfono

Gastos para permitir un contacto con el exterior que garantice la disponibilidad de reactivos en tiempo y medios adecuados.

5.4.4. Productos diversos

Se incluyen dentro de este apartado aquellos gastos derivados de los diversos productos especiales (reactivos desodorización, carbón activo, turba, etc.) necesarios para procesos diversos que no adquieren relevancia individual por sus consumos.

5.4.5. Material fungible laboratorio

En el primer año se efectúa un desembolso inicial por dotar al laboratorio de material fungible, que hay que ir reponiendo periódicamente.

5.4.6. Reactivos laboratorio

Para la analítica necesaria es imprescindible disponer de reactivos químicos.

5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos

En caso de aplicación de los fangos para utilización en agricultura y/o regeneración en zonas forestales, existe una analítica que por su complejidad es inviable disponer del equipamiento necesario en el Laboratorio de una E.D.A.R. de las características de la que nos ocupa.

En consecuencia es obligado el disponer de Laboratorios Externos a los que se

encargará dicha analítica.

5.4.8. Analítica metales pesados

Si se pretendiese llevar a cabo un Control de Vertidos existiría una analítica que por su singularidad (metales pesados) es inviable disponer del equipamiento necesario en un Laboratorio de una E.D.A.R. corriendo a cargo de la propiedad.

5.4.9. Herramientas personal

Al inicio del servicio se dota de un equipamiento completo de herramientas al personal que lo necesite, produciéndose por desgaste y uso, necesidades de una reposición periódica.

5.4.10. Equipos de taller

Los equipos de medidas adquiridos al inicio de la prestación del servicio tienen unos desgastes y averías motivados por su uso, que conviene evaluar y tener en cuenta.

5.4.11. Ropa de trabajo

La dotación completa de un operario supone un importe anual de 120,20 euros, incluyendo: botas de seguridad, botas de agua, dos monos de trabajo y chubasquero.

5.4.12. Formación del personal

Es importante formar paulatinamente al personal en tareas de mayor responsabilidad, en beneficio de una optimización del recurso humano disponible.
Estos costes serán asumibles en gran medida por el explotador.

5.4.13. Reposición material de seguridad y salud

Los equipos de Seguridad y Salud requieren reposiciones de material fungible y revisiones periódicas, cuyo desglose se recoge en el Estudio de Seguridad y Salud.

5.4.14. Desinfección agua industrial

Para uso de agua industrial y de servicio se utiliza parte del agua depurada. En previsión de posibles contaminaciones por elementos patógenos o posibles epidemias, se considera necesario disponer de una partida para la desinfección de dicha agua que pueda estar en contacto con el personal operador.

5.4.15. Gestión de residuos de suministros

Dentro del capítulo medioambiental, es prioritaria la gestión de los residuos derivados de los suministros de nuestros proveedores de cara, no solo a garantizar que se cumple la normativa vigente, sino a que se realiza la misma como parte integrante del "modus operandi" propio e inherente al saber hacer.

En este apartado se tienen en cuenta la totalidad de los residuos desglosados en tres campos: Envases, Aceites y grasas y, por último, Repuestos.

5.4.16. Varios

Este apartado integra gastos tan variados, como seguros de Responsabilidad Civil, Combustibles, Limpiezas especiales, etc.

En nuestra opinión este apartado prácticamente no se vé afectado por las actuaciones del Proyecto por lo que a efectos económicos no varía.

6. GASTOS VARIABLES

En realidad los gastos variables no sólo dependen del volumen de agua tratada, sino que también son función de la contaminación que traen consigo las aguas residuales.

A la hora de evaluar los gastos variables de la EDAR de Iscar se han considerado los parámetros de funcionamiento obtenidos por el explotador a lo largo del año 2.011, y por lo tanto reales.

Los gastos variables se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos.

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los consumos eléctricos de la E.D.A.R. de Iscar están relacionados con los procesos fundamentales de acuerdo a los siguientes porcentajes aproximados:

Bombeos de agua bruta y Pretratamiento	10 %
Soplantes de aireación y recirculadores	65 %
Bombeos de recirculación y purgas	10 %
Deshidratación de fangos	10 %
Resto	5 %

De acuerdo con estos porcentajes se deduce que el consumo eléctrico de la depuradora depende principalmente de las soplantes. Este dato adquiere mayor relevancia al considerar que a su vez el costo de la energía eléctrica es el mayor de todos los gastos unitarios de la explotación suponiendo entre el 55% y el 65% de los costos variables y entre el 35% y el 40 % del total. Por este motivo es tan importante para el explotador disponer de elementos de control que le permitan combinar el funcionamiento de las soplantes y las bombas de recirculación para obtener el máximo rendimiento en la eliminación tanto de la contaminación carbonosa como de los nutrientes con el menor consumo eléctrico posible.
En este sentido la instalación de las nuevas sondas de medición de oxígeno disuelto combinadas con las sondas de medición de N-NH3 no solo no encarecerán la explotación si no que permitirán un ahorro en el gasto energético de la aireación.

6.2. GASTOS DE REACTIVOS

Se incluye, en este apartado, todo producto físico o químico que por sus características (volumen, periodicidad, etc.) adquiera identidad propia tales como: productos químicos para el tratamiento Físico-Químico, productos químicos para la eliminación de Fósforo, para la desinfección, etc.

En la EDAR de Iscar existe un depósito de almacenamiento de 1.000 l. y dos bombas

dosificadoras para eliminar fósforo mediante el suministro de cloruro férrico. Además dispone de equipos de dosificación de polielectrolito para el acondicionamiento de los fangos. En la reforma se sustituye el depósito por otro de 10.000 l. y las bombas dosificadoras por otras de 25 l/h. Las cantidades de cloruro férrico a dosificar se calculan en el apéndice de cálculos que se adjunta, pero serán pequeñas ya que la mayor parte del fósforo se eliminará de forma biológica mediante el selector anaerobio proyectado.

6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS

En este apartado se incluyen los siguientes residuos:

- Detritus extraído del pozo de gruesos por la cuchara bivalva.
- Detrirus retenidos por las rejas y tamices
- Arenas lavadas y clasificadas procedentes del desarenador
- Grasas concentradas eliminadas por el desengrasador y por el puente barredor superficial del decantador secundario.
- Fangos secos procedentes de la purga de fangos en exceso.

Las actuaciones proyectadas incidirán fundamentalmente en el último apartado produciendo un aumento de los fangos en exceso como consecuencia del empleo de cloruro férrico para la eliminación del fósforo.

Los incrementos económicos producidos en los gastos variables se calculan detalladamente en el apéndice siguiente.

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGÉTICOS.

CONSUMOS CCM_1												
Equipo	Nº Equipos		P2.n (kW)	P2.n.s (kW)	%C	P2.s (kW)	η (%)	P1.s (Kw)	h/día	Días/ Semana	Kwh/mes	Kwh/año
	Servicio	Reserva										
Reja de Desbaste (Pretratamiento)	1	0	0,55	0,55	85,00%	0,47	79,00%	0,59	12	7	198,84	2.386,03
Bombas dosificadoras de Cloruro Férrico (Depósito PRFV)	1	1	0,09	0,09	86,00%	0,08	81,00%	0,10	12	7	32,11	385,28
Agitadores sumergidos (En selector)	2	0	1,50	3,00	89,00%	2,67	81,00%	3,30	24	7	2.216,11	26.581,33
Soplantes (Edificio Industrial)			0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0	0	0,00	0,00
Medidor Ultrasónico Parshall (Obra de salida)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
1 Controlador (1Sonda LDO + 1 Sonda NH4/NO3)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Subcuadro de Alumbrado y Fuerza (Nuevo edificio)	1	0	31,18	31,18	100,00%	31,18	100,00%	31,18	2	3	748,32	8.979,84

TOTAL CONSUMOS CGD			
P1.s (kW)	F.S Instalación	Total Potencia Simultánea (kW)	Energía Consumida kWh/año
35,37	1,00	35,37	39.945,28

COSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EXPLOTACIÓN

Tarifa: 3.1 A

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Potencia (€/kWxaño)	24,493015	15,104184	3,463562

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Energía (€/kWh)	0,14289	0,12618	0,091529

Término de Potencia

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Potencia Contratada (kW)	40	40	40
Término de Potencia (€/año)	979,72 €	604,17 €	138,54 €

Total Término de Potencia (€/año)	**1.722,43 €**

Término de Energía

Total Energía Consumida (kWh/año)	39.945,25
Total Energía Consumida (kWh/día)	109,44

Estimación de Energía consumida en cada periodo (%)				
Mes	Nº Días	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	31	30,00%	45,00%	25,00%
Febrero	28	30,00%	45,00%	25,00%
Marzo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Abril	30	30,00%	45,00%	25,00%
Mayo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Junio	30	30,00%	45,00%	25,00%
Julio	31	30,00%	45,00%	25,00%
Agosto	31	30,00%	45,00%	25,00%
Septiembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Octubre	31	30,00%	45,00%	25,00%
Noviembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Diciembre	31	30,00%	45,00%	25,00%

Estimación de Energía consumida en cada periodo (kWh)			
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	1.017,78	1.526,67	848,15
Febrero	919,29	1.378,93	765,07
Marzo	1.017,78	1.526,67	848,15
Abril	984,95	1.477,43	820,79
Mayo	1.017,78	1.526,67	848,15
Junio	984,95	1.477,43	820,79
Julio	1.017,78	1.526,67	848,15
Agosto	1.017,78	1.526,67	848,15
Septiembre	984,95	1.477,43	820,79
Octubre	1.017,78	1.526,67	848,15
Noviembre	984,95	1.477,43	820,79
Diciembre	1.017,78	1.526,67	848,15

Costes de Energía consumida por periodo y mes (€)				
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)	Total (€)
Enero	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Febrero	131,36 €	173,89 €	70,12 €	375,47 €
Marzo	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Abril	140,74 €	186,42 €	75,13 €	402,29 €
Mayo	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Junio	140,74 €	186,42 €	75,13 €	402,29 €
Julio	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Agosto	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Septiembre	140,74 €	186,42 €	75,13 €	402,29 €
Octubre	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €
Noviembre	140,74 €	186,42 €	75,13 €	402,29 €
Diciembre	145,43 €	192,64 €	77,63 €	415,70 €

Total Término de Energía (€/año)	**4.894,50 €**

Total Costes Anuales

Total (€/año)	**6.616,93 €**

Resumen

Tarifa	Término de Potencia (€/kWxmes)	Término de Energía (€/kWh)
3.1 A	**3,5875**	**0,1225**

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONÓMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

EDAR DE ISCAR

DATOS DE PARTIDA

POBLACION		**REAL**
Población equivalente adoptada		8.516 Hab Equiv.
CAUDALES		783.655,00 m3/año
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**2.147 m^3/dia**
Caudal promedio		89 m^3/h
Caudal punta	2,40	215 m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	4,00	358 m^3/h
Caudal máximo bombeado	4,00	358 m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	895 m^3/h

CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA

DBO_5	
Carga diaria de entrada	511 kg/dia
Concentración de entrada	**238** mg/l
Carga diaria máxima de salida	54 kg/dia
Concentración máxima de salida	**25** mg/l
Carga diaria eliminada	457 kg/dia
DQO	
Carga diaria de entrada	882 kg/dia
Concentración de entrada	**411** mg/l
Carga diaria máxima de salida	268 kg/dia
Concentración máxima de salida	125 mg/l
Carga diaria eliminada	614 kg/dia
SS	
Carga diaria de entrada	328 kg/dia
Concentración de entrada	**153** mg/l
Carga diaria máxima de salida	75 kg/dia
Concentración máxima de salida	**35** mg/l
Carga diaria eliminada	253 kg/dia
N-NTK	
Carga diaria de entrada estimada	129 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**60** mg/l
Carga diaria máxima de salida	32 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15** mg/l
Carga diaria eliminada	97 kg/dia
P	
Carga diaria de entrada estimada	21 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**10** mg/l
Carga diaria máxima de salida	4 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2** mg/l
Carga diaria eliminada	17 kg/dia
pH	
Salida entre	5,5 y 9
TEMPERATURA	
Temperatura de cálculo	0,00 °C

RESULTADOS A OBTENER:

DBO5:	<		25,00 mg/l
DQO:	<		125,00 mg/l
SS totales:	<		35,00 mg/l
N-NTK:	<		15,00 mg/l
P-PO4:	<		2,00 mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	

Estabilización de fangos:	>		40,00 %
Sequedad de fangos:	>		22,00 %
pH, entre:		5,5 y 9	

CALCULO DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LAS ACTUACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA

Personal	Costo total
Jefe de planta	0,00 E/AÑO
Oficiales electromecánicos	0,00 E/AÑO
Peon mantenimiento	0,00 E/AÑO
TOTAL MANO DE OBRA	**0,00 E/AÑO**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Mantenimiento de uso	200,00 E/AÑO
Mantenimiento preventivo	300,00 E/AÑO
Mantenimiento modificativo	200,00 E/AÑO
TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	**700,00 E/AÑO**

TERMINO FIJO DE LA POTENCIA CONTRATADA

Total AUMENTO de potencia contratada	35,37 KVA
Precio	4,06 E/Kw *mes
Periodo	12,00 meses
IMPORTE ANUAL DEL TERMINO DE POTENCIA	**1.722,43 E/año**

VARIOS

Material de oficina	0,00 E/año
Material de limpieza	0,00 E/año
Telefono	0,00 E/año
Material fungible laboratorio	0,00 E/año
Reactivos de laboratorio	0,00 E/año
Herramientas personal	0,00 E/año
Equipos de taller	0,00 E/año
Vestuario del personal operador	0,00 E/año
Jardineria	0,00 E/año
TOTAL VARIOS	**0,00 E/año**

RESUMEN DE GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA	0,00 E/año
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	700,00 E/año
POTENCIA CONTRATADA	1.722,43 E/año
VARIOS	0,00
TOTAL GASTOS FIJOS	**2.422,43 E/año**

GASTOS FIJOS MENSUALES	***201,87***	***E/mes***

GASTOS VARIABLES

ENERGIA ELECTRICA

Los consumos energéticos de las máquinas y sistemas individuales se han extraido del Anejo de CALCULOS ELECTRICOS

Incremento del Consumo anual de la EDAR	39.945,28	Kw.h/año
Precio unitario	0,12	E/Kw.h
IMPORTE ANUAL DE ELECTRICIDAD	**4.894,50**	**E/año**

REACTIVOS

POLIELECTROLITO

EN SECADO DE FANGOS		
Dosis media de producto	5,00	Kg/Tn fangos
Total fangos formados (PO4 Fe+ Fe (OH)3):	90,06	Kg/dia
Consumo diario de polielectrolito	0,45	Kg/dia
Dias de secado de fangos	240,00	dias/año
Consumo anual	108,07	Kg/año
Precio del polielectrolito	4,40	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	475,52	E/año

CLORURO FÉRRICO

Cargas de P en el agua bruta		
Concentración de P en agua bruta	10,00	mg/l
Carga de P en agua bruta	21,47	kg/dia
Rendimineto máximo obtenido en el selector	96%	
Rendimiento mínimo asegurado en el selector	80%	
P a precipitar quimicamente con rendimiento mínimo	**4,29**	**kg/dia**
Consumo diario de producto comercial	85,88	Kg/día
Consumo anual	31.346,20	Kg/año
Precio del producto	0,20	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	6.269,24	E/año
TOTAL REACTIVOS	**6.744,76**	**E/año**

TRANSPORTE DE RESIDUOS

PRODUCCION DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS

TOTAL RETIRADA DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS	**0,00**	**E/año**
Incremento de fangos	90,06	kg/dia
Concentración del fango purgado	8,00	kg/m^3
Volumen de fangos debidos a la eliminación del P	11,26	m^3/dia
RETIRADA DE FANGOS SECOS		
Volumen de fangos secos	0,36	M3/DIA
Dias de secado de fangos	240,00	DIAS/AÑO
Fangos secos totales producidos	86,46	M3/AÑO
Densidad de la torta	1,10	Tn/m3
Peso de fangos secos	95,10	Tn/año
Coste disposición de lodos	25,00	€/Tn
TOTAL RETIRADA DE LOS FANGOS SECOS	2.377,58	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS		
Costo de la retirada de las basuras, arenas y grasas	0,00	E/año
Costo de la retirada de los fangos secos	2.377,58	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS	**2.377,58**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS VARIABLES		
ENERGIA ELECTRICA	4.894,50	E/año
REACTIVOS	6.744,76	E/año
RETIRADA DE RESIDUOS	2.377,58	E/año
TOTAL GASTOS VARIABLES	**14.016,85**	**E/año**

GASTOS VARIABLES/M3 DE AGUA TRATADA	**0,02**	**E/m3**

RESUMEN DE GASTOS ANUALES

GASTOS FIJOS	**2.422,43 E/año**
GASTOS VARIABLES	**14.016,85 E/año**
TOTAL GASTOS ANUALES	**16.439,28 E/año**

REPERCUSION DEL COSTO DE EXPLOTACION POR CONCEPTOS

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservacion	700,00
Factor de potencia	1.722,43
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**2.422,43**

G.VARIABLES	**E/año**
Energia electrica	4.894,50
Reactivos	6.744,76
Retirada de residuos	2.377,58
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**14.016,85**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**201,87**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,02**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**16.439,28**

15.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN....1

2. ACTUACIONES PROYECTADAS....1

3. INCREMENTO DE COSTES FIJOS....2

3.1. INCREMENTO DE LOS COSTES DE PERSONAL....2

3.2. INCREMENTO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO....4

3.3. INCREMENTO DEL COSTE FIJO DE ENERGÍA A LA EDAR....13

3.4. INCREMENTO DE VARIOS EN LA EDAR....15

3.5. RESUMEN DEL INCREMENTO EN LOS COSTES FIJOS....15

4. INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES....16

4.1. INCREMENTO DE COSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA....16

4.2. INCREMENTO POR EL CONSUMO DE REACTIVO....18

4.3. INCREMENTO POR EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FANGOS....19

4.4. RESUMEN DEL INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES....22

5. INCREMENTO TOTAL DE COSTES....22

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se lleva a cabo un estudio de la influencia que tendrán las actuaciones proyectadas sobre los costes de explotación y de mantenimiento de la EDAR de Tordesillas.

Este estudio se centra únicamente en las nuevas infraestructuras y equipos proyectados para la EDAR y el pozo de bombeo, ya que es el ámbito del presente proyecto. Por tanto no se desarrollan ni estiman los costes de operación y mantenimiento de las instalaciones ya existentes ya que dichos costes son conocidos por estar ya funcionando.

Por ello, este estudio se basa en analizar el incremento del coste de explotación que se producirá con las actuaciones proyectadas.

El estudio de operación y mantenimiento se estructuran en gastos fijos, aquellos que no están relacionados con el caudal tratado, y gastos variables directamente proporcionales al caudal a depurar.

2. ACTUACIONES PROYECTADAS

El resumen de las nuevas actuaciones y equipamiento que pueden afectar a los costes de operación y de mantenimiento, y que sirven de base a la redacción del presente anejo:

ESTACIÓN DE BOMBEO:

- Instalación de nueva reja automática del pozo de bombeo de 1,5 kW.
- Instalación de nuevo tornillo del pozo de bombeo de 1 kW.

EDAR:

- Bomba de cabecera de 4 kW que sustituye a la existente de 2.5 kW.
- Dos nuevos agitadores para el selector anaerobio de 5 kW.
- Nuevo tamiz automático de 5 kW.
- Sustitución del tornillo compactador por otro de igual potencia pero más longitud.
- Dos bombas dosificadoras de $FeCl_3$ de 0,5 kW.

- Dos bombas de trasiego de reactivos de 1,5 kW.
- Dos nuevas bombas dosificadoras de polielectrolito de 0,5 kW que sustituyen a las existentes de 0,25 kW.
- Nuevo concentrador de grasas de 2 kW que sustituye al existente de 1 kW.
- Nuevo grupo de presión para agua industrial de 2,2 kW

3. INCREMENTO DE COSTES FIJOS

Los costes fijos son aquellos que pueden definirse como independientes del caudal a tratar, y que se producen sin distinción de que la planta se encuentre en funcionamiento o parada. Dependen del tipo de instalación, de las necesidades de personal y de mantenimiento, del término fijo de la potencia contratada etc.

3.1. INCREMENTO DE LOS COSTES DE PERSONAL

El coste de personal es uno de los de mayor peso en el conjunto de la explotación, debido a que es un componente fijo muy alto. Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología duras hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda.

La dotación de personal de una planta de tratamiento varía en función de una serie de factores, entre los que cabe destacar:

- Tipo de proceso existente en la planta para el tratamiento tanto de agua como de fangos.
- Grado de automatización de la planta
- Calidad y diversidad de equipamiento.
- Antigüedad de las instalaciones y estado de las mismas.
- Normativa de seguridad y salud laboral
- Normativas laborales aplicables
- Tamaño de la planta

Jefe de planta: Esta función se realiza por un técnico con cualificación de Oficial de Primera y con sólida experiencia en el campo del mantenimiento de maquinaria. Cabe destacar las siguientes funciones:

- Cuida el mantenimiento y conservación de toda la instalación y muy especialmente en cuanto a su planificación.
- Organiza y planifica el taller y el almacén de repuestos.
- Realiza todas aquellas funciones de mantenimiento y averías de máquinas eléctricas, cuadros eléctricos y control del buen funcionamiento de dichas máquinas.
- Realiza las operaciones mecánicas y eléctricas descritas en el apartado de mantenimiento preventivo.
- Resuelve las averías de índole mecánica que puedan presentarse. Para reparaciones que excedan la capacidad del personal, se contará con talleres especializados.

Operario de proceso: Esta función será realizada por un técnico con cualificación de Oficial de Segunda y formará equipo con el Jefe de Planta. Pueden destacarse las siguientes funciones:

- Control, vigilancia y limpieza periódica de equipos e instalaciones.
- Inspecciones del funcionamiento electromecánico.
- Detección de anomalías.
- Colaborar en los desmontajes especiales de mantenimiento que requieran apoyo extra.
- Cumplimentar los partes de control.
- Colaborar en los trabajos de carga y descarga.
- Apoyo en las labores de purga y extracción de fangos.

El incremento de los equipos e infraestructuras proyectadas es mínimo respecto a la instalación global, y por ello se considera que para su operación y mantenimiento no es necesario aumentar las horas de personal de planta. Una gran parte del tiempo que dedica el personal en la planta es a la limpieza del pozo de bombeo de cabecera. Con las actuaciones proyectadas se conseguirá un mejor funcionamiento del pozo, mejorando las labores de mantenimiento.

Por lo tanto ***el incremento en este factor se considera cero.***

Incremento del coste de mano de obra =	**0 €/año**

3.2. INCREMENTO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la planta se refiere exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando como concepto de conservación todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, jardinería, edificios, etc.

Los objetivos que se persiguen con el mantenimiento y la conservación son los siguientes:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Mejorar el estado del equipo para su correcto funcionamiento.
- Intervenir antes de que el coste de la reparación sea demasiado elevado.
- Eliminar o limitar los riesgos de averías en el material imprescindible para el proceso.
- Permitir la ejecución de las reparaciones en las mejores condiciones.
- Evitar los picos de consumos.
- Evitar los accidentes.
- Minimizar los costes con un buen mantenimiento.

Las bases de partida con las que se debe contar para efectuar los programas de mantenimiento de los equipos electromecánicos es:

- Personal técnico cualificado
- Libro, fichas o manual de operación y mantenimiento de la EDAR.

Mantenimiento

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) Mantenimiento de Uso (M.U.S.)

Este tipo de mantenimiento es el que efectúa el personal de la planta. Es un mantenimiento sencillo, con poca especialización.

En este tipo de mantenimiento se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento.
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase.
- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles.
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento.
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

Este tipo de mantenimiento incluye todas las actividades necesarias para que la planta funcione correctamente y sin requerir especialización, mejorando mediante dichas acciones el rendimiento y la vida útil de la planta.

En cuanto a los gastos de dicho mantenimiento, recoge fundamentalmente los gastos de aceites y grasa, y por extensión los de ferretería, tales como abrazaderas, tornillos, arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo es aquel que es desarrollado por personal cualificado, requiriéndose sustituciones periódicas con el fin de alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

La frecuencia de las comprobaciones o inspecciones preventivas se establecerán en el Plan de Actividades Generales (PAG). En un principio se debe medir el nivel de vibraciones de cada máquina en funcionamiento normal y determinar el nivel de alarma para actuar. Este plan establecerá las actividades diarias a realizar, medida de vibraciones, temperatura, ruidos anormales etc.

El mantenimiento preventivo puede conducir a la detección de algún fallo de ciertos mecanismos, pudiendo reparar el elemento que crea el problema antes de que se produzca una avería en la máquina.

Hay cuatro niveles de inspección complementarios entre sí, que se adaptan a otros tantos tipos de máquinas u órganos de máquina:

- Inspección directa, sin uso de instrumentos sofisticados:
    - Directa
    - Con estroboscopio
    - Con líquidos penetrantes y fluorescentes
- Controles no destructivos (análisis de espesores y defectos del material):
    - Ultrasonidos
    - Radiografías
    - Gammagrafías

- Medida de vibraciones, ruidos o ultrasonidos, temperaturas y velocidades:
    - Estetoscopio
    - Amplificador de ultrasonidos
    - Vibrómetro
    - Analizador de vibraciones
    - Analizador de vibraciones para cojinetes
    - Temperaturas
    - Tacómetro
    - Lámpara estroboscópica
- Análisis de lubricantes (determinación de un metal guía del órgano lubricado, cuyo desgaste se quiere conocer):
    - Espectrografía de absorción atómica
    - Análisis físico

Dentro del mantenimiento preventivo se incluye el pintado de los elementos férricos y electromecánicos, que se realizará de acuerdo al siguiente programa:

- ANUAL: Se visitarán todos los equipos, procediéndose al repaso de pintura, corrigiendo los defectos observados.
- BI-ANUAL: Se pintarán los elementos férricos, excepto metales, aceros especiales y aleaciones que no lo necesiten.

En cuanto a los gastos de este mantenimiento, se recogen los repuestos eléctricos y los repuestos mecánicos, y los gastos de la partida de aquellas instalaciones que requieren personal cualificado.

c) Mantenimiento correctivo

Lo desarrolla personal cualificado, y consiste en la sustitución de determinadas piezas de la máquina que hayan podido provocar un problema en ésta, una vez que el fallo se ha producido. Este tipo de mantenimiento es muy aleatorio, pues depende de la

calidad de los equipos, del mantenimiento preventivo realizado, de la temperatura de exposición, la manipulación, etc.

Los gastos corresponden con partidas de repuestos eléctricos y mecánicos.

d) Mantenimiento modificativo:

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

Conservación:

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio, los edificios y la jardinería.

Las operaciones a realizar en la conservación incluyen las siguientes:

- Conservación integral de los edificios, incluyendo, al menos: cubiertas, solados, paramentos verticales, elementos de carpintería exterior, acristalamientos, impermeabilizaciones, equipamiento, etc.
- Conservación de las instalaciones informáticas, eléctricas, de fontanería y de servicios auxiliares: iluminación, bases de enchufe, luces, etc.
- Conservación de los elementos e instalaciones relacionados con la seguridad de las instalaciones: medios de vigilancia y extinción de incendios, etc.
- Conservación del mobiliario integrado en las instalaciones.
- Conservación del taller y de los equipos y herramientas integrados en el mismo.
- Limpieza de las edificaciones integradas en la planta, con la frecuencia adecuada a su uso y carácter: limpieza semanal de la zona de control, de laboratorio y aseos. Limpieza trimestral de la zona de cuadros eléctricos y el almacén.

- Conservación y limpieza de las áreas urbanizadas.
- Conservación del viario, de forma que se garantice la accesibilidad a cada una de las partes de la instalación.
- Conservación integral de las áreas ajardinadas y de sus cinturones ambientales perimetrales.
- Retirada de basuras de todo tipo, producto de la actividad diaria o de las tareas de mantenimiento predictivo o correctivo, debiendo tratarse los diferentes tipos de residuos de acuerdo a su naturaleza y a la normativa sectorial vigente.
- Conservación y reparación de cerramientos perimetrales.
- Vigilancia y guardería contra actos vandálicos, de las instalaciones en general y de sus zonas de dominio, servidumbre y afección.
- Operaciones de pintado de los elementos férricos, excepto metales, aceros y aleaciones especiales que no lo necesiten.
- Operaciones de pintado de los elementos de la obra civil que lo precisen.

Periodicidad de las labores de mantenimiento y explotación

Para la ejecución de las operaciones de mantenimiento hay que tener en cuenta la periodicidad con la cual se ejecutarán cada una de ellas.

A) Periodicidad DIARIA

- Se cuidará el aspecto exterior y se efectuarán las inspecciones rutinarias simples que no requieran operaciones de envergadura para desmontar ningún elemento.
- El seguimiento de la ejecución de estas operaciones se hará a través de los partes de control de la planta y del planning de mantenimiento programado.

B) Periodicidad SEMANAL

- Se controlan los niveles de goteo.
- Se comprueba el correcto funcionamiento de las boyas y sondas de nivel.

- Se atiende a todas las operaciones necesarias para mantener un correcto aspecto estético y de limpieza de las instalaciones.
- Se analizarán y corregirán todas las anomalías puestas de manifiesto.

C) Periodicidad MENSUAL

- Se inspeccionará la alineación de acoplamientos.
- Se tensarán las correas de transmisión.
- Se comprobarán las cajas de rodamientos
- Se comprobarán las alarmas y los paros de emergencia.
- Se lubricarán los mecanismos que lo requieran.

D) Periodicidad SEMESTRAL

- Se comprobarán las cargas eléctricas con pinzas amperimétricas.
- Se inspeccionarán las cajas de bornas, su fijación y estanqueidad.
- Se realizarán inspecciones rutinarias de los circuitos eléctricos (reglaje de térmicos y protecciones magnetotérmicas y amperimétricas).
- Se reapretará la tornillería de bornas, contactores, etc.
- Reaparición en servicios auxiliares.
- Reaparición de desperfectos en edificios e instalaciones.

E) Periodicidad ANUAL

- Se comprobará la rigidez dieléctrica y la acidez y humedad de los aceites de trasformación e interruptores de pequeño volumen de aceite.
- Se limpiarán y lubricarán los mecanismos y enclavamientos de los interruptores generales.
- Se reapretará la tornillería de los anclajes.
- Se vigilarán y repararán los conductos de agua y sus piezas especiales (clapeta, válvulas, difusores, etc.).

- Se limpiarán con chorro de aire los cuadros eléctricos de alta y baja tensión.
- Se inspeccionará la red eléctrica, línea de alta tensión, transformadores.
- Se realizarán las inspecciones necesarias del material de extinción de incendios.
- Se inspeccionará el estado de aislamiento de los motores y líneas eléctricas.
- Se comprobarán las tomas de tierra.

Se deberá confeccionar para cada elemento funcionalmente independiente (en funcionamiento o reserva) una *"ficha de control"* de las operaciones de mantenimiento.

Se deberá confeccionar para cada elemento funcionalmente independiente (en funcionamiento o reserva) una *"ficha historial"* de las averías o anomalías surgidas. En dicha ficha figurará: fecha de la avería, fecha de su resolución, descripción y causa de la misma, así como posibles mejoras introducidas o propuestas para evitarla en un futuro.

Incremento de los costes de explotación y mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento se van a ver incrementadas por los nuevos equipos electromecánicos que se instalan en la EDAR y en el pozo de bombeo.

En cuanto a la conservación, referente a edificios, viales etc. se considera que no se va a producir incremento respecto del coste actual ya que no se realizan actuaciones en este tipo de infraestructuras, y no se van a ver modificadas sustancialmente, sólo en fase de obras.

La estimación del coste de mantenimiento y de conservación debido a:

- Instalación de nueva reja automática del pozo de bombeo de 1,5 kW.
- Instalación de nuevo tornillo del pozo de bombeo de 1 kW.
- Bomba de cabecera de 4 kW que sustituye a la existente de 2.5 kW.
- Dos nuevos agitadores para el selector anaerobio de 5 kW.

- Nuevo tamiz automático de 5 kW.
- Sustitución del tornillo compactador por otro de igual potencia pero más longitud.
- Dos bombas dosificadoras de $FeCl_3$ de 0,5 kW.
- Dos bombas de trasiego de reactivos de 1,5 kW.
- Dos nuevas bombas dosificadoras de polielectrolito de 0,5 kW que sustituyen a las existentes de 0,25 kW.
- Nuevo concentrador de grasas de 2 kW que sustituye al existente de 1 kW.
- Nuevo grupo de presión para agua industrial de 2,2 kW

Se aproxima en lo siguiente:

Mantenimiento de uso:	**310 €/año**
Aceites y grasas =	40 €/año
Material eléctrico =	80 €/año
Equipos mecánicos =	80 €/año
Pintura =	30 €/año
Material de ferretería =	20 €/año
Material control e instrumentación =	60 €/año
	310 €/año

Mantenimiento preventivo:	**440 €/año**
Equipos mecánicos =	250 €/año
Control e instrumentación =	60 €/año
Material eléctrico =	60 €/año
Pinturas y ferretería =	20 €/año
Tuberías, válvulas y piezas =	50 €/año
	440 €/año

Mantenimiento correctivo:	**550 €/año**
Reparaciones equipos mecánicos =	280 €/año
Reparaciones equipos eléctricos =	170 €/año
Reparación instrumentación y control =	100 €/año
	550 €/año
Mantenimiento modificativo:	**500 €/año**
Conservación:	**0 €/año**
Obra civil =	0 €/año
Jardinería =	0 €/año
Edificio =	0 €/año
	0 €/año

Incremento del coste mantenimiento y conservación=	**1.800 €/año**

3.3. INCREMENTO DEL COSTE FIJO DE ENERGÍA A LA EDAR

Existe un coste de la energía eléctrica (término fijo de potencia) en función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados, es un coste fijo mensual.

Se estudia el incremento que se producirá debido a la instalación de los nuevos equipos electromecánicos contemplados en el proyecto, y que se detallan a continuación:

	Punta	Llano	Valle
Término de potencia (cent €/kW.año)	2.475,00	1.526,00	350,00

Los nuevos equipos a instalar:

	Ud. Func	P unitaria (kW)	P total (kW)	P existente (kW)	P diferencia (kW)
Reja automática EBAR	1	1,5	1,5	0	1,5
Tornillo de reja EBAR	1	1	1	0	1
Bomba de cabecera	1	4	4	2,5	1,5
Agitadores selector	2	5	10	0	10
Tamiz automático	1	5	5	0	5
Tornillo de desbaste	1	2	2	2	0
Bombas dosificadoras FeCl3	2	0,5	1	0	1
Bombas de trasiego FeCl3	2	1,5	3	0	3
Bombas dosificadoras poli	2	0,5	1	1	0
Concentrador de grasas	1	2	2	1	1
Grupo de presión	1	2,2	2,2	0	2,2
					26,2

Se toma como referencia el período llano, para el cálculo del coste del término fijo:

Coste término fijo de potencia =	1,272	€/kW mes
Potencia total consumida =	26,20	kW
Tarifa de la potencia contratada =	33,32	€/kW mes

Incremento del coste de término fijo potencia contratada=	**399,81**	**€/año**

3.4. INCREMENTO DE VARIOS EN LA EDAR

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por sí mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza como material de oficina, herramientas de personal, ropa de trabajo, formación, material de Seguridad y Salud etc.

Se considera que con las actuaciones incluidas en el proyecto no se va a producir incremento en el coste de la partida "varios".

Incremento del coste anual de varios =	**0 €/año**

3.5. RESUMEN DEL INCREMENTO EN LOS COSTES FIJOS

Como se ha explicado en cada capítulo, se considera que no hay incremento de costes varios (herramientas, vestuario etc.) ni de personal puesto que las nuevas infraestructuras no son suficientemente importantes sobre el conjunto global de la instalación para que se produzca diferencia.

Sí se producirá un incremento del coste del mantenimiento y conservación, así como en el coste fijo de la potencia contratada.

	COSTE
Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.800,0 €/año
Coste potencia contratada	399,8 €/año
Varios	0,0 €/año
TOTAL	**2.199,81 €/año**

4. INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES

Los gastos variables son aquellos que dependen del volumen de agua tratada, y en la EDAR de Tordesillas se dividen en:

- Energía eléctrica.
- Reactivos a emplear.
- Gestión de residuos.

4.1. INCREMENTO DE COSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Su coste es muy importante. Es variable en función del caudal y de las características del agua de entrada. Tanto el tamaño como el tipo de tratamiento en una EDAR hacen que el consumo eléctrico difiera sensiblemente entre unas y otras plantas.

El incremento del coste de energía eléctrica se va a producir por los nuevos equipos instalados en la EDAR.

La facturación por energía es la suma de los productos del consumo efectuado en cada período por el término de energía correspondiente. La aplicación del término de energía se realiza estimando un período de facturación llano.

	Punta	Llano	Valle
Término de energía (cent €/kWh)	12,997	11,656	7,799

Los nuevos equipos instalados y sus consumos eléctricos, considerando un factor de potencia:

	Ud. Funcionam.	**P unitaria (kW)**	**h/día**	**Potencia aparente consumida**
Reja automática EBAR	1	1,5	12	18
Tornillo de reja EBAR	1	1	12	12
Bomba de cabecera	1	1,5	12	18
Agitadores selector	2	5	24	240
Tamiz automático	1	5	12	60
Tornillo de desbaste	1	2	12	24
Bombas dosificadoras $FeCl_3$	2	0,5	24	24
Bombas de trasiego $FeCl_3$	2	1,5	24	72
Bombas dosificadoras poli	2	0,5	6	6
Concentrador de grasas	1	2	8	16
Grupo de presión	1	2,2	2	4,4
				494,4

Al igual que para el término fijo de potencia, para el consumo de energía se diferencian tres períodos:

	Punta	**Llano**	**Valle**
Término de energía (cent €/kWh)	12,997	11,656	7,799

Considerando el coste de kWh en período llano, el coste de incremento de energía eléctrica por los nuevos equipos instalados en planta:

Para el cálculo del consumo se emplea el coste en período llano:

Incremento de la energía eléctrica consumida =	494,40	kW.día
Nº de días de trabajo=	365	días/año
Precio del kWh =	0,116562	€ /kWh
Coste medio diario =	57,63	€/día
Coste medio anual =	21.034,31	€/año

Incremento del coste anual de energía eléctrica	**21.034,31**	**€/año**

4.2. INCREMENTO POR EL CONSUMO DE REACTIVO

En la EDAR actualmente el único reactivo que se utiliza es el polielectrolito para la estabilización de fangos. Se va a comenzar a dosificar también cloruro férrico con la construcción de una nueva instalación de reactivo.

Por ello, en el presente punto, se calcula el coste que supondrá la dosificación de cloruro férrico para la precipitación química del fósforo.

Para el coste del reactivo se considera la situación más desfavorable, en la que haya que eliminar todo el fósforo por precipitación química y no se elimine nada por vía biológica.

El fósforo a eliminar:

P eliminar vía química =	**3,4**	**mg/l**
P eliminar vía química =	**13,7**	**Kg/día**

P a eliminar =	13,7	Kg/día
Relación molar =	1,5	mol Fe/mol P
Relación molar en peso Fe/P =	1,8	Kg Fe/Kg P
Dosificación estequiométrica =	2,7	Kg Fe/Kg P
Consumo medio estequiomét. Fe =	36,9	Kg/día
Proporción Fe en FeCl3 =	34,46	%
Consumo medio necesario =	107,0	Kg/día

Forma comercial =	Disolución	
Riqueza del producto comercial =	42	%
Densidad del producto comercial =	1,42	g/l
Consumo comercial medio =	491,8	Kg/día
Volumen medio =	346,4	l/día

Consumo diario =	0,35	m^3/día
Días de dosificación =	365,0	días
Consumo anual =	126,4	m^3
Coste del reactivo =	90,0	€/m^3

Incremento de coste por adicción de $FeCl_3$ =	**11.378,13 €/año**

4.3. INCREMENTO POR EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FANGOS

La dosificación de cloruro férrico hace que el fósforo precipite, lo que da lugar a un incremento de los fangos en exceso, que es necesario tratar mediante espesado y deshidratación. Por lo tanto, la adicción de cloruro férrico lleva consigo un aumento de los fangos en exceso y por tanto del coste de gestión de éstos, tanto por consumo eléctrico para su deshidratación, como por su posterior gestión como residuo y por la dosificación de polielectrolito necesaria.

El incremento de fangos debido a la precipitación química del fósforo:

Fósforo medio a eliminar =	13,7	Kg/día
Moles de $FePO_4$ formados =	423,3	moles/día
Peso del $FePO_4$ formado =	63,9	Kg/día
Moles de $Fe(OH)_3$ formado =	423,3	moles/día
Peso del $Fe(OH)_3$ formado =	45,2	Kg/día
Total fangos formados =	***109,1***	***Kg/día***
Concentración a deshidratación =	8	g/l
Volumen de fango a tratar =	**13,6**	***m3/día***

Por lo tanto el incremento del coste por el aumento de fangos se desglosa en coste de energía eléctrica, coste de polielectrolito y coste de gestión de fangos.

- Coste energía eléctrica para la deshidratación de fangos debidos al $FeCl_3$:

Coste eléctrico:

Para la centrífuga de 5 m^3/día, supone trabajar, redondeando, 3h más:

	Ud.	Punitaria (kW)	Horas/día	kW día
Bombas a centrífuga	2 (1+1)	2,2	2,7	5,94
Centrífuga 5 m^3/h	1	10	2,7	27
Equipo poli	1	1	2,7	2,7
Bombas dosificadoras	2 (1+1)	1	2,7	2,7
Bomba mono a tolva	1	2,5	2,7	6,75
TOTAL				***45,09***

Incremento de la energía eléctrica consumida =	45,09	kW.día
Nº de días de trabajo=	365	días/año
Precio del kWh =	0,116562	€ /kWh
Coste medio diario =	5,26	€/día
Coste medio anual =	**1.918,36**	**€/año**

- Coste de polielectrolito por el incremento de fangos debido a la precipitación química:

Polielectrolito

Reactivo a emplear =	Polielectrolito	
Dosis polielectrolito =	5,00	Kg/T fangos
Peso de fangos =	109,1	Kg/día
Consumo polielectrolito =	0,55	Kg poli/día
Consumo polielectrolito =	199,15	Kg poli/día
Coste unitario de reactivo =	4,20	€/Kg
Coste anual de poli =	**836,4**	**€/año**

- Coste de gestión de los fangos debidos al $FeCl_3$:

Gestión de fango deshidratado

Fangos deshidratados/día =	109,1	Kg/día
Concentración aproximada =	23,0	%
Fangos deshidratados =	0,47	m^3/día
Fangos deshidratados al año=	173,17	m^3/año
Transporte de lodos deshidratados =	18	€/T
Canon por tratamiento/vertido de lodos =	21	€/T
Coste anual de gestión fangos =	**6.754**	**€/año**

El coste anual global por la gestión del incremento de fangos:

Coste por incremento de fangos =	**9.508,57 €/año**

4.4. RESUMEN DEL INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES

El resumen del incremento de los costes variables anteriormente desglosados:

Incremento del coste anual de energía eléctrica	21.034,31 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico =	11.378,13 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	9.508,57 €/año
INCREMENTO GLOBAL DE COSTES VARIABLES =	**41.921,01 €/año**

5. INCREMENTO TOTAL DE COSTES

El incremento aproximado del coste de explotación de la EDAR de Tordesillas y del bombeo anterior, corresponderá con la suma de los costes fijos más los costes variables:

INCREMENTO GLOBAL DE COSTES FIJOS =	2.199,81 €/año
INCREMENTO GLOBAL DE COSTES VARIABLES =	41.921,01 €/año
INCREMENTO GLOBAL COSTE EXPLOTACIÓN=	**44.120,82 €/año**

La mayor parte de los costes son variables, ya que los costes fijos se estima que prácticamente no se verán modificados por las actuaciones contempladas en la EDAR. Los costes variables si experimentarán modificación al ser necesario considerar nuevos equipos, la dosificación del cloruro férrico y el tratamiento y gestión de los fangos en exceso asociados a la precipitación química del fósforo.

15.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN..... 1

2. ACTUACIONES PROYECTADAS 1

3. INCREMENTO DE COSTES FIJOS..... 2

3.1. INCREMENTO DE LOS COSTES DE PERSONAL..... 3

3.2. INCREMENTO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO 5

3.3. INCREMENTO DEL COSTE FIJO DE ENERGÍA A LA EDAR 15

3.4. INCREMENTO DE VARIOS EN LA EDAR.....17

3.5. RESUMEN DEL INCREMENTO EN LOS COSTES FIJOS 17

4. INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES 18

4.1. INCREMENTO DE COSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....18

4.2. INCREMENTO POR EL CONSUMO DE REACTIVO.....20

4.3. INCREMENTO POR EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FANGOS 21

4.4. RESUMEN DEL INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES.....23

5. INCREMENTO TOTAL DE COSTES 24

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se lleva a cabo un estudio de la influencia que tendrán las actuaciones proyectadas sobre los costes de explotación y de mantenimiento de la EDAR de Tudela de Duero

Este estudio se centra únicamente en las nuevas infraestructuras y equipos proyectados para la EDAR, el pozo de bombeo 3 de la margen derecha y los pozos de bombeo proyectados para la margen izquierda. Por tanto no se desarrollan ni estiman los costes de operación y mantenimiento de las instalaciones ya existentes, ya que dichos costes son conocidos por estar ya funcionando.

Por ello, este estudio se basa en analizar el incremento del coste de explotación y mantenimiento que se producirá con las actuaciones proyectadas.

El estudio de operación y mantenimiento se estructuran en gastos fijos, aquellos que no están relacionados con el caudal tratado, y gastos variables, directamente proporcionales al caudal a depurar.

2. ACTUACIONES PROYECTADAS

El resumen de las nuevas actuaciones y equipamiento que pueden afectar a los costes de operación y de mantenimiento, y que sirven de base a la redacción del presente anejo:

EDAR:

- Medidor de ultrasonidos para el pozo de bombeo de cabecera.
- Polipasto manual bombeo de cabecera.
- Sustitución de los aireadores del desarenado. Anteriores: 1,1 kW por dos nuevos de 2,5 kW.
- Sustitución del concentrador de grasas. Misma potencia.
- Calorifugado de las tuberías aéreas.

- Dos agitadores del selector anaerobio de 5 kW.
- Dos bombas dosificadoras de $FeCl_3$ de 0,5 kW.
- Dos bombas de trasiego de reactivos de 1,5 kW.
- Cabinas de insonorización para las soplantes.
- Polipasto manual para el pozo de fangos.
- Dos extractores sala de deshidratación
- Medidor de ultrasonidos de la tolva de fangos.
- Medidor Parshall.

ESTACIÓN DE BOMBEO 3:

- Reja automática de 1,5 kW de potencia.
- Tornillo transportador de residuos de 1,0 kW.
- Compuerta manual de entrada.
- Aliviadero.

POZOS DE BOMBEO DE LA MARGEN IZQUIERDA:

- Dos bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 2,4 kW de potencia unitaria para el pozo de bombeo 1.
- Dos bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 3,1 kW de potencia unitaria para el pozo de bombeo 2.

3. INCREMENTO DE COSTES FIJOS

Los costes fijos son aquellos que pueden definirse como independientes del caudal a tratar, y que se producen sin distinción de que la planta se encuentre en funcionamiento o parada. Dependen del tipo de instalación, de las necesidades de personal y de mantenimiento, del término fijo de la potencia contratada etc.

3.1. INCREMENTO DE LOS COSTES DE PERSONAL

El coste de personal es uno de los de mayor peso en el conjunto de la explotación, debido a que es un componente fijo muy alto. Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología duras hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda.

La dotación de personal de una planta de tratamiento varía en función de una serie de factores, entre los que cabe destacar:

- Tipo de proceso existente en la planta para el tratamiento tanto de agua como de fangos.
- Grado de automatización de la planta
- Calidad y diversidad de equipamiento.
- Antigüedad de las instalaciones y estado de las mismas.
- Normativa de seguridad y salud laboral
- Normativas laborales aplicables
- Tamaño de la planta

Jefe de planta: Esta función se realiza por un técnico con cualificación de Oficial de Primera y con sólida experiencia en el campo del mantenimiento de maquinaria. Cabe destacar las siguientes funciones:

- Cuida el mantenimiento y conservación de toda la instalación y muy especialmente en cuanto a su planificación.
- Organiza y planifica el taller y el almacén de repuestos.
- Realiza todas aquellas funciones de mantenimiento y averías de máquinas eléctricas, cuadros eléctricos y control del buen funcionamiento de dichas máquinas.
- Realiza las operaciones mecánicas y eléctricas descritas en el apartado de mantenimiento preventivo.

- Resuelve las averías de índole mecánica que puedan presentarse. Para reparaciones que excedan la capacidad del personal, se contará con talleres especializados.

Operario de proceso: Esta función será realizada por un técnico con cualificación de Oficial de Segunda y formará equipo con el Jefe de Planta. Pueden destacarse las siguientes funciones:

- Control, vigilancia y limpieza periódica de equipos e instalaciones.
- Inspecciones del funcionamiento electromecánico.
- Detección de anomalías.
- Colaborar en los desmontajes especiales de mantenimiento que requieran apoyo extra.
- Cumplimentar los partes de control.
- Colaborar en los trabajos de carga y descarga.
- Apoyo en las labores de purga y extracción de fangos.

El incremento de los equipos e infraestructuras proyectadas es mínimo respecto a la instalación global, y por ello se considera que para su operación y mantenimiento no es necesario aumentar las horas de personal de planta. Una gran parte del tiempo que dedica el personal en la planta es a la limpieza del pozo de bombeo de cabecera. Con las actuaciones proyectadas se conseguirá un mejor funcionamiento del pozo, mejorando las labores de mantenimiento.

Por lo tanto ***el incremento en este factor se considera cero.***

Incremento del coste de mano de obra =	**0 €/año**

3.2. INCREMENTO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de la planta se refiere exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando como concepto de conservación todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, jardinería, edificios, etc.

Los objetivos que se persiguen con el mantenimiento y la conservación son los siguientes:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Mejorar el estado del equipo para su correcto funcionamiento.
- Intervenir antes de que el coste de la reparación sea demasiado elevado.
- Eliminar o limitar los riesgos de averías en el material imprescindible para el proceso.
- Permitir la ejecución de las reparaciones en las mejores condiciones.
- Evitar los picos de consumos.
- Evitar los accidentes.
- Minimizar los costes con un buen mantenimiento.

Las bases de partida con las que se debe contar para efectuar los programas de mantenimiento de los equipos electromecánicos es:

- Personal técnico cualificado
- Libro, fichas o manual de operación y mantenimiento de la EDAR.

Mantenimiento

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) Mantenimiento de Uso (M.U.S.)

Este tipo de mantenimiento es el que efectúa el personal de la planta. Es un mantenimiento sencillo, con poca especialización.

En este tipo de mantenimiento se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento.
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase.
- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles.
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento.
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

Este tipo de mantenimiento incluye todas las actividades necesarias para que la planta funcione correctamente y sin requerir especialización, mejorando mediante dichas acciones el rendimiento y la vida útil de la planta.

En cuanto a los gastos de dicho mantenimiento, recoge fundamentalmente los gastos de aceites y grasa, y por extensión los de ferretería, tales como abrazaderas, tornillos, arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo es aquel que es desarrollado por personal cualificado, requiriéndose sustituciones periódicas con el fin de alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

La frecuencia de las comprobaciones o inspecciones preventivas se establecerán en el Plan de Actividades Generales (PAG).

En un principio se debe medir el nivel de vibraciones de cada máquina en funcionamiento normal y determinar el nivel de alarma para actuar. Este plan establecerá las actividades diarias a realizar, medida de vibraciones, temperatura, ruidos anormales etc.

El mantenimiento preventivo puede conducir a la detección de algún fallo de ciertos mecanismos, pudiendo reparar el elemento que crea el problema antes de que se produzca una avería en la máquina.

Hay cuatro niveles de inspección complementarios entre sí, que se adaptan a otros tantos tipos de máquinas u órganos de máquina:

- Inspección directa, sin uso de instrumentos sofisticados:
    - Directa
    - Con estroboscopio
    - Con líquidos penetrantes y fluorescentes
- Controles no destructivos (análisis de espesores y defectos del material):
    - Ultrasonidos
    - Radiografías
    - Gammagrafías
- Medida de vibraciones, ruidos o ultrasonidos, temperaturas y velocidades:
    - Estetoscopio
    - Amplificador de ultrasonidos
    - Vibrómetro
    - Analizador de vibraciones
    - Analizador de vibraciones para cojinetes
    - Temperaturas
    - Tacómetro
    - Lámpara estroboscópica

- Análisis de lubricantes (determinación de un metal guía del órgano lubricado, cuyo desgaste se quiere conocer):
    - Espectrografía de absorción atómica
    - Análisis físico

Dentro del mantenimiento preventivo se incluye el pintado de los elementos férricos y electromecánicos, que se realizará de acuerdo al siguiente programa:

- ANUAL: Se visitarán todos los equipos, procediéndose al repaso de pintura, corrigiendo los defectos observados.
- BI-ANUAL: Se pintarán los elementos férricos, excepto metales, aceros especiales y aleaciones que no lo necesiten.

En cuanto a los gastos de este mantenimiento, se recogen los repuestos eléctricos y los repuestos mecánicos, y los gastos de la partida de aquellas instalaciones que requieren personal cualificado.

c) Mantenimiento correctivo

Lo desarrolla personal cualificado, y consiste en la sustitución de determinadas piezas de la máquina que hayan podido provocar un problema en ésta, una vez que el fallo se ha producido. Este tipo de mantenimiento es muy aleatorio, pues depende de la calidad de los equipos, del mantenimiento preventivo realizado, de la temperatura de exposición, la manipulación, etc.

Los gastos corresponden con partidas de repuestos eléctricos y mecánicos.

d) Mantenimiento modificativo:

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

Conservación:

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio, los edificios y la jardinería.

Las operaciones a realizar en la conservación incluyen las siguientes:

- Conservación integral de los edificios, incluyendo, al menos: cubiertas, solados, paramentos verticales, elementos de carpintería exterior, acristalamientos, impermeabilizaciones, equipamiento, etc.
- Conservación de las instalaciones informáticas, eléctricas, de fontanería y de servicios auxiliares: iluminación, bases de enchufe, luces, etc.
- Conservación de los elementos e instalaciones relacionados con la seguridad de las instalaciones: medios de vigilancia y extinción de incendios, etc.
- Conservación del mobiliario integrado en las instalaciones.
- Conservación del taller y de los equipos y herramientas integrados en el mismo.
- Limpieza de las edificaciones integradas en la planta, con la frecuencia adecuada a su uso y carácter: limpieza semanal de la zona de control, de laboratorio y aseos. Limpieza trimestral de la zona de cuadros eléctricos y el almacén.
- Conservación y limpieza de las áreas urbanizadas.
- Conservación del viario, de forma que se garantice la accesibilidad a cada una de las partes de la instalación.
- Conservación integral de las áreas ajardinadas y de sus cinturones ambientales perimetrales.
- Retirada de basuras de todo tipo, producto de la actividad diaria o de las tareas de mantenimiento predictivo o correctivo, debiendo tratarse los diferentes tipos de residuos de acuerdo a su naturaleza y a la normativa sectorial vigente.

- Conservación y reparación de cerramientos perimetrales.
- Vigilancia y guardería contra actos vandálicos, de las instalaciones en general y de sus zonas de dominio, servidumbre y afección.
- Operaciones de pintado de los elementos férricos, excepto metales, aceros y aleaciones especiales que no lo necesiten.
- Operaciones de pintado de los elementos de la obra civil que lo precisen.

Periodicidad de las labores de mantenimiento y explotación

Para la ejecución de las operaciones de mantenimiento hay que tener en cuenta la periodicidad con la cual se ejecutarán cada una de ellas.

A) Periodicidad DIARIA

- Se cuidará el aspecto exterior y se efectuarán las inspecciones rutinarias simples que no requieran operaciones de envergadura para desmontar ningún elemento.
- El seguimiento de la ejecución de estas operaciones se hará a través de los partes de control de la planta y del planning de mantenimiento programado.

B) Periodicidad SEMANAL

- Se controlan los niveles de goteo.
- Se comprueba el correcto funcionamiento de las boyas y sondas de nivel.
- Se atiende a todas las operaciones necesarias para mantener un correcto aspecto estético y de limpieza de las instalaciones.
- Se analizarán y corregirán todas las anomalías puestas de manifiesto.

C) Periodicidad MENSUAL

- Se inspeccionará la alineación de acoplamientos.

- Se tensarán las correas de transmisión.
- Se comprobarán las cajas de rodamientos
- Se comprobarán las alarmas y los paros de emergencia.
- Se lubricarán los mecanismos que lo requieran.

D) Periodicidad SEMESTRAL

- Se comprobarán las cargas eléctricas con pinzas amperimétricas.
- Se inspeccionarán las cajas de bornas, su fijación y estanqueidad.
- Se realizarán inspecciones rutinarias de los circuitos eléctricos (reglaje de térmicos y protecciones magnetotérmicas y amperimétricas).
- Se reapretará la tornillería de bornas, contactores, etc.
- Reaparición en servicios auxiliares.
- Reaparición de desperfectos en edificios e instalaciones.

E) Periodicidad ANUAL

- Se comprobará la rigidez dieléctrica y la acidez y humedad de los aceites de trasformación e interruptores de pequeño volumen de aceite.
- Se limpiarán y lubricarán los mecanismos y enclavamientos de los interruptores generales.
- Se reapretará la tornillería de los anclajes.
- Se vigilarán y repararán los conductos de agua y sus piezas especiales (clapeta, válvulas, difusores, etc.).
- Se limpiarán con chorro de aire los cuadros eléctricos de alta y baja tensión.
- Se inspeccionará la red eléctrica, línea de alta tensión, transformadores.
- Se realizarán las inspecciones necesarias del material de extinción de incendios.
- Se inspeccionará el estado de aislamiento de los motores y líneas eléctricas.

- Se comprobarán las tomas de tierra.

Se deberá confeccionar para cada elemento funcionalmente independiente (en funcionamiento o reserva) una *"ficha de control"* de las operaciones de mantenimiento.

Se deberá confeccionar para cada elemento funcionalmente independiente (en funcionamiento o reserva) una *"ficha historial"* de las averías o anomalías surgidas. En dicha ficha figurará: fecha de la avería, fecha de su resolución, descripción y causa de la misma, así como posibles mejoras introducidas o propuestas para evitarla en un futuro.

Incremento de los costes de explotación y mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento se van a ver incrementadas por los nuevos equipos electromecánicos que se instalan en la EDAR, en el pozo de bombeo existente (número 3) y en las dos nuevas impulsiones de la margen izquierda.

En cuanto a la conservación, referente a edificios, viales etc. se considera que no se va a producir incremento respecto del coste actual ya que no se realizan actuaciones en este tipo de infraestructuras, y no se van a ver modificadas sustancialmente, sólo en fase de obras.

La estimación del coste de mantenimiento y de conservación debido a:

EDAR:

- Medidor de ultrasonidos para el pozo de bombeo de cabecera.
- Polipasto manual bombeo de cabecera.
- Sustitución de los aireadores del desarenado. Anteriores: 1,1 kW por dos nuevos de 2,5 kW.
- Sustitución del concentrador de grasas. Misma potencia.
- Calorifugado de las tuberías aéreas.
- Dos agitadores del selector anaerobio de 5 kW.

- Dos bombas dosificadoras de $FeCl_3$ de 0,5 kW.
- Dos bombas de trasiego de reactivos de 1,5 kW.
- Cabinas de insonorización para las soplantes.
- Polipasto manual para el pozo de fangos.
- Dos extractores sala de deshidratación
- Medidor de ultrasonidos de la tolva de fangos.
- Medidor Parshall.

ESTACIÓN DE BOMBEO 3:

- Reja automática de 1,5 kW de potencia.
- Tornillo transportador de 1 kW.
- Compuerta manual de entrada.
- Aliviadero.

POZOS DE BOMBEO DE LA MARGEN IZQUIERDA:

- Dos bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 2,4 kW de potencia unitaria para el pozo de bombeo 1.
- Dos bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 3,1 kW de potencia unitaria para el pozo de bombeo 2.

Se aproxima en lo siguiente:

Mantenimiento de uso:	**225 €/año**
Aceites y grasas =	40 €/año
Material eléctrico =	60 €/año
Equipos mecánicos =	60 €/año
Pintura =	25 €/año
Material de ferretería =	20 €/año
Material control e instrumentación =	20 €/año
	225 €/año
Mantenimiento preventivo:	**380 €/año**
Equipos mecánicos =	190 €/año
Control e instrumentación =	60 €/año
Material eléctrico =	60 €/año
Pinturas y ferretería =	20 €/año
Tuberías, válvulas y piezas =	50 €/año
	380 €/año
Mantenimiento correctivo:	**450 €/año**
Reparaciones equipos mecánicos =	220 €/año
Reparaciones equipos eléctricos =	150 €/año
Reparación instrumentación y control =	80 €/año
	450 €/año
Mantenimiento modificativo:	**280 €/año**

Conservación:	**0 €/año**
Obra civil =	0 €/año
Jardinería =	0 €/año
Edificio =	0 €/año
	0 €/año

Incremento del coste mantenimiento y conservación=	**1.335 €/año**

3.3. INCREMENTO DEL COSTE FIJO DE ENERGÍA A LA EDAR

Existe un coste de la energía eléctrica (término fijo de potencia) en función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados, es un coste fijo mensual.

Se estudia el incremento que se producirá debido a la instalación de los nuevos equipos electromecánicos contemplados en el proyecto, y que se detallan a continuación:

	Punta	Llano	Valle
Término de potencia (cent €/kW.año)	2.475,00	1.526,00	350,00

Los nuevos equipos a instalar:

	Ud. Func	P unitaria (kW)	P total (kW)	P exist (kW)	P diferenc (kW)
EDAR					
Aireadores desarenado	2	2,5	5	2,2	2,8
Agitadores selector	2	4	8	0	8
Bombas dosificadoras FeCl3	2	0,5	1	0	1
Bombas de trasiego FeCl3	2	1,5	3	0	3
EB 3					
Reja automática EBAR	1	1,5	1,5	0	1,5
Tornillo transportador	1	1	1	0	1
MARGEN IZQUIERDA					
Bomba sumergible EB1	1	2,4	2,4	0	2,4
Bomba sumergible EB2	1	3,1	3,1	0	3,1
					22,8

Se toma como referencia el período llano, para el cálculo del coste del término fijo:

Coste término fijo de potencia =	1,272	€/kW mes
Potencia total consumida =	22,80	kW
Tarifa de la potencia contratada =	28,99	€/kW mes

Incremento coste término fijo potencia contratada=	**347,93 €/año**

3.4. INCREMENTO DE VARIOS EN LA EDAR

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por sí mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza como material de oficina, herramientas de personal, ropa de trabajo, formación, material de Seguridad y Salud etc.

Se considera que con las actuaciones incluidas en el proyecto no se va a producir incremento en el coste de la partida "varios".

Incremento del coste anual de varios =	**0 €/año**

3.5. RESUMEN DEL INCREMENTO EN LOS COSTES FIJOS

Como se ha explicado en cada capítulo, se considera que no hay incremento de costes varios (herramientas, vestuario etc.) ni de personal puesto que las nuevas infraestructuras no son suficientemente importantes sobre el conjunto global de la instalación para que se produzca diferencia.

Sí se producirá un incremento del coste del mantenimiento y conservación, así como en el coste fijo de la potencia contratada.

	COSTE
Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.335,0 €/año
Coste potencia contratada	347,9 €/año
Varios	0,0 €/año
TOTAL	**1.682,93 €/año**

4. INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES

Los gastos variables son aquellos que dependen del volumen de agua tratada, y en la EDAR de Tudela de Duero se dividen en:

- Energía eléctrica.
- Reactivos a emplear.
- Gestión de residuos.

4.1. INCREMENTO DE COSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Su coste es muy importante. Es variable en función del caudal y de las características del agua de entrada. Tanto el tamaño como el tipo de tratamiento en una EDAR hacen que el consumo eléctrico difiera sensiblemente entre unas y otras plantas.

El incremento del coste de energía eléctrica se va a producir por los nuevos equipos instalados en la EDAR.

La facturación por energía es la suma de los productos del consumo efectuado en cada período por el término de energía correspondiente. La aplicación del término de energía se realiza estimando un período de facturación llano.

	Punta	Llano	Valle
Término de energía (cent €/kWh)	12,997	11,656	7,799

Los nuevos equipos instalados y sus consumos eléctricos, considerando un factor de potencia:

Al igual que para el término fijo de potencia, para el consumo de energía se diferencian tres períodos

	Punta	Llano	Valle
Término de energía (cent €/kWh)	12,997	11,656	7,799

Considerando el coste de kWh en período llano, el coste de incremento de energía eléctrica por los nuevos equipos instalados en planta:

	Ud. Func.	P unitaria (kW)	P diferenc (kW)	h/día	P diferenc (kW)
EDAR					
Aireadores desarenado	2	2,5	2,8	8	22,4
Agitadores selector	2	4	8	24	192
Bombas dosificadoras $FeCl_3$	2	0,5	1	24	24
Bombas de trasiego $FeCl_3$	2	1,5	3	1	3
EB 3					
Reja automática EBAR	1	1	1	8	8
Tornillo compactador	1	1	1	8	8
MARGEN IZQUIERDA					
Bomba sumergible EB1	1	2,4	2,4	6	14,4
Bomba sumergible EB2	1	3,1	3,1	8	24,8
					296,6

Para el cálculo del consumo se emplea el coste en período llano:

Incremento de la energía eléctrica consumida =	296,60	kW.día
Nº de días de trabajo=	365	días/año
Precio del kWh =	0,116562	€ /kWh
Coste medio diario =	34,57	€/día
Coste medio anual =	12.618,89	€/año

Incremento del coste anual de energía eléctrica	**12.618,89**	**€/año**

4.2. INCREMENTO POR EL CONSUMO DE REACTIVO

En la EDAR actualmente el único reactivo que se utiliza es el polielectrolito para la estabilización de fangos. Se va a comenzar a dosificar también cloruro férrico con la construcción de una nueva instalación de reactivo.

Por ello, en el presente punto, se calcula el coste que supondrá la dosificación de cloruro férrico para la precipitación química del fósforo.

Para el coste del reactivo se considera la situación más desfavorable, en la que haya que eliminar todo el fósforo por precipitación química y no se elimine nada por vía biológica.

El fósforo a eliminar:

P eliminar vía química =	**3,6 mg/l**
P eliminar vía química =	**11,5 Kg/día**

P a eliminar =	11,5	Kg/día
Relación molar =	1,5	mol Fe/mol P
Relación molar en peso Fe/P =	1,8	Kg Fe/Kg P
Dosificación estequiométrica =	2,7	Kg Fe/Kg P
Consumo medio estequiométrico Fe =	30,9	Kg/día
Proporción Fe en FeCl3 =	34,46	%
Consumo medio necesario =	89,7	Kg/día

Forma comercial =	Disolución	
Riqueza del producto comercial =	42	%
Densidad del producto comercial =	1,42	g/l
Consumo comercial medio =	213,6	Kg/día
Consumo anual =	78,0	T/año
Coste del reactivo =	200,0	€/T

Incremento de coste por adicción de $FeCl_3$ =	**15.595,08**	**€/año**

4.3. INCREMENTO POR EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE FANGOS

La dosificación de cloruro férrico hace que el fósforo precipite, lo que da lugar a un incremento de los fangos en exceso, que es necesario tratar mediante espesado y deshidratación. Por lo tanto, la adicción de cloruro férrico lleva consigo un aumento de los fangos en exceso y por tanto del coste de gestión de éstos, tanto por consumo eléctrico para su deshidratación, como por su posterior gestión como residuo y por la dosificación de polielectrolito necesaria.

El incremento de fangos debido a la precipitación química del fósforo:

Fósforo medio a eliminar =	11,5 Kg/día
Moles de $FePO_4$ formados =	355,0 moles/día
Peso del $FePO_4$ formado =	53,6 Kg/día
Moles de $Fe(OH)_3$ formado	355,0 moles/día
Peso del $Fe(OH)_3$ formado =	37,9 Kg/día
Total fangos formados =	***91,5 Kg/día***
Concentración a deshidratación =	8 g/l
Volumen de fango a tratar =	***11,4 m^3/día***

Por lo tanto el incremento del coste por el aumento de fangos se desglosa en coste de energía eléctrica, coste de polielectrolito y coste de gestión de fangos.

- Coste energía eléctrica para la deshidratación de fangos debidos al $FeCl_3$:

	Ud.	P unitaria (kW)	Horas/día	kW día
Bombas a centrífuga	2 (1+1)	2,2	2	4,4
Centrífuga 6 m^3/h	1	15	2	30
Equipo poli	1	1	2	2
Bombas dosificadoras	2 (1+1)	1	2	2
Bomba mono a tolva	1	2,5	2	5
TOTAL				***43,4***

Incremento de la energía eléctrica consumida =	43,40 kW.día
Nº de días de trabajo=	365 días/año
Precio del kWh =	0,116562 € /kWh
Coste medio diario =	5,06 €/día
Coste medio anual =	**1.846,46 €/año**

- Coste de polielectrolito por el incremento de fangos debido a la precipitación química:

Polielectrolito

Reactivo a emplear =	Polielectrolito
Dosis polielectrolito =	5,00 Kg/T fangos
Peso de fangos =	91,5 Kg/día
Consumo polielectrolito =	0,46 Kg poli/día
Consumo polielectrolito =	167,02 Kg poli/año
Coste unitario de reactivo =	4,20 €/Kg
Coste anual de poli =	**701,5 €/año**

- Coste de gestión de los fangos debidos al $FeCl_3$:

Gestión de fango deshidratado

Fangos deshidratados/día =	91,5 Kg/día
Concentración aproximada =	23,0 %
Fangos deshidratados =	0,40 m^3/día
Fangos deshidratados al año=	145,24 m^3/año
Transporte de lodos deshidratados =	18 €/T
Canon por tratamiento/vertido de lodos =	21 €/T
Coste anual de gestión fangos =	**5.664,0 €/año**

El coste anual global por la gestión del incremento de fangos:

Coste por incremento de fangos =	**8.212,17 €/año**

4.4. RESUMEN DEL INCREMENTO DE LOS COSTES VARIABLES

El resumen del incremento de los costes variables anteriormente desglosados:

Incremento del coste anual de energía eléctrica	12.618,89 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico =	15.595,08 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	8.212,17 €/año
INCREMENTO GLOBAL DE COSTES VARIABLES =	**36.426,14 €/año**

5. INCREMENTO TOTAL DE COSTES

El incremento aproximado del coste de explotación de la EDAR de Tordesillas y del bombeo anterior, corresponderá con la suma de los costes fijos más los costes variables:

INCREMENTO GLOBAL DE COSTES FIJOS =	1.682,93 €/año
INCREMENTO GLOBAL DE COSTES VARIABLES =	36.426,14 €/año
INCREMENTO GLOBAL COSTE EXPLOTACIÓN=	**38.109,07 €/año**

La mayor parte de los costes son variables, ya que los costes fijos se estima que prácticamente no se verán modificados por las actuaciones contempladas en la EDAR. Los costes variables si experimentarán modificación al ser necesario considerar nuevos equipos, la dosificación del cloruro férrico y el tratamiento y gestión de los fangos en exceso asociados a la precipitación química del fósforo, así como los nuevos equipos electromecánicos en los pozos de bombeo.

15.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 1

2. DATOS BASICOS 1

3. ACTUACIONES PROYECTADAS 2

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS 2

4.1. GASTOS FIJOS 3
4.2. GASTOS VARIABLES 4

5. GASTOS FIJOS 5

5.1. GASTOS DE PERSONAL 6
5.1.1. General 6
5.1.2. Funciones a realizar. 7
5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN 13
5.2.1. MANTENIMIENTO 13
5.2.2. CONSERVACIÓN 16
5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA 17
5.4. VARIOS 17
5.4.1. Material de oficina 18
5.4.2. Agua 18
5.4.3. Teléfono 18
5.4.4. Productos diversos 18
5.4.5. Material fungible laboratorio 19
5.4.6. Reactivos laboratorio 19
5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos 19
5.4.8. Analítica metales pesados 19
5.4.9. Herramientas personal 19
5.4.10. Equipos de taller 19
5.4.11. Ropa de trabajo 20
5.4.12. Formación del personal 20
5.4.13. Reposición material de seguridad y salud 20
5.4.14. Desinfección agua industrial 20
5.4.15. Gestión de residuos de suministros 20
5.4.16. Varios 21

6. GASTOS VARIABLES 21

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 21
6.2. GASTOS DE REACTIVOS 22
6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS 23

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONOMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

1. INTRODUCCION

La realización del presente anejo tiene por objeto el estudio de la repercusión que producirán las obras incluidas en el presente Proyecto de mejoras de la EDAR de Benavente sobre la organización y forma de prestación del Servicio de Mantenimiento así como la incidencia económica que dichas actuaciones supondrán para el explotador de la E.D.A.R.

En este documento se considera únicamente la repercusión producida por los elementos sustituidos o nuevos y los incrementos o ahorros que la instalación de dichos elementos supongan en el costo de la explotación.

Se estructura siguiendo el modelo clásico que discierne dos grandes grupos de gastos: fijos y variables, en función de su independencia o dependencia de los caudales tratados.

El apartado de gastos fijos recoge aquellos gastos que no están relacionados de forma directa con el caudal de entrada.

El apartado de gastos variables hace referencia a todos aquellos que tienen relación directa con el volumen de agua que se trata.

2. DATOS BASICOS

A partir de la toma de datos y de la campaña de análisis realizada, se han podido determinar las cargas y caudales que realmente se tratan en la planta, lo que nos permitirá calcular con mayor precisión los consumos eléctricos y de reactivos así como los fangos en exceso producidos.

Los costes de construcción quedan detallados en los correspondientes presupuestos incluidos en este proyecto. A partir de ellos se ha realizado un estudio de los costes de mantenimiento y conservación de las instalaciones proyectadas.

Tanto los costes de los reactivos como la dosificación de los mismos es fruto del

estudio de mercado realizado.

La estimación de los fangos en exceso producidos se ha obtenido combinando los datos facilitados por los explotadores y los datos obtenidos de realizar cálculos de diseño convencionalmente aplicados a este tipo de instalaciones.

3. ACTUACIONES PROYECTADAS

Las actuaciones incluidas en la EDAR de Benavente son:

- Arqueta de By-pass en el colector de entrada
- Instalación de una plataforma en el pozo de gruesos
- Instalación de un tamiz en el tanque de tormentas
- Sustitución de los dos agitadores del tanque de tormentas
- Construcción de un selector equipado con dos agitadores de 7,5 Kw.
- Modificación de la tubería de salida del desarenador incluida la instalación de un medidor de caudal electromagnético y una válvula de compuerta motorizada.
- Sustitución de dos sondas de medición de oxígeno disuelto en los reactores.
- Instalación de dos sondas de medición de N-NH3 en los reactores.
- Instalación de un depósito para almacenamiento de cloruro férrico de 10 m3.
- Instalación de dos bombas dosificadoras de CL3Fe de 500 W
- Instalación de dos bombas centrífugas sumergibles para el bombeo de los escurridos de la centrífuga.
- Instalación de un equipo compacto de tratamiento de escurridos incluyendo un agitador de 250 w, un agitador de 180 w y dos bombas centrífugas horizontales de 500 w.
- Construcción de un edificio industrial para alojamiento de los equipos de dosificación de Cl3fe y de tratamiento de escurridos.

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS

Al final de este documento adjuntamos un apéndice en el que se calculan detalladamente todos los costos de explotación producidos por las actuaciones

proyectadas. En este estudio simplemente describiremos los apartados que comprenden los trabajos de mantenimiento y explotación de la depuradora junto con los comentarios y consideraciones que expliquen la repercusión que las nuevas obras suponen para la EDAR resultante.

4.1. GASTOS FIJOS

Tienen concepto de gastos fijos aquellos que son independientes del caudal tratado que se producen sin distinción de que la E.D.A.R. esté en funcionamiento o parada.

No son asimilables al concepto de "guardería", pues mientras ésta contempla actuaciones tendentes a evitar el deterioro de las instalaciones en largos períodos de parada, los gastos fijos incluyen poder poner las instalaciones al máximo de su capacidad en cualquier instante y de forma continuada en el tiempo.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de mantenimiento y conservación
- Gastos de personal
- Energía eléctrica contratada (factor de potencia)
- Varios

En mantenimiento y conservación se incluyen los gastos derivados del mantenimiento de los equipos en sus diferentes versiones: Mantenimiento de uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental; además de los gastos de conservación de la Obra Civil, Viales, Jardinería, etc.

En los gastos de personal se incluyen únicamente los derivados de la retribución de los técnicos, operarios y administrativos en toda la extensión: Nómina, Seguros Sociales, Pluses, etc.

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados.

En varios se incluyen todos aquellos que no hayan sido contemplados en los grupos anteriores: Teléfono, Seguros varios, Asesorías varias, Material de oficina, Vestuario personal, Formación de personal, Seguridad, Limpiezas especiales, etc.

4.2. GASTOS VARIABLES

Son los que dependen del caudal tratado, tanto en cuanto a sus características cuantitativas como cualitativas, aunque a todos los efectos, una vez definidas las características medias del agua, solo se consideran a efectos de gastos dependientes del volumen de agua tratada.

Los gastos se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos

La energía eléctrica en forma de kWh consumida será función de los consumos eléctricos esperados. Si bien de forma natural la tendencia diaria de consumos se parecerá a la de caudales, las actuaciones del gestor de la explotación desplazando a horas valles los consumos energéticos de determinadas instalaciones (deshidratación de fangos) hacen que la misma se aplane ligeramente.

Los gastos de productos químicos incluyen los reactivos utilizados en las líneas de agua y fangos.

Los gastos de evacuación de residuos recogen exclusivamente los derivados del transporte de todos aquellos que atañen a los subproductos obtenidos y que por su volumen son significativos, quedando por cuenta de la Propiedad los gastos derivados de su disposición final, bien en vertederos municipales o en reutilizaciones posibles.

5. GASTOS FIJOS

En todo proceso productivo se busca, a la hora de optimizar el coste económico, reducir los gastos fijos transformándolos en variables.

En la introducción de este estudio se renunciaba expresamente a entrar en consideración sobre qué parte del mantenimiento depende o no del caudal, y tiene, por lo tanto, carácter de coste variable.

Mantener la idea de una optimización de costes por reducción de los gastos fijos sin que los mismos tengan que venir necesariamente acompañados por un aumento de los costes variables es el objetivo buscado.

Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología dura hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda. La reducción del personal al mínimo imprescindible para atender el funcionamiento de las instalaciones y recurrir a servicios exteriores en casos de puntas de trabajo son garantía de una optimización de los costes.

El presente estudio sobre los gastos fijos se basa en las siguientes premisas:

1) El personal en plantilla es el necesario para atender el servicio continuado de las instalaciones.

2) Las operaciones especiales o situaciones puntuales que demanden mayor mano de obra, se efectuarán recurriendo al mercado laboral o al empresarial dependiendo de la naturaleza técnica del mismo.

3) El Mantenimiento de Uso y el Preventivo serán efectuados por el propio personal, salvo aquellos que por su singularidad técnica requieran una marcada especialización.

4) El Mantenimiento Correctivo y el Energético y Ambiental se equirrepartirán entre el personal propio y las asistencias exteriores.

Con estas consideraciones se minimizan los gastos fijos, que de alguna manera pasan a depender del nivel de utilización de las instalaciones, sin adquirir la categoría de variables al no hacerlos depender del caudal tratado.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de personal
- Gastos de mantenimiento y conservación
- Energía Eléctrica
- Varios.

5.1. GASTOS DE PERSONAL

5.1.1. General

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el coste de personal grava considerablemente el capítulo de gastos fijos siendo necesario efectuar un estudio ponderado de las necesidades mínimas requeridas en este concepto, para completarlas en casos de necesidad recurriendo al mercado laboral, cuya flexibilidad permite hacer frente, con garantías, a las demandas puntuales o periódicas de personal.

A todos los efectos el personal de una explotación se divide generalmente en:

- Dirección y Control
- Producción y explotación
- Mantenimiento y Conservación.
- Administración del servicio

5.1.2. Funciones a realizar.

Los trabajos a realizar por parte de las distintas personas adscritas a la explotación serán los siguientes:

- **Jefe de Planta**

Será la persona de máxima responsabilidad en el servicio. De él dependerá toda la plantilla adscrita a la explotación. Su misión consistirá en asegurar, bajo su criterio, el correcto funcionamiento del proceso depurador, desde las instalaciones de saneamiento hasta la planta depuradora propiamente dicha.

Se encargará de mantener al día informatizados, los partes de explotación, analítica y energía eléctrica con el fin de tener información puntual de cada uno de estos temas en cualquier momento.

Realizará los estudios que sean necesarios para mejorar la organización del área.

Dirigirá, organizará y controlará la labor de la plantilla.

Propondrá soluciones técnicas a problemas de esta índole que puedan aparecer.

Realizará los resúmenes mensuales del funcionamiento del Servicio.

Cuidará que se cumplan estrictamente las medidas de seguridad e higiene.

Se encargará de la habilitación del Libro de Ordenes, Inventario, Plan de Lubricación y Libro de Averías, Incidencias y Operaciones de entretenimiento.

De la realización de los análisis exigidos por el Pliego de Condiciones Técnico-Administrativas que rija la concesión del servicio y los necesarios para el buen funcionamiento y control del proceso.

Los análisis que se realizarán son los que aparecen el plan de control. Si no existiese en planta la posibilidad de realizar alguno de ellos se llevaría a analizar a un laboratorio capacitado para ello.

Además de los controles de calidad de agua bruta y efluente depurado, se realizarán análisis puntuales en las distintas fases de los tratamientos con objeto de detectar posibles anomalías en procesos intermedios.

También se harán periódicamente observaciones microscópicas de los microorganismos indicadores del correcto funcionamiento del proceso y detección de posibles anomalías en el fango biológico.

Todo esto permitirá tener una visión clara del funcionamiento del proceso en todo momento.

- **Oficial electromecánico/ encargado**

Será el encargado de mantenimiento y supervisión de las instalaciones de que consta tanto el sistema de saneamiento como el de depuración.

Su trabajo estará dirigido por el encargado de mantenimiento, a quien le tendrán que dar cuenta de su trabajo diario a través de unos partes diarios donde quedarán reflejadas todas las operaciones que han realizado.

Su misión será velar por el correcto funcionamiento de los equipos realizando en cada caso los trabajos necesarios de mantenimiento.

Su trabajo irá encaminado a:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Detectar y corregir los defectos antes de que se conviertan en problemas importantes, controlando el número de horas de bombeo, consumos eléctricos, etc.
- Asesorar las decisiones para determinación y gestión de repuestos.
- Evitar consumos exagerados.
- Conservar los equipos a pleno rendimiento.
- Disminuir el riesgo de averías.

En definitiva conseguir que las instalaciones funcionen en las mejores condiciones y con los menores costes posibles.

- Inspección general.

Mediante visitas diarias, se hará una inspección general, comprobando su funcionamiento general, vibraciones de las bombas, limpieza de los reguladores de nivel, comprobación de los medidores del cuadro eléctrico. En dichas visitas se cumplimentará el parte, anotando todas las anomalías, así como las horas de funcionamiento. Posteriormente, estos datos pasarán a un ordenador, para llevar control informático de las horas de marcha de todas las bombas, detectando inmediatamente cualquier funcionamiento anómalo prolongado.

- Comprobación del consumo

Una vez al mes, se medirá el consumo de los motores, con un medidor distinto al que posea el cuadro. Se anotará en un parte al efecto, y se procederá en cuanto se detecte un consumo anormal.

- Comprobación del aislamiento

Periódicamente se medirá el aislamiento de los motores, anotando en un parte al efecto. En los casos en que el aislamiento sea inferior a los 10 megaohmios se procederá a sacar la bomba del pozo. Si la falta de aislamiento es debida al cable, se sustituirá por otro nuevo, y si es debida al motor, se desarmará en taller la bomba para comprobar su estado.

Al mismo tiempo, se verificarán las tomas de tierra.

- Comprobación del sistema de alarmas.

Una vez al mes, como mínimo, se harán saltar las alarmas de los bombeos, para comprobar en el lugar de recepción que su funcionamiento es correcto.

- Cambio de anillos de desgaste.

Periódicamente, se comprobará el estado de los anillos de desgaste de los rodetes, procediendo a su sustitución de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. De esta forma se consigue un mejor rendimiento de las bombas, y menor desgaste de los rodetes y las carcasas.

- Cambio de aceite.

La normativa se establece de acuerdo a dos ideas fundamentales: se aplican las recomendaciones de cada constructor, y se efectúan análisis periódicos de la calidad y estado de los aceites. Con ello se persigue que el contenido en restos metálicos y humedad, estén siempre por debajo de los límites tolerados y por consiguiente que la capa lubricante sea óptima.

- Cambio de juntas tóricas.

Se sustituirán todas las juntas nuevas, siempre que se desarme una bomba, aún cuando el estado de las que se quitan sea aparentemente bueno.

- Limpieza y revisión interior.

su misión consiste en chequear los órganos de las máquinas y los cuadros eléctricos, al tiempo que se efectúa una limpieza de los mismos.

También se procederá a limpiar periódicamente el pozo de bombeo, mediante agua a presión, aprovechando para bajar a inspeccionar el anclaje de las bombas, y limpiar los rodetes.

- Comprobar ventilación.

Se procede a una inspección visual de la protección del ventilador, para evitar que su obstrucción ocasione sobretemperaturas.

- Reapriete conexiones.

Para conseguir unas buenas condiciones de trabajo evitando calentamientos y aumentos de consumo de energía eléctrica, se procede periódicamente a un apriete de conexiones.

- Control de contactos.

Como consecuencia de las maniobras efectuadas por contactadores e interruptores, se van deteriorando los contactos, tanto en su superficie de contacto, como en la presión ejercida, esta circunstancia ocasiona chisporroteos y arcos que pueden motivar que se queme una línea o un cuadro. A fin de evitar este fenómeno, se establece el programa de control de los contactos.

Se aprovecha esta operación para reapretar la tornillería de los contactores e interruptores.

- Comprobación de medidas.

Esta operación consistirá en contrarrestar los aparatos de medida, como son amperímetros, voltímetros, etc.

- Comprobación de estanqueidad.

Se comprobará que los equipos eléctricos tales como motores, cuadros, etc. estén aislados totalmente de la humedad. Por otra parte, en los equipos de tuberías neumáticas, hidráulicas, se comprobará que no tengan fugas.

Se mantendrá para cada equipo de funcionamiento independiente (en funcionamiento o en reserva), una ficha de control de las operaciones de mantenimiento. Esta ficha forma parte del historial de cada equipo que viene reflejado en el "Libro Técnico de los Equipos".

Básicamente, consistirá en repasar cuadros eléctricos de bombeos de impulsión, fusible, cableado, comprobación de intensidades mensuales, comprobación de consumos eléctricos, corrección de ubicaciones de máquinas, repaso de aislamientos,

supervisión de señales de contadores de nivel y secuencias de arranque y paro, limpieza y sellado de cuadros eléctricos.

Cambio de anillos tóricos en los equipos, comprobación de anclajes, engrase y mantenimiento de valvulería.

Revisión de las rejas de pretratamiento; funcionamiento y engrase de las mismas; y en general de supervisar todos y cada uno de los elementos electromecánicos de que consta el saneamiento y depuración de la EDAR.

- **Operadores de planta**

Tendrán conocimiento de las instalaciones además de los riesgos que conllevan. Su trabajo será muy versátil y consistirá en las vigilancias, inspecciones diarias en los equipos e instalaciones, limpieza, desbroce, recogida de sólidos en balsas de depuración, bombeos, reparaciones y reposiciones.

Se encargarán de obtener lecturas diarias en contadores de caudal y energía eléctrica, así como de horas de funcionamiento de las bombas de impulsión. Cada oficial rellenará sus casillas correspondientes de los partes de control.

Cumplirán con las órdenes de trabajo que se establezcan.

Tienen obligación de cumplir estrictamente las medidas de seguridad e higiene en el trabajo.

Formarán parte de los turnos de trabajo rotativos para garantizar la presencia de personal en las instalaciones todos los días del año y a todas las horas.

- **Administrativo**

Llevará la contabilidad de la explotación.

Estará a cargo del control de pedidos y de la recepción de materiales y reactivos. Esta función puede asumirla el Jefe de Planta.

En nuestro caso consideramos que las obras proyectadas no significan ningún aumento en el costo de explotación referido a este apartado.

5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El Mantenimiento y Conservación de instalaciones industriales es una de las partidas más importantes dentro del capítulo de gastos fijos, con una fuerte tendencia, cada día más extendida, a depender de servicios externos, minimizando los gastos a través de una optimización de la gestión del mantenimiento.

Antes de seguir desarrollando el capítulo, conviene, a título descriptivo y para una mayor claridad en la exposición, definir que el concepto de mantenimiento se aplica exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando el concepto de conservación para todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, tuberías, etc.

5.2.1. MANTENIMIENTO

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) M.U.S.

Es aquel que efectúa el personal operador de las instalaciones, que por su frecuencia y poca especialización es encargado a los mismos. Entre ellas se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento

- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase
- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

En definitiva, todas aquellas operaciones que, sin ser estrictamente necesarias para que el equipo funcione, y sin requerir especialización específica, redundan en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.

Fundamentalmente recoge los gastos de Aceites y Grasas, y por extensión los de Ferretería, al ser productos demandados por los mismos usuarios, tales como abrazaderas, tornillos arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

Las características de las instalaciones y equipos del tratamiento de la E.D.A.R. desechan, por su alto coste económico, el Mantenimiento Predictivo, circunscribiéndose a una parte del mismo, denominada Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo es aquel que desarrollado por personal cualificado trata de, mediante operaciones de sustitución periódicas, determinadas por el control de algunos parámetros, alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

Las operaciones que comprende son:

- Reposición y sustitución de materiales fungibles: prensaestopas, estopas, rodamientos, retenes, etc.

- Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones, etc.

En definitiva, todas aquellas operaciones de entretenimiento de equipos y sustitución de elementos de uso normal que, realizados por personal cualificado, aseguren una mayor disponibilidad de los mismos.

Recoge los gastos de repuestos fungibles eléctricos, repuestos fungibles mecánicos, una parte importante de las partidas de repuestos eléctricos y repuestos mecánicos y, por último, los gastos de la partida de contratos exteriores de aquellas instalaciones que requieren personal altamente cualificado.

c) Mantenimiento Correctivo

Es aquel que, desarrollado por personal cualificado, busca restituir la operatividad de la máquina sustituyendo aquellas piezas que han provocado el colapso del equipo.

Se comprende la aleatoriedad de este gasto, que depende de factores tan diversos como la calidad del equipo, la calidad del Mantenimiento Preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado.

En definitiva son todas aquellas operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como grúas, ajustes precisos o tareas cualificadas.

Recoge parte de los gastos de las partidas de repuestos eléctricos y mecánicos, y los de la partida de reparaciones exteriores y medios auxiliares.

d) Mantenimiento Modificativo

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata, mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

e) Mantenimiento Energético y Ambiental

Es aquel, que realizado por personal altamente cualificado trata, mediante operaciones de cambio de diseño, mejoras, etc, optimizar el consumo energético y minimizar el impacto ambiental.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

5.2.2. CONSERVACIÓN

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio y la jardinería.

Las actividades que comprende son:

- Reposición y sustitución de cristalería y fontanería
- Repintado de los elementos metálicos, barandillas y otros materiales susceptibles de sufrir deterioros por estar a la intemperie o en ambientes corrosivos.
- Retoques de albañilería y pintura de la Obra Civil
- Retoques en carpintería metálica, viales y urbanización

Recoge los gastos de pintura, material de Obra Civil y tuberías.

Lógicamente los costos de mantenimiento y conservación se verán aumentados en la proporción en la que se añaden nuevos elementos a mantener y conservar.

5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada, que es independiente de los caudales tratados.

El titular de la explotación o (en este caso el Ayuntamiento) suele realizar un estudio de posibles tarifas y selecciona la más adecuada a las necesidades iniciales consideradas.

Para la realización del estudio detallado de las posibles situaciones tarifarias, al objeto de obtener la más conveniente, se siguen los siguientes pasos:

1) Establecimiento de la curva de consumos más adecuada conjugando la demanda prevista en función de la curva de caudales con la distribución, a lo largo del día, de las actividades susceptibles de programación: purgas y deshidratación de fangos.

2) Estudio de las diferentes tarifas eléctricas sin otro tipo de consideraciones.

Los nuevos equipos electromecánicos instalados suponen un ligero aumento en la potencia contratada por lo que ese aumento se traduce en un incremento en el costo de explotación correspondiente.

5.4. VARIOS

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por si mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza:

- Material de oficina
- Agua
- Teléfono
- Productos especiales (Desodorización, Anti-espumantes, etc.)

- Material fungible laboratorio
- Reactivos laboratorio
- Analítica Aplicación de Biosólidos
- Analítica Metales Pesados
- Herramientas personal
- Equipos taller
- Ropa de trabajo
- Formación de personal
- Reposición Material de Seguridad y Salud
- Amortizaciones
- Desinfección agua industrial
- Gestión de residuos de Suministro
- Varios: seguros, combustibles, limpiezas especiales etc.

5.4.1. Material de oficina

Incluye papelería, discos de ordenador, material fungible, de impresoras, etc.

5.4.2. Agua

Gasto necesario para la Higiene del personal operador y las visitas, junto con las diversas labores de laboratorio y limpieza de edificios.

5.4.3. Teléfono

Gastos para permitir un contacto con el exterior que garantice la disponibilidad de reactivos en tiempo y medios adecuados.

5.4.4. Productos diversos

Se incluyen dentro de este apartado aquellos gastos derivados de los diversos productos especiales (reactivos desodorización, carbón activo, turba, etc.) necesarios para procesos diversos que no adquieren relevancia individual por sus consumos.

5.4.5. Material fungible laboratorio

En el primer año se efectúa un desembolso inicial por dotar al laboratorio de material fungible, que hay que ir reponiendo periódicamente.

5.4.6. Reactivos laboratorio

Para la analítica necesaria es imprescindible disponer de reactivos químicos.

5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos

En caso de aplicación de los fangos para utilización en agricultura y/o regeneración en zonas forestales, existe una analítica que por su complejidad es inviable disponer del equipamiento necesario en el Laboratorio de una E.D.A.R. de las características de la que nos ocupa.

En consecuencia es obligado el disponer de Laboratorios Externos a los que se encargará dicha analítica.

5.4.8. Analítica metales pesados

Si se pretendiese llevar a cabo un Control de Vertidos existiría una analítica que por su singularidad (metales pesados) es inviable disponer del equipamiento necesario en un Laboratorio de una E.D.A.R. corriendo a cargo de la propiedad.

5.4.9. Herramientas personal

Al inicio del servicio se dota de un equipamiento completo de herramientas al personal que lo necesite, produciéndose por desgaste y uso, necesidades de una reposición periódica.

5.4.10. Equipos de taller

Los equipos de medidas adquiridos al inicio de la prestación del servicio tienen unos desgastes y averías motivados por su uso, que conviene evaluar y tener en cuenta.

5.4.11. Ropa de trabajo

La dotación completa de un operario supone un importe anual de 120,20 euros, incluyendo: botas de seguridad, botas de agua, dos monos de trabajo y chubasquero.

5.4.12. Formación del personal

Es importante formar paulatinamente al personal en tareas de mayor responsabilidad, en beneficio de una optimización del recurso humano disponible.
Estos costes serán asumibles en gran medida por el explotador.

5.4.13. Reposición material de seguridad y salud

Los equipos de Seguridad y Salud requieren reposiciones de material fungible y revisiones periódicas, cuyo desglose se recoge en el Estudio de Seguridad y Salud.

5.4.14. Desinfección agua industrial

Para uso de agua industrial y de servicio se utiliza parte del agua depurada. En previsión de posibles contaminaciones por elementos patógenos o posibles epidemias, se considera necesario disponer de una partida para la desinfección de dicha agua que pueda estar en contacto con el personal operador.

5.4.15. Gestión de residuos de suministros

Dentro del capítulo medioambiental, es prioritaria la gestión de los residuos derivados de los suministros de nuestros proveedores de cara, no solo a garantizar que se cumple la normativa vigente, sino a que se realiza la misma como parte integrante del "modus operandi" propio e inherente al saber hacer.

En este apartado se tienen en cuenta la totalidad de los residuos desglosados en tres campos: Envases, Aceites y grasas y, por último, Repuestos.

5.4.16. Varios

Este apartado integra gastos tan variados, como seguros de Responsabilidad Civil, Combustibles, Limpiezas especiales, etc.

En nuestra opinión este apartado prácticamente no se vé afectado por las actuaciones del Proyecto por lo que a efectos económicos no varía.

6. GASTOS VARIABLES

En realidad los gastos variables no sólo dependen del volumen de agua tratada, sino que también son función de la contaminación que traen consigo las aguas residuales.

A la hora de evaluar los gastos variables de la EDAR de Benavente se han considerado los parámetros de funcionamiento obtenidos por el explotador a lo largo del año 2.011, y por lo tanto reales. Si bien es de destacar que el los métodos de explotación empleados por la empresa explotadora son susceptibles de ser mejorados tanto en la forma de la prestación del servicio como en el costo económico que de ello se deriva.

Los gastos variables se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos.

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los consumos eléctricos de la E.D.A.R. de Benavente están relacionados con los procesos fundamentales de acuerdo a los siguientes porcentajes aproximados:

Bombeos de agua bruta y Pretratamiento	15 %
Soplantes de aireación y recirculadores	65 %
Bombeos de recirculación y purgas	8 %
Deshidratación de fangos	10 %

Resto	2 %

De acuerdo con estos porcentajes se deduce que el consumo eléctrico de la depuradora depende principalmente de las soplantes. Este dato adquiere mayor relevancia al considerar que a su vez el costo de la energía eléctrica es el mayor de todos los gastos unitarios de la explotación suponiendo entre el 55% y el 65% de los costos variables y entre el 35% y el 40 % del total. Por este motivo es tan importante para el explotador disponer de elementos de control que le permitan combinar el funcionamiento de las soplantes y las bombas de recirculación para obtener el máximo rendimiento en la eliminación tanto de la contaminación carbonosa como de los nutrientes con el menor consumo eléctrico posible.

En este sentido la instalación de las nuevas sondas de medición de oxígeno disuelto combinadas con las sondas de medición de N-NH3 no solo no encarecerán la explotación si no que permitirán un ahorro en el gasto energético de la aireación.

6.2. GASTOS DE REACTIVOS

Se incluye, en este apartado, todo producto físico o químico que por sus características (volumen, periodicidad, etc.) adquiera identidad propia tales como: productos químicos para el tratamiento Físico-Químico, productos químicos para la eliminación de Fósforo, para la desinfección, etc.

En la EDAR de Benavente se consume actualmente polielectrolito para el acondicionamiento de los fangos a deshidratar y a partir de la reforma se consumirá cloruro férrico para la eliminación del fósforo dosificado en el reactor biológico y en el equipo de tratamiento de los escurridos de la centrífuga. Las cantidades de cloruro férrico a dosificar se calculan en el apéndice de cálculos que se adjunta, pero serán pequeñas ya que la mayor parte del fósforo se eliminará de forma biológica mediante el selector anaerobio proyectado.

6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS

En este apartado se incluyen los siguientes residuos:

- Detritus extraído del pozo de gruesos por la cuchara bivalva.
- Detrirus retenidos por las rejas y tamices
- Arenas lavadas y clasificadas procedentes del desarenador
- Grasas concentradas eliminadas por el desengrasador y por el puente barredor superficial del decantador secundario.
- Fangos secos procedentes de la purga de fangos en exceso.

Las actuaciones proyectadas incidirán fundamentalmente en el último apartado produciendo un aumento de los fangos en exceso como consecuencia del empleo de cloruro férrico para la eliminación del fósforo.

Los incrementos económicos producidos en los gastos variables se calculan detalladamente en el apéndice siguiente.

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS

CONSUMOS CCM_1												
Equipo	Nº Equipos		P2.n (kW)	P2.n.s (kW)	%C	P2.s (kW)	η (%)	P1.s (Kw)	h/dia	Dias/ Semana	Kwh/mes	Kwh/año
	Servicio	Reserva										
Compuerta Mural (Salida Selector)	1	0	0,16	0,16	85,00%	0,14	82,00%	0,17	12	7	55,73	668,72
Bombas Dosif.de Cloruro Férrico (Depósito PRFV)	1	1	0,15	0,15	80,00%	0,12	84,00%	0,14	12	7	48,00	576,00
Agitadores Sumergibles (En Selector)	2	0	7,50	15,00	72,00%	10,80	85,00%	12,71	24	7	8.538,35	102.460,24
Medidor Electromagnético de Caudal 500mm (Entrada Selector)	2	0	0,10	0,20	100,00%	0,20	100,00%	0,20	24	7	134,40	1.612,80
1 Controlador (2 Sondas LDO)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
1 Controlador (2 Sondas NH4/ NO3)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Equipo Compacto Trat.Escurridos	1	0	3,00	3,00	100,00%	3,00	100,00%	3,00	8	5	480,00	5.760,00
Bombas Sumergibles (Arqueta de escurridos Centrífuga)	1	1	2,30	2,30	83,00%	1,91	82,00%	2,33	8	5	372,49	4.469,85
Bombas Centrífugas Horizontal (En equipo Compacto)	1	1	2,30	2,30	80,00%	1,84	85,00%	2,16	8	5	346,35	4.156,24
Subcuadro de alumbrado y Serv.Auxiliares (Nuevo Edificio)	1	0	31,18	31,18	100,00%	31,18	100,00%	31,18	2	3	748,32	8.979,84

TOTAL CONSUMOS CGD			
P1.s (kW)	F.S Instalación	Total Potencia Simultánea (kW)	Energía Consumida kWh/año
52,09	1,00	52,09	130.296,49

COSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EXPLOTACIÓN

Tarifa: 3.1 A

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Potencia (€/kWxaño)	24,493015	15,104184	3,453562

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Energía (€/kWh)	0,14288	0,12618	0,091529

Término de Potencia

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Potencia Contratada (kW)	70	70	70
Término de Potencia (€/año)	1.714,51 €	1.057,29 €	242,45 €

Total Término de Potencia (€/año)	**3.014,25 €**

Término de Energía

Total Energía Consumida (kWh/año)	130.296,49
Total Energía Consumida (kWh/dia)	356,98

Estimación de Energía consumida en cada periodo (%)				
Mes	Nº Días	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	31	30,00%	45,00%	25,00%
Febrero	28	30,00%	45,00%	25,00%
Marzo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Abril	30	30,00%	45,00%	25,00%
Mayo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Junio	30	30,00%	45,00%	25,00%
Julio	31	30,00%	45,00%	25,00%
Agosto	31	30,00%	45,00%	25,00%
Septiembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Octubre	31	30,00%	45,00%	25,00%
Noviembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Diciembre	31	30,00%	45,00%	25,00%

Estimación de Energía consumida en cada periodo (kWh)			
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Febrero	2.998,60	4.497,91	2.498,84
Marzo	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Abril	3.212,79	4.819,19	2.677,33
Mayo	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Junio	3.212,79	4.819,19	2.677,33
Julio	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Agosto	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Septiembre	3.212,79	4.819,19	2.677,33
Octubre	3.319,88	4.979,82	2.766,57
Noviembre	3.212,79	4.819,19	2.677,33
Diciembre	3.319,88	4.979,82	2.766,57

Costes de Energía consumida por periodo y mes (€)				
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)	Total (€)
Enero	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Febrero	428,47 €	567,55 €	228,72 €	1.224,73 €
Marzo	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Abril	459,08 €	608,08 €	245,05 €	1.312,21 €
Mayo	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Junio	459,08 €	608,08 €	245,05 €	1.312,21 €
Julio	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Agosto	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Septiembre	459,08 €	608,08 €	245,05 €	1.312,21 €
Octubre	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €
Noviembre	459,08 €	608,08 €	245,05 €	1.312,21 €
Diciembre	474,38 €	628,35 €	253,22 €	1.355,95 €

Total Término de Energía (€/año)	**15.965,26 €**

Total Costes Anuales

Total (€/año)	**18.979,51 €**

Resumen

Tarifa	Término de Potencia (€/kWxmes)	Término de Energía (€/kWh)
3.1 A	**3,5581**	**0,1225**

EDAR DE BENAVENTE

DATOS DE PARTIDA

POBLACION		**REAL**
Población equivalente adoptada		30.868 Hab Equiv.
CAUDALES		2.816.705,00 m3/año
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**7.717 m^3/dia**
Caudal promedio		322 m^3/h
Caudal punta	2,00	643 m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	3,00	965 m^3/h
Caudal máximo bombeado	6,00	1.929 m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	3.215 m^3/h

CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA

DBO_5	
Carga diaria de entrada	1.852 kg/dia
Concentración de entrada	**240** mg/l
Carga diaria máxima de salida	193 kg/dia
Concentración máxima de salida	**25** mg/l
Carga diaria eliminada	1.659 kg/dia
DQO	
Carga diaria de entrada	3.087 kg/dia
Concentración de entrada	**400** mg/l
Carga diaria máxima de salida	965 kg/dia
Concentración máxima de salida	125 mg/l
Carga diaria eliminada	2.122 kg/dia
SS	
Carga diaria de entrada	1.929 kg/dia
Concentración de entrada	**250** mg/l
Carga diaria máxima de salida	270 kg/dia
Concentración máxima de salida	**35** mg/l
Carga diaria eliminada	1.659 kg/dia
N-NTK	
Carga diaria de entrada estimada	347 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**45** mg/l
Carga diaria máxima de salida	116 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15** mg/l
Carga diaria eliminada	232 kg/dia
P	
Carga diaria de entrada estimada	116 kg/dia
Concentración de entrada estimada	**15** mg/l
Carga diaria máxima de salida	15 kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2** mg/l
Carga diaria eliminada	100 kg/dia
pH	
Salida entre	5,5 y 9
TEMPERATURA	
Temperatura de cálculo	12,00 ºC

RESULTADOS A OBTENER:

DBO5:	<	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	mg/l
SS totales:	<	35,00	mg/l
N-NTK:	<	15,00	mg/l
P-PO4:	<	2,00	mg/l
pH, entre:	5,5 y 9		

Estabilización de fangos:	>	40,00	%
Sequedad de fangos:	>	20,00	%
pH, entre:	5,5 y 9		

CALCULO DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LAS ACTUACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA

Personal	Costo total	
Jefe de planta	0,00	E/AÑO
Oficiales electromecánicos	0,00	E/AÑO
Peon mantenimiento	0,00	E/AÑO
TOTAL MANO DE OBRA	**0,00**	**E/AÑO**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Mantenimiento de uso	300,00	E/AÑO
Mantenimiento preventivo	500,00	E/AÑO
Mantenimiento modificativo	300,00	E/AÑO
TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	**1.100,00**	**E/AÑO**

TERMINO FIJO DE LA POTENCIA CONTRATADA

Total AUMENTO de potencia contratada	52,09	KVA
Precio	4,82	E/Kw *mes
Periodo	12,00	meses
IMPORTE ANUAL DEL TERMINO DE POTENCIA	**3.014,25**	**E/año**

VARIOS

Material de oficina	0,00	E/año
Material de limpieza	0,00	E/año
Telefono	0,00	E/año
Material fungible laboratorio	0,00	E/año
Reactivos de laboratorio	0,00	E/año
Herramientas personal	0,00	E/año
Equipos de taller	0,00	E/año
Vestuario del personal operador	0,00	E/año
Jardineria	0,00	E/año
TOTAL VARIOS	**0,00**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA	0,00	E/año
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	1.100,00	E/año
POTENCIA CONTRATADA	3.014,25	E/año
VARIOS	0,00	
TOTAL GASTOS FIJOS	**4.114,25**	**E/año**

GASTOS FIJOS MENSUALES ***342,85 E/mes***

GASTOS VARIABLES

ENERGIA ELECTRICA

Los consumos energéticos de las máquinas y sistemas individuales se han extraido del Anejo de CALCULOS ELECTRICOS

Incremento del Consumo anual de la EDAR	130.296,49	Kw.h/año
Precio unitario	0,12	E/Kw.h
IMPORTE ANUAL DE ELECTRICIDAD	**15.965,26**	**E/año**

REACTIVOS

POLIELECTROLITO

EN SECADO DE FANGOS		
Dosis media de producto	5,00	Kg/Tn fangos
Total fangos formados (PO4 Fe+ Fe (OH)3):	606,14	Kg/dia
Consumo diario de polielectrolito	3,03	Kg/dia
Dias de secado de fangos	240,00	dias/año
Consumo anual	727,37	Kg/año
Precio del polielectrolito	4,40	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	3.200,42	E/año

CLORURO FÉRRICO

Cargas de P en el agua bruta		
Concentración de P en agua bruta	15,00	mg/l
Carga de P en agua bruta	115,76	kg/dia
Rendimineto máximo obtenido en el selector	96%	
Rendimiento mínimo asegurado en el selector	80%	
P a precipitar químicamente con rendimiento mínimo	**23,15**	**kg/dia**
Consumo diario de producto comercial	463,02	Kg/día
Consumo anual	169.002,30	Kg/año
Precio del producto	0,20	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	33.800,46	E/año
TOTAL REACTIVOS	**37.000,88**	**E/año**

TRANSPORTE DE RESIDUOS

PRODUCCION DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS

TOTAL RETIRADA DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS	**0,00**	**E/año**
Incremento de fangos	606,14	kg/dia
Concentración del fango purgado	8,00	kg/m^3
Volumen de fangos debidos a la eliminación del P	75,77	m^3/dia
RETIRADA DE FANGOS SECOS		
Volumen de fangos secos	2,76	M3/DIA
Dias de secado de fangos	240,00	DIAS/AÑO
Fangos secos totales producidos	661,24	M3/AÑO
Densidad de la torta	1,10	Tn/m3
Peso de fangos secos	727,37	Tn/año
Coste disposición de lodos	25,00	€/Tn
TOTAL RETIRADA DE LOS FANGOS SECOS	18.184,20	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS		
Costo de la retirada de las basuras, arenas y grasas	0,00	E/año
Costo de la retirada de los fangos secos	18.184,20	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS	**18.184,20**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS VARIABLES		
ENERGIA ELECTRICA	15.965,26	E/año
REACTIVOS	37.000,88	E/año
RETIRADA DE RESIDUOS	18.184,20	E/año
TOTAL GASTOS VARIABLES	**71.150,34**	**E/año**

GASTOS VARIABLES/M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**	**E/m3**

RESUMEN DE GASTOS ANUALES

GASTOS FIJOS	**4.114,25 E/año**
GASTOS VARIABLES	**71.150,34 E/año**
TOTAL GASTOS ANUALES	**75.264,59 E/año**

REPERCUSION DEL COSTO DE EXPLOTACION POR CONCEPTOS

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservacion	1.100,00
Factor de potencia	3.014,25
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**4.114,25**

G.VARIABLES	**E/año**
Energia electrica	15.965,26
Reactivos	37.000,88
Retirada de residuos	18.184,20
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**71.150,34**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**342,85**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**75.264,59**

15.6. E.D.A.R DE TORO

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 1

2. DATOS BASICOS 1

3. ACTUACIONES PROYECTADAS 2

3.1. ACTUACIONES EN LA EDAR 2
3.1.1. POZO DE GRUESOS 2
3.1.2. DESBASTE- TAMIZADO Y DESARENADO-DESENGRASE 2
3.1.3. SELECTOR 2
3.1.4. SONDAS DE CONTROL DE PROCESO 3
3.1.5. CAVITACION DE FANGOS 3
3.1.6. DOSIFICACION DE CLORURO FÉRRICO 4
3.1.7. TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS 4
3.1.8. SECADO DE FANGOS 5
3.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R. 5
3.2.1. BOMBEO DE LA PLAZA DE LA MAGDALENA 5
3.2.2. BOMBEO DEL POLIGONO INDUSTRIAL 6
3.2.3. E.D.A.R. DEL PUENTE DE PIEDRA 6

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS 6

4.1. GASTOS FIJOS 7
4.2. GASTOS VARIABLES 8

5. GASTOS FIJOS 9

5.1. GASTOS DE PERSONAL 10
5.1.1. General 10
5.1.2. Funciones a realizar. 11
5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN 17
5.2.1. Mantenimiento 17
5.2.2. Conservación 20
5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA 21
5.4. VARIOS 21
5.4.1. Material de oficina 22
5.4.2. Agua 22
5.4.3. Teléfono 22
5.4.4. Productos diversos 22
5.4.5. Material fungible laboratorio 23
5.4.6. Reactivos laboratorio 23
5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos 23
5.4.8. Analítica metales pesados 23
5.4.9. Herramientas personal 23
5.4.10. Equipos de taller 23
5.4.11. Ropa de trabajo 24
5.4.12. Formación del personal 24
5.4.13. Reposición material de seguridad y salud 24
5.4.14. Desinfección agua industrial 24
5.4.15. Gestión de residuos de suministros 24

5.4.16. Varios *24*

6. GASTOS VARIABLES **25**

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA 25
6.2. GASTOS DE REACTIVOS 26
6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS 26

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONOMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

1. INTRODUCCION

La realización del presente anejo tiene por objeto el estudio de la repercusión que producirán las obras incluidas en el presente Proyecto de mejoras de la EDAR de Toro y de la nueva EDAR del Puente de Piedra sobre la organización y forma de prestación del Servicio de Mantenimiento así como la incidencia económica que dichas actuaciones supondrán para el explotador actual de las instalaciones de saneamiento y depuración existentes.

En este documento se considera únicamente la repercusión producida por los elementos sustituidos o nuevos y los incrementos o ahorros que la instalación de dichos elementos supongan en el costo de la explotación.

Se estructura siguiendo el modelo clásico que discierne dos grandes grupos de gastos: fijos y variables, en función de su independencia o dependencia de los caudales tratados.

El apartado de gastos fijos recoge aquellos gastos que no están relacionados de forma directa con el caudal de entrada.

El apartado de gastos variables hace referencia a todos aquellos que tienen relación directa con el volumen de agua que se trata.

2. DATOS BASICOS

A partir de la toma de datos y de la campaña de análisis realizada, se han podido determinar las cargas y caudales que realmente se tratan en la planta, lo que nos permitirá calcular con mayor precisión los consumos eléctricos y de reactivos así como los fangos en exceso producidos.

Los costes de construcción quedan detallados en los correspondientes presupuestos incluidos en este proyecto. A partir de ellos se ha realizado un estudio de los costes de mantenimiento y conservación de las instalaciones proyectadas.

Tanto los costes de los reactivos como la dosificación de los mismos es fruto del

estudio de mercado realizado.

La estimación de los fangos en exceso producidos se ha obtenido combinando los datos facilitados por los explotadores y los datos obtenidos de realizar cálculos de diseño convencionalmente aplicados a este tipo de instalaciones.

3. ACTUACIONES PROYECTADAS

Las actuaciones incluidas en la EDAR de Toro son:

3.1. ACTUACIONES EN LA EDAR

3.1.1. Pozo de gruesos

Se proyecta la cubrición de los focos productores de gases tóxicos, fundamentalmente acido sulfhídrico, en los edificios de pretratamiento y deshidratación con el fin de realizar una desodorización localizada que garantice la seguridad de los operarios y la mayor durabilidad de los equipos. Los elementos proyectados para combatir los olores son:

- Cubierta corredera, instalada en el pozo de gruesos, de 6,00x3,00 de 1 hoja de PRFV, accionada mecanicamente mediante motor eléctrico, construida con cerco y bastidor de acero inoxidable, paneles de PRFV, con doble refuerzo interior, guía inferior, tope, cubre guías, accesorios necesarios para su funcionamiento.
- Tapas de PRFV para la cubrición de huecos en pozos de bombeo y canales de desbaste de 0,7 cm de espesor.
- Conjunto de aspiraciones de gases compuestos por tomas flexibles, rejillas de aspiración y tuberías de PRFV hasta el equipo de desodorización existente.

3.1.2. Desbaste- Tamizado y Desarenado-Desengrase

Se proyecta un Compactador de grasas complementario al existente.

3.1.3. Selector

Se proyecta la sustitución de uno de los agitadores sumergidos de 2.000 w. instalado

en el selector existente.

3.1.4. Sondas de control de proceso

Para automatizar y controlar el proceso biológico y conseguir una efectiva eliminación del nitrógeno y un ahorro en el consumo eléctrico de las soplantes de aireación se proyectan las siguientes sondas de control de proceso:

3.1.4.1. Sondas de medida de oxígeno

La solución adoptada consiste en la instalación de un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l ,con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico.

3.1.4.2. Sondas de medida de nitratos y amonio

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

3.1.5. Cavitación de fangos

Se proyecta un Equipo Desintegrador Ultrasónico de Materia Orgánica para optimizar la DQO necesaria para la desnitrificación de 18 m3/d de caudal de fangos biológicos espesados al 3% y 3 kW de potencia, compuesto por los siguientes elementos:

- Reactor Desintegrador Ultrasónico de 3 Kw. de potencia equipado con los siguientes Periféricos:

  Transductor de presión de 0 a 6 bares

  Caudalímetro electromagnético T-500 DN32

Bomba helicoidal de 0,5 a 2,5 m3/h y 0,75 kW.

Sistema de limpieza

Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 2,5 m3

Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 1,5 m3

Bomba helicoidal de 1 a 3 m3/h y 1,10 kW.

Triturador para fangos de 90 m3/h.

Sistema de control de nivel neumático.

Agitador de lodos.

Estructura para el tanque de acondicionamiento.

Tuberías de interconexión con los equipos de fangos espesados existentes.

3.1.6. Dosificación de cloruro férrico

Para garantizar la eliminación del fósforo, como elementos de seguridad, se proyecta un equipo de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico compuesto por:

- 1 depósito de material plástico de 10,0 m3 de capcidad.
- 2 Bombas dosificadoras de membrana de 50 l/h.

3.1.7. Tratamiento de escurridos

Para evitar que el fósforo retenido en los fangos retorne a la planta contenido en los escurridos de las centrífugas se proyecta un tratamiento específico de estos vertidos compuesto por los siguientes elementos:

- Bombeo de los escurridos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h y 1,75 Kw.
- Planta compacta, comprendiendo reactor de mezcla, reactor de floculación y decantador lamelar estático comprendiendo:

  Reactor de Mezcla de 1,5 m3 de capacidad equipado con agitador de hélice marina / eje vertical de 0,50 Kw de potencia.

  Reactor de Floculación de 2,50 m3 de capacidad con agitador de 0,18 Kw y velocidad de giro, regulable entre 40 y 60 rpm

  Decantador lamelar de 15 m3/h, en régimen "crossflow" de las siguientesdimensiones:.

Longitud total	4,50	m
Anchura total	2,50	m
Altura total	3,00	mm

- Bombeo de fangos decantados a espesador mediante dos bombas centrífugas horizontales especiales para fangos, Q= 15,5 m3/h, h= 10,7 m.c.a., rodete tipo vortex, de P= 2,2 KW,incluso p. de accesorios y anclajes, colocada y probada.

3.1.8. Secado de fangos

El sistema de secado mecánico de fangos de fangos existente consta de dos centrífugas de 3,5 m3/h de caudal unitario.

Se proyecta una ampliación compuesta por los siguientes elementos:

- 2 Bombas de tornillo (Mono) para el fango espesado a deshidratación de 3ª 10 m3/h.
- 1 Centrifuga para secado de fangos de 6 m3/h con una concentración de fango seco del 22%. Incluyendo cuadro eléctrico de control
- 1 Equipo de preparación automática de polielectrolito de 2.000 l.
- 2 Bombas dosificadoras de tornillo para dosificación de polielectrolito de 100-500 l/h
- 1 Bomba de tornillo, para impulsión fango del seco a la tolva de almacenamiento, de 1 a 3 m3/h incluso conexiones y tuberías
- 1 Tolva para los fangos secos de 50 m3 con descarga motorizada.

3.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R.

3.2.1. Bombeo de la Plaza de la Magdalena

La actuación consiste en cambiar una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) por otra similar a la de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) de 11 m3/h de caudal a 4 mca.

3.2.2. Bombeo del Polígono Industrial

Proponemos la sustitución de las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario por otras del mismo tipo y 45 m3/h a 23 m.c.a. Se incluye el cambio los tubos guía y de las cadenas de amarre

3.2.3. E.D.A.R. de Puente de Piedra

La solución propuesta comprende las siguientes actuaciones:

- Unificación de los dos colectores en un pozo de gruesos equipado con una cesta.
- Pozo de bombeo equipado con 1+1 bomba centrífuga sumergible de 12,5 m3/h de caudal unitario.
- Tamizado mediante tamiz rotativo autolimpiante de 1 mm de luz de paso y 50 m3/h de caudal nominal.
- Tanque decantador-digestor. Cilíndrico horizontal de 2,50 m de diámetro y 12,85 m de longitud total.
- Equipo de biodiscos compacto compuesto por 4 bloques de discos montados sobre eje macizo de acero inoxidable accionado por motorreductor de 0,55 Kw. alojados en cuba de PRFV. Superficie total de discos: 1.990 m2.
- Decantador lamelar compacto con 5,6 m3 de lamelas inclinadas de material plástico con bomba de evacuación de fangos decantados.
- Acometida eléctrica.
- Cuadro eléctrico de alimentación y control de los equipos mecánicos.

4. DEFINICIÓN DE LOS GASTOS

Al final de este documento adjuntamos un apéndice en el que se calculan detalladamente todos los costos de explotación producidos por las actuaciones proyectadas. En este estudio simplemente describiremos los apartados que comprenden los trabajos de mantenimiento y explotación de la depuradora junto con los comentarios y consideraciones que expliquen la repercusión que las nuevas obras suponen para la EDAR resultante.

4.1. GASTOS FIJOS

Tienen concepto de gastos fijos aquellos que son independientes del caudal tratado que se producen sin distinción de que la E.D.A.R. esté en funcionamiento o parada.

No son asimilables al concepto de "guardería", pues mientras ésta contempla actuaciones tendentes a evitar el deterioro de las instalaciones en largos períodos de parada, los gastos fijos incluyen poder poner las instalaciones al máximo de su capacidad en cualquier instante y de forma continuada en el tiempo.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de mantenimiento y conservación
- Gastos de personal
- Energía eléctrica contratada (factor de potencia)
- Varios

En mantenimiento y conservación se incluyen los gastos derivados del mantenimiento de los equipos en sus diferentes versiones: Mantenimiento de uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental; además de los gastos de conservación de la Obra Civil, Viales, Jardinería, etc.

En los gastos de personal se incluyen únicamente los derivados de la retribución de los técnicos, operarios y administrativos en toda la extensión: Nómina, Seguros Sociales, Pluses, etc.

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada que es independiente de los caudales tratados.

En varios se incluyen todos aquellos que no hayan sido contemplados en los grupos anteriores: Teléfono, Seguros varios, Asesorías varias, Material de oficina, Vestuario personal, Formación de personal, Seguridad, Limpiezas especiales, etc.

5. GASTOS FIJOS

En todo proceso productivo se busca, a la hora de optimizar el coste económico, reducir los gastos fijos transformándolos en variables.

En la introducción de este estudio se renunciaba expresamente a entrar en consideración sobre qué parte del mantenimiento depende o no del caudal, y tiene, por lo tanto, carácter de coste variable.

Mantener la idea de una optimización de costes por reducción de los gastos fijos sin que los mismos tengan que venir necesariamente acompañados por un aumento de los costes variables es el objetivo buscado.

Un análisis de los costes fijos viene a señalar que los gastos de personal suponen desde el 50% de los mismos para grandes depuradoras con tecnología dura hasta el 90% en pequeñas depuradoras de tecnología blanda. La reducción del personal al mínimo imprescindible para atender el funcionamiento de las instalaciones y recurrir a servicios exteriores en casos de puntas de trabajo son garantía de una optimización de los costes.

El presente estudio sobre los gastos fijos se basa en las siguientes premisas:

1) El personal en plantilla es el necesario para atender el servicio continuado de las instalaciones.

2) Las operaciones especiales o situaciones puntuales que demanden mayor mano de obra, se efectuarán recurriendo al mercado laboral o al empresarial dependiendo de la naturaleza técnica del mismo.

3) El Mantenimiento de Uso y el Preventivo serán efectuados por el propio personal, salvo aquellos que por su singularidad técnica requieran una marcada especialización.

4) El Mantenimiento Correctivo y el Energético y Ambiental se equirrepartirán entre el personal propio y las asistencias exteriores.

Con estas consideraciones se minimizan los gastos fijos, que de alguna manera pasan a depender del nivel de utilización de las instalaciones, sin adquirir la categoría de variables al no hacerlos depender del caudal tratado.

Los gastos fijos se dividen en:

- Gastos de personal
- Gastos de mantenimiento y conservación
- Energía Eléctrica
- Varios.

5.1. GASTOS DE PERSONAL

5.1.1. General

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el coste de personal grava considerablemente el capítulo de gastos fijos siendo necesario efectuar un estudio ponderado de las necesidades mínimas requeridas en este concepto, para completarlas en casos de necesidad recurriendo al mercado laboral, cuya flexibilidad permite hacer frente, con garantías, a las demandas puntuales o periódicas de personal.

A todos los efectos el personal de una explotación se divide generalmente en:

- Dirección y Control
- Producción y explotación
- Mantenimiento y Conservación.
- Administración del servicio

5.1.2. Funciones a realizar.

Los trabajos a realizar por parte de las distintas personas adscritas a la explotación serán los siguientes:

- **Jefe de Planta**

Será la persona de máxima responsabilidad en el servicio. De él dependerá toda la plantilla adscrita a la explotación. Su misión consistirá en asegurar, bajo su criterio, el correcto funcionamiento del proceso depurador, desde las instalaciones de saneamiento hasta la planta depuradora propiamente dicha.

Se encargará de mantener al día informatizados, los partes de explotación, analítica y energía eléctrica con el fin de tener información puntual de cada uno de estos temas en cualquier momento.

Realizará los estudios que sean necesarios para mejorar la organización del área.

Dirigirá, organizará y controlará la labor de la plantilla.

Propondrá soluciones técnicas a problemas de esta índole que puedan aparecer.

Realizará los resúmenes mensuales del funcionamiento del Servicio.

Cuidará que se cumplan estrictamente las medidas de seguridad e higiene.

Se encargará de la habilitación del Libro de Ordenes, Inventario, Plan de Lubricación y Libro de Averías, Incidencias y Operaciones de entretenimiento.

De la realización de los análisis exigidos por el Pliego de Condiciones Técnico-Administrativas que rija la concesión del servicio y los necesarios para el buen funcionamiento y control del proceso.

Los análisis que se realizarán son los que aparecen el plan de control. Si no existiese en planta la posibilidad de realizar alguno de ellos se llevaría a analizar a un laboratorio capacitado para ello.

Además de los controles de calidad de agua bruta y efluente depurado, se realizarán análisis puntuales en las distintas fases de los tratamientos con objeto de detectar posibles anomalías en procesos intermedios.

También se harán periódicamente observaciones microscópicas de los microorganismos indicadores del correcto funcionamiento del proceso y detección de posibles anomalías en el fango biológico.

Todo esto permitirá tener una visión clara del funcionamiento del proceso en todo momento.

- **Oficial electromecánico/ encargado**

Será el encargado de mantenimiento y supervisión de las instalaciones de que consta tanto el sistema de saneamiento como el de depuración.

Su trabajo estará dirigido por el encargado de mantenimiento, a quien le tendrán que dar cuenta de su trabajo diario a través de unos partes diarios donde quedarán reflejadas todas las operaciones que han realizado.

Su misión será velar por el correcto funcionamiento de los equipos realizando en cada caso los trabajos necesarios de mantenimiento.

Su trabajo irá encaminado a:

- Limitar el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Detectar y corregir los defectos antes de que se conviertan en problemas importantes, controlando el número de horas de bombeo, consumos eléctricos, etc.
- Asesorar las decisiones para determinación y gestión de repuestos.
- Evitar consumos exagerados.
- Conservar los equipos a pleno rendimiento.
- Disminuir el riesgo de averías.

En definitiva conseguir que las instalaciones funcionen en las mejores condiciones y con los menores costes posibles.

- Inspección general.

Mediante visitas diarias, se hará una inspección general, comprobando su funcionamiento general, vibraciones de las bombas, limpieza de los reguladores de nivel, comprobación de los medidores del cuadro eléctrico. En dichas visitas se cumplimentará el parte, anotando todas las anomalías, así como las horas de funcionamiento. Posteriormente, estos datos pasarán a un ordenador, para llevar control informático de las horas de marcha de todas las bombas, detectando inmediatamente cualquier funcionamiento anómalo prolongado.

- Comprobación del consumo

Una vez al mes, se medirá el consumo de los motores, con un medidor distinto al que posea el cuadro. Se anotará en un parte al efecto, y se procederá en cuanto se detecte un consumo anormal.

- Comprobación del aislamiento

Periódicamente se medirá el aislamiento de los motores, anotando en un parte al efecto. En los casos en que el aislamiento sea inferior a los 10 megaohmios se procederá a sacar la bomba del pozo. Si la falta de aislamiento es debida al cable, se sustituirá por otro nuevo, y si es debida al motor, se desarmará en taller la bomba para comprobar su estado.

Al mismo tiempo, se verificarán las tomas de tierra.

- Comprobación del sistema de alarmas.

Una vez al mes, como mínimo, se harán saltar las alarmas de los bombeos, para comprobar en el lugar de recepción que su funcionamiento es correcto.

- Cambio de anillos de desgaste.

Periódicamente, se comprobará el estado de los anillos de desgaste de los rodetes, procediendo a su sustitución de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. De esta forma se consigue un mejor rendimiento de las bombas, y menor desgaste de los rodetes y las carcasas.

- Cambio de aceite.

La normativa se establece de acuerdo a dos ideas fundamentales: se aplican las recomendaciones de cada constructor, y se efectúan análisis periódicos de la calidad y estado de los aceites. Con ello se persigue que el contenido en restos metálicos y humedad, estén siempre por debajo de los límites tolerados y por consiguiente que la capa lubricante sea óptima.

- Cambio de juntas tóricas.

Se sustituirán todas las juntas nuevas, siempre que se desarme una bomba, aún cuando el estado de las que se quitan sea aparentemente bueno.

- Limpieza y revisión interior.

su misión consiste en chequear los órganos de las máquinas y los cuadros eléctricos, al tiempo que se efectúa una limpieza de los mismos.

También se procederá a limpiar periódicamente el pozo de bombeo, mediante agua a presión, aprovechando para bajar a inspeccionar el anclaje de las bombas, y limpiar los rodetes.

- Comprobar ventilación.

Se procede a una inspección visual de la protección del ventilador, para evitar que su obstrucción ocasione sobretemperaturas.

- Reapriete conexiones.

Para conseguir unas buenas condiciones de trabajo evitando calentamientos y aumentos de consumo de energía eléctrica, se procede periódicamente a un apriete de conexiones.

- Control de contactos.

Como consecuencia de las maniobras efectuadas por contactadores e interruptores, se van deteriorando los contactos, tanto en su superficie de contacto, como en la presión ejercida, esta circunstancia ocasiona chisporroteos y arcos que pueden motivar que se queme una línea o un cuadro. A fin de evitar este fenómeno, se establece el programa de control de los contactos.

Se aprovecha esta operación para reapretar la tornillería de los contactores e interruptores.

- Comprobación de medidas.

Esta operación consistirá en contrarrestar los aparatos de medida, como son amperímetros, voltímetros, etc.

- Comprobación de estanqueidad.

Se comprobará que los equipos eléctricos tales como motores, cuadros, etc. estén aislados totalmente de la humedad. Por otra parte, en los equipos de tuberías neumáticas, hidráulicas, se comprobará que no tengan fugas.

Se mantendrá para cada equipo de funcionamiento independiente (en funcionamiento o en reserva), una ficha de control de las operaciones de mantenimiento. Esta ficha forma parte del historial de cada equipo que viene reflejado en el "Libro Técnico de los Equipos".

Básicamente, consistirá en repasar cuadros eléctricos de bombeos de impulsión, fusible, cableado, comprobación de intensidades mensuales, comprobación de consumos eléctricos, corrección de ubicaciones de máquinas, repaso de aislamientos, supervisión de señales de contadores de nivel y secuencias de arranque y paro,

limpieza y sellado de cuadros eléctricos.

Cambio de anillos tóricos en los equipos, comprobación de anclajes, engrase y mantenimiento de valvulería.

Revisión de las rejas de pretratamiento; funcionamiento y engrase de las mismas; y en general de supervisar todos y cada uno de los elementos electromecánicos de que consta el saneamiento y depuración de la EDAR.

- **Operadores de planta**

Tendrán conocimiento de las instalaciones además de los riesgos que conllevan. Su trabajo será muy versátil y consistirá en las vigilancias, inspecciones diarias en los equipos e instalaciones, limpieza, desbroce, recogida de sólidos en balsas de depuración, bombeos, reparaciones y reposiciones.

Se encargarán de obtener lecturas diarias en contadores de caudal y energía eléctrica, así como de horas de funcionamiento de las bombas de impulsión. Cada oficial rellenará sus casillas correspondientes de los partes de control.

Cumplirán con las órdenes de trabajo que se establezcan.

Tienen obligación de cumplir estrictamente las medidas de seguridad e higiene en el trabajo.

Formarán parte de los turnos de trabajo rotativos para garantizar la presencia de personal en las instalaciones todos los días del año y a todas las horas.

- **Administrativo**

Llevará la contabilidad de la explotación.

Estará a cargo del control de pedidos y de la recepción de materiales y reactivos. Esta

función puede asumirla el Jefe de Planta.

En nuestro caso consideramos que las obras proyectadas no significan ningún aumento en el costo de explotación referido a este apartado.

5.2. GASTOS DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El Mantenimiento y Conservación de instalaciones industriales es una de las partidas más importantes dentro del capítulo de gastos fijos, con una fuerte tendencia, cada día más extendida, a depender de servicios externos, minimizando los gastos a través de una optimización de la gestión del mantenimiento.

Antes de seguir desarrollando el capítulo, conviene, a título descriptivo y para una mayor claridad en la exposición, definir que el concepto de mantenimiento se aplica exclusivamente a los equipos que componen las instalaciones, dejando el concepto de conservación para todas aquellas actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, tuberías, etc.

5.2.1. Mantenimiento

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, cinco tipos: Mantenimiento de Uso (M.U.S.), Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Modificativo y Mantenimiento Energético y Ambiental.

a) M.U.S.

Es aquel que efectúa el personal operador de las instalaciones, que por su frecuencia y poca especialización es encargado a los mismos. Entre ellas se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase

- Reapriete de tornillos de anclaje y de elementos móviles
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

En definitiva, todas aquellas operaciones que, sin ser estrictamente necesarias para que el equipo funcione, y sin requerir especialización específica, redundan en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.

Fundamentalmente recoge los gastos de Aceites y Grasas, y por extensión los de Ferretería, al ser productos demandados por los mismos usuarios, tales como abrazaderas, tornillos arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

b) Mantenimiento Preventivo

Las características de las instalaciones y equipos del tratamiento de la E.D.A.R. desechan, por su alto coste económico, el Mantenimiento Predictivo, circunscribiéndose a una parte del mismo, denominada Mantenimiento Preventivo.

El Mantenimiento Preventivo es aquel que desarrollado por personal cualificado trata de, mediante operaciones de sustitución periódicas, determinadas por el control de algunos parámetros, alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

Las operaciones que comprende son:

- Reposición y sustitución de materiales fungibles: prensaestopas, estopas, rodamientos, retenes, etc.

- Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones, etc.

En definitiva, todas aquellas operaciones de entretenimiento de equipos y sustitución de elementos de uso normal que, realizados por personal cualificado, aseguren una mayor disponibilidad de los mismos.

Recoge los gastos de repuestos fungibles eléctricos, repuestos fungibles mecánicos, una parte importante de las partidas de repuestos eléctricos y repuestos mecánicos y, por último, los gastos de la partida de contratos exteriores de aquellas instalaciones que requieren personal altamente cualificado.

c) Mantenimiento Correctivo

Es aquel que, desarrollado por personal cualificado, busca restituir la operatividad de la máquina sustituyendo aquellas piezas que han provocado el colapso del equipo.

Se comprende la aleatoriedad de este gasto, que depende de factores tan diversos como la calidad del equipo, la calidad del Mantenimiento Preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado.

En definitiva son todas aquellas operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como grúas, ajustes precisos o tareas cualificadas.

Recoge parte de los gastos de las partidas de repuestos eléctricos y mecánicos, y los de la partida de reparaciones exteriores y medios auxiliares.

d) Mantenimiento Modificativo

Es aquel que, realizado por personal altamente cualificado, trata, mediante operaciones de cambios de diseño, mejoras, etc., alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

e) Mantenimiento Energético y Ambiental

Es aquel, que realizado por personal altamente cualificado trata, mediante operaciones de cambio de diseño, mejoras, etc, optimizar el consumo energético y minimizar el impacto ambiental.

Recoge los gastos de válvulas, tuberías, piezas especiales, etc., así como parte de contratos exteriores.

5.2.2. Conservación

Se entiende por conservación todas las actividades que, realizadas por personal cualificado, permiten mantener en perfectas condiciones la Obra Civil, los Viales de servicio y la jardinería.

Las actividades que comprende son:

- Reposición y sustitución de cristalería y fontanería
- Repintado de los elementos metálicos, barandillas y otros materiales susceptibles de sufrir deterioros por estar a la intemperie o en ambientes corrosivos.
- Retoques de albañilería y pintura de la Obra Civil
- Retoques en carpintería metálica, viales y urbanización

Recoge los gastos de pintura, material de Obra Civil y tuberías.

Lógicamente los costos de mantenimiento y conservación se verán aumentados en la proporción en la que se añaden nuevos elementos a mantener y conservar.

5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA

Existe un coste de la energía eléctrica función de la potencia contratada, que es independiente de los caudales tratados.

El titular de la explotación o (en este caso el Ayuntamiento) suele realizar un estudio de posibles tarifas y selecciona la más adecuada a las necesidades iniciales consideradas.

Para la realización del estudio detallado de las posibles situaciones tarifarias, al objeto de obtener la más conveniente, se siguen los siguientes pasos:

1) Establecimiento de la curva de consumos más adecuada conjugando la demanda prevista en función de la curva de caudales con la distribución, a lo largo del día, de las actividades susceptibles de programación: purgas y deshidratación de fangos.

2) Estudio de las diferentes tarifas eléctricas sin otro tipo de consideraciones.

Los nuevos equipos electromecánicos instalados suponen un ligero aumento en la potencia contratada por lo que ese aumento se traduce en un incremento en el costo de explotación correspondiente.

5.4. VARIOS

En el capítulo de varios se integran todos aquellos cuya cuantía económica no les permite adquirir identidad por si mismos, y engloba costes de muy diferente naturaleza:

- Material de oficina
- Agua
- Teléfono
- Productos especiales (Desodorización, Anti-espumantes, etc.)

- Material fungible laboratorio
- Reactivos laboratorio
- Analítica Aplicación de Biosólidos
- Analítica Metales Pesados
- Herramientas personal
- Equipos taller
- Ropa de trabajo
- Formación de personal
- Reposición Material de Seguridad y Salud
- Amortizaciones
- Desinfección agua industrial
- Gestión de residuos de Suministro
- Varios: seguros, combustibles, limpiezas especiales etc.

5.4.1. Material de oficina

Incluye papelería, discos de ordenador, material fungible, de impresoras, etc.

5.4.2. Agua

Gasto necesario para la Higiene del personal operador y las visitas, junto con las diversas labores de laboratorio y limpieza de edificios.

5.4.3. Teléfono

Gastos para permitir un contacto con el exterior que garantice la disponibilidad de reactivos en tiempo y medios adecuados.

5.4.4. Productos diversos

Se incluyen dentro de este apartado aquellos gastos derivados de los diversos productos especiales (reactivos desodorización, carbón activo, turba, etc.) necesarios

para procesos diversos que no adquieren relevancia individual por sus consumos.

5.4.5. Material fungible laboratorio

En el primer año se efectúa un desembolso inicial por dotar al laboratorio de material fungible, que hay que ir reponiendo periódicamente.

5.4.6. Reactivos laboratorio

Para la analítica necesaria es imprescindible disponer de reactivos químicos.

5.4.7. Analítica aplicación de los fangos secos

En caso de aplicación de los fangos para utilización en agricultura y/o regeneración en zonas forestales, existe una analítica que por su complejidad es inviable disponer del equipamiento necesario en el Laboratorio de una E.D.A.R. de las características de la que nos ocupa.

En consecuencia es obligado el disponer de Laboratorios Externos a los que se encargará dicha analítica.

5.4.8. Analítica metales pesados

Si se pretendiese llevar a cabo un Control de Vertidos existiría una analítica que por su singularidad (metales pesados) es inviable disponer del equipamiento necesario en un Laboratorio de una E.D.A.R. corriendo a cargo de la propiedad.

5.4.9. Herramientas personal

Al inicio del servicio se dota de un equipamiento completo de herramientas al personal que lo necesite, produciéndose por desgaste y uso, necesidades de una reposición periódica.

5.4.10. Equipos de taller

Los equipos de medidas adquiridos al inicio de la prestación del servicio tienen unos desgastes y averías motivados por su uso, que conviene evaluar y tener en cuenta.

5.4.11. Ropa de trabajo

La dotación completa de un operario supone un importe anual de 120,20 euros, incluyendo: botas de seguridad, botas de agua, dos monos de trabajo y chubasquero.

5.4.12. Formación del personal

Es importante formar paulatinamente al personal en tareas de mayor responsabilidad, en beneficio de una optimización del recurso humano disponible.
Estos costes serán asumibles en gran medida por el explotador.

5.4.13. Reposición material de seguridad y salud

Los equipos de Seguridad y Salud requieren reposiciones de material fungible y revisiones periódicas, cuyo desglose se recoge en el Estudio de Seguridad y Salud.

5.4.14. Desinfección agua industrial

Para uso de agua industrial y de servicio se utiliza parte del agua depurada. En previsión de posibles contaminaciones por elementos patógenos o posibles epidemias, se considera necesario disponer de una partida para la desinfección de dicha agua que pueda estar en contacto con el personal operador.

5.4.15. Gestión de residuos de suministros

Dentro del capítulo medioambiental, es prioritaria la gestión de los residuos derivados de los suministros de nuestros proveedores de cara, no solo a garantizar que se cumple la normativa vigente, sino a que se realiza la misma como parte integrante del "modus operandi" propio e inherente al saber hacer.

En este apartado se tienen en cuenta la totalidad de los residuos desglosados en tres campos: Envases, Aceites y grasas y, por último, Repuestos.

5.4.16. Varios

Este apartado integra gastos tan variados, como seguros de Responsabilidad Civil,

Combustibles, Limpiezas especiales, etc.

En nuestra opinión este apartado prácticamente no se vé afectado por las actuaciones del Proyecto por lo que a efectos económicos no varía.

6. GASTOS VARIABLES

En realidad los gastos variables no sólo dependen del volumen de agua tratada, sino que también son función de la contaminación que traen consigo las aguas residuales.

A la hora de evaluar los gastos variables de la EDAR de Toro se han considerado los parámetros de funcionamiento obtenidos por el explotador a lo largo del año 2.011, y por lo tanto reales. Si bien es de destacar que el los métodos de explotación empleados por la empresa explotadora son susceptibles de ser mejorados tanto en la forma de la prestación del servicio como en el costo económico que de ello se deriva.

Los gastos variables se dividen en:

- Gastos de Energía Eléctrica
- Gastos de Productos Químicos
- Gastos de Evacuación de Residuos.

6.1. GASTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los consumos eléctricos de la E.D.A.R. de Toro están relacionados con los procesos fundamentales de acuerdo a los siguientes porcentajes aproximados:

Bombeos de agua bruta y Pretratamiento	15 %
Soplantes de aireación y recirculadores	65 %
Bombeos de recirculación y purgas	8 %
Deshidratación de fangos	10 %
Resto	2 %

De acuerdo con estos porcentajes se deduce que el consumo eléctrico de la depuradora depende principalmente de las soplantes. Este dato adquiere mayor

relevancia al considerar que a su vez el costo de la energía eléctrica es el mayor de todos los gastos unitarios de la explotación suponiendo entre el 55% y el 65% de los costos variables y entre el 35% y el 40 % del total. Por este motivo es tan importante para el explotador disponer de elementos de control que le permitan combinar el funcionamiento de las soplantes y las bombas de recirculación para obtener el máximo rendimiento en la eliminación tanto de la contaminación carbonosa como de los nutrientes con el menor consumo eléctrico posible.

En este sentido la instalación de las nuevas sondas de medición de oxígeno disuelto combinadas con las sondas de medición de N-NH3 no solo no encarecerán la explotación si no que permitirán un ahorro en el gasto energético de la aireación.

6.2. GASTOS DE REACTIVOS

Se incluye, en este apartado, todo producto físico o químico que por sus características (volumen, periodicidad, etc.) adquiera identidad propia tales como: productos químicos para el tratamiento Físico-Químico, productos químicos para la eliminación de Fósforo, para la desinfección, etc.

En la EDAR de Toro se consume actualmente polielectrolito para el acondicionamiento de los fangos a deshidratar y a partir de la reforma se consumirá cloruro férrico para la eliminación del fósforo dosificado en el reactor biológico y en el equipo de tratamiento de los escurridos de la centrífuga. Las cantidades de cloruro férrico a dosificar se calculan en el apéndice de cálculos que se adjunta, pero serán pequeñas ya que la mayor parte del fósforo se eliminará de forma biológica mediante el selector anaerobio proyectado.

6.3. GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS

En este apartado se incluyen los siguientes residuos:

- Detritus extraído del pozo de gruesos por la cuchara bivalva.
- Detrirus retenidos por las rejas y tamices
- Arenas lavadas y clasificadas procedentes del desarenador
- Grasas concentradas eliminadas por el desengrasador y por el puente barredor superficial del decantador secundario.
- Fangos secos procedentes de la purga de fangos en exceso.

Las actuaciones proyectadas incidirán fundamentalmente en el último apartado produciendo un aumento de los fangos en exceso como consecuencia del empleo de cloruro férrico para la eliminación del fósforo.

Los incrementos económicos producidos en los gastos variables se calculan detalladamente en el apéndice siguiente.

APÉNDICE 1: CONSUMOS ENERGETICOS.

CONSUMOS CCM_1												
Equipo	Nº Equipos		P2.n (kW)	P2.n.s (kW)	%C	P2.s (kW)	η (%)	P1.s (Kw)	h/día	Días/ Semana	Kwh/mes	Kwh/año
	Servicio	Reserva										
Motor Compuerta (Pozo Gruesos)	1	0	0,75	0,75	85,00%	0,64	74,00%	0,86	0,1	1	0,34	4,14
Concentrador de Grasas	1	0	1,00	1,00	90,00%	0,90	75,00%	1,20	8	7	268,80	3.225,60
Bomba de polielectrolito de tornillo helicoidal	3	0	0,37	1,11	86,00%	0,95	76,00%	1,28	8	5	200,97	2.411,62
Centrífuga	1	0	15,00	15,00	87,00%	13,05	78,00%	16,73	8	5	2.676,92	32.123,08
Bomba Mono de tornillo de fangos espesados a deshidratación	1	1	2,50	2,50	87,00%	2,17	75,00%	2,90	8	5	464,00	5.568,00
Bomba impulsión a tolva de almacenamiento	1	0	7,50	7,50	86,00%	6,45	75,00%	8,60	8	5	1.376,00	16.512,00
Motor Compuerta (Descarga tolva)	1	0	2,20	2,20	87,00%	1,91	76,00%	2,52	0,5	3	15,11	181,33
Bomba dosificadora de cloruro férrico	1	1	0,15	0,15	87,00%	0,13	77,00%	0,17	12	7	56,95	683,35
Cuadro Local Equipo Compacto Tto Escurridos	1	0	3,00	3,00	85,00%	2,55	78,00%	3,27	8	5	523,08	6.276,92
Bomba alimentación arqueta de escurridos	1	1	2,30	2,30	85,00%	1,95	76,00%	2,57	8	5	411,58	4.938,95
Bombeo de fangos al espesador	1	1	2,30	2,30	85,00%	1,95	77,00%	2,54	8	5	406,23	4.874,81
Cuadro Local Equipo Cavitación de fangos	1	0	3,00	3,00	86,00%	2,58	75,00%	3,44	8	7	770,56	9.246,72
Alimentación Controlador (1sonda LDO + 1 sonda NH4/NH3)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Alimentación Controlador (1sonda LDO + 1 sonda NH4/NH3)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Alimentación Cuadro Local de Alumbrado a Edificio Tto Escurridos	1	0	31,18	31,18	100,00%	31,18	100,00%	31,18	2	3	748,32	8.979,84

TOTAL CONSUMOS CGD			
P1.s (kW)	F.S Instalación	Total Potencia Simultánea (kW)	Energía Consumida kWh/año
77,44	1,00	77,44	86.632,18

COSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EXPLOTACIÓN

Tarifa: 3.1 A

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Potencia (€/kWxaño)	24,493015	15,104184	3,463562

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Energía (€/kWh)	0,14289	0,12618	0,091529

Término de Potencia

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.2 (Llano)	Periodo P.3 (Valle)
Potencia Contratada (kW)	82	82	82
Término de Potencia (€/año)	2.008,43 €	1.238,54 €	284,01 €

Total Término de Potencia (€/año)	**3.530,98 €**

Término de Energía

Total Energía Consumida (kWh/año)	96.639,14
Total Energía Consumida (kWh/día)	264,76

Estimación de Energía consumida en cada periodo (%)				
Mes	Nº Días	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	31	30,00%	45,00%	25,00%
Febrero	28	30,00%	45,00%	25,00%
Marzo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Abril	30	30,00%	45,00%	25,00%
Mayo	31	30,00%	45,00%	25,00%
Junio	30	30,00%	45,00%	25,00%
Julio	31	30,00%	45,00%	25,00%
Agosto	31	30,00%	45,00%	25,00%
Septiembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Octubre	31	30,00%	45,00%	25,00%
Noviembre	30	30,00%	45,00%	25,00%
Diciembre	31	30,00%	45,00%	25,00%

Estimación de Energía consumida en cada periodo (kWh)			
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)
Enero	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Febrero	2.224,02	3.336,04	1.853,36
Marzo	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Abril	2.382,88	3.574,32	1.985,74
Mayo	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Junio	2.382,88	3.574,32	1.985,74
Julio	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Agosto	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Septiembre	2.382,88	3.574,32	1.985,74
Octubre	2.462,31	3.693,47	2.051,93
Noviembre	2.382,88	3.574,32	1.985,74
Diciembre	2.462,31	3.693,47	2.051,93

Costes de Energía consumida por periodo y mes (€)				
Mes	P.1 (Punta)	P.2 (Llano)	P.3 (Valle)	Total (€)
Enero	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Febrero	317,79 €	420,94 €	169,64 €	908,37 €
Marzo	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Abril	340,49 €	451,01 €	181,75 €	973,25 €
Mayo	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Junio	340,49 €	451,01 €	181,75 €	973,25 €
Julio	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Agosto	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Septiembre	340,49 €	451,01 €	181,75 €	973,25 €
Octubre	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €
Noviembre	340,49 €	451,01 €	181,75 €	973,25 €
Diciembre	351,84 €	466,04 €	187,81 €	1.005,69 €

Total Término de Energía (€/año)	**11.841,22 €**

Total Costes Anuales

Total (€/año)	**15.372,20 €**

Resumen

Tarifa	Término de Potencia (€/kWxmes)	Término de Energía (€/kWh)
3.1 A	**3,5884**	**0,1225**

CONSUMOS CCM_1												
Equipo	Nº Equipos		P2.n (kW)	P2.n.s (kW)	%C	P2.s (kW)	η (%)	P1.s (Kw)	h/día	Días/ Semana	Kwh/mes	Kwh/año
	Servicio	Reserva										
Bombeo de Agua Bruta	1	1	1,30	1,30	85,00%	1,10	82,00%	1,36	8	7	226,39	2.716,68
Motor Reductor Tamiz Rotativo	1	0	0,37	0,37	82,00%	0,30	84,00%	0,36	12	7	121,36	1.456,32
Motorreductor accionamiento biodiscos	2	0	0,55	1,10	83,00%	0,91	84,00%	1,09	24	7	730,40	8.764,80
Bomba purga de fangos Biodiscos	2	0	0,60	1,20	85,00%	1,02	82,00%	1,24	24	7	835,90	10.030,83
Medidor de Caudal Electromagnético (Obra de Llegada)	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Medidor de Nivel Agua Tratada	1	0	0,10	0,10	100,00%	0,10	100,00%	0,10	24	7	67,20	806,40
Cuadro de Alumbrado y Sevicios Auxiliares	1	0	7,31	7,31	100,00%	7,31	100,00%	7,31	2	3	175,44	2.105,28

TOTAL CONSUMOS CGD			
P1.s (kW)	F.S Instalación	Total Potencia Simultánea (kW)	Energía Consumida kWh/año
11,55	1,00	11,55	28.668,71

COSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EXPLOTACIÓN

Tarifa: 2.1 DHA

	Periodo P.1
Término de Potencia (€/kWxaño)	35,2998

	Periodo P.1 (Punta)	Periodo P.3 (Valle)
Término de Energía (€/kWh)	0,1975	0,1019

Término de Potencia

	Periodo P.1
Potencia Contratada (kW)	13,86
Total Término de Potencia (€/año)	**489,11 €**

Término de Energía

Total Energía Consumida (kWh/año)	26.686,71
Total Energía Consumida (kWh/día)	73,11

Estimación de Energía consumida en cada periodo (%)			
Mes	Nº Días	P.1 (Punta)	P.3 (Valle)
Enero	31	35,00%	65,00%
Febrero	28	35,00%	65,00%
Marzo	31	35,00%	65,00%
Abril	30	35,00%	65,00%
Mayo	31	35,00%	65,00%
Junio	30	35,00%	65,00%
Julio	31	35,00%	65,00%
Agosto	31	35,00%	65,00%
Septiembre	30	35,00%	65,00%
Octubre	31	35,00%	65,00%
Noviembre	30	35,00%	65,00%
Diciembre	31	35,00%	65,00%

Estimación de Energía consumida en cada periodo (kWh)		
Mes	P.1 (Punta)	P.3 (Valle)
Enero	793,29	1.473,25
Febrero	716,52	1.330,68
Marzo	793,29	1.473,25
Abril	767,70	1.425,73
Mayo	793,29	1.473,25
Junio	767,70	1.425,73
Julio	793,29	1.473,25
Agosto	793,29	1.473,25
Septiembre	767,70	1.425,73
Octubre	793,29	1.473,25
Noviembre	767,70	1.425,73
Diciembre	793,29	1.473,25

Costes de Energía consumida por periodo y mes (€)			
Mes	P.1 (Punta)	P.3 (Valle)	Total (€)
Enero	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Febrero	141,48 €	135,65 €	277,14 €
Marzo	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Abril	151,59 €	145,34 €	296,93 €
Mayo	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Junio	151,59 €	145,34 €	296,93 €
Julio	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Agosto	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Septiembre	151,59 €	145,34 €	296,93 €
Octubre	156,64 €	150,19 €	306,83 €
Noviembre	151,59 €	145,34 €	296,93 €
Diciembre	156,64 €	150,19 €	306,83 €

Total Término de Energía (€/año)	**3.612,66 €**

Total Costes Anuales

Total (€/año)	4.101,77 €

Resumen

Tarifa	Término de Potencia (€/kWxmes)	Término de Energía (€/kWh)
2.1 DHA	2,9416	0,1354

APÉNDICE 2: ESTUDIO ECONOMICO DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

EDAR DE TORO
DATOS DE PARTIDA

POBLACION	**TORO**	
Población equivalente adoptada	27.467	Hab Equiv.
CAUDALES		
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR	**3.200**	**m^3/dia**
Caudal promedio	133	m^3/h
Caudal punta	320	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	533	m^3/h
Caudal máximo bombeado	933	m^3/h
Caudal admitido en el colector	1.333	m^3/h
CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA		
DBO_5		
Carga diaria de entrada	1.648	kg/dia
Concentración de entrada	515	mg/l
Carga diaria máxima de salida	80	kg/dia
Concentración máxima de salida	**25**	mg/l
Carga diaria eliminada	1.568	kg/dia
DQO		
Carga diaria de entrada	3.296	kg/dia
Concentración de entrada	1.030	mg/l
Carga diaria máxima de salida	400	kg/dia
Concentración máxima de salida	125	mg/l
Carga diaria eliminada	2.896	kg/dia
SS		
Carga diaria de entrada	2.627	kg/dia
Concentración de entrada	821	mg/l
Carga diaria máxima de salida	112	kg/dia
Concentración máxima de salida	**35**	mg/l
Carga diaria eliminada	2.515	kg/dia
N-NTK		
Carga diaria de entrada estimada	384	kg/dia
Concentración de entrada estimada	120	mg/l
Carga diaria máxima de salida	48	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15**	mg/l
Carga diaria eliminada	336	kg/dia
P		
Carga diaria de entrada estimada	58	kg/dia
Concentración de entrada estimada	18	mg/l
Carga diaria máxima de salida	6	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2**	mg/l
Carga diaria eliminada	51	kg/dia
pH		
Salida entre	5,5 y 9	
TEMPERATURA		
Temperatura de cálculo	12,00	°C

RESULTADOS A OBTENER:

DBO5:	<	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	mg/l
SS totales:	<	35,00	mg/l
N-NTK:	<	15,00	mg/l
P-PO4:	<	2,00	mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	

Estabilización de fangos:	>	40,00	%
Sequedad de fangos:	>	20,00	%
pH, entre:		5,5 y 9	

CALCULO DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LAS ACTUACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA		
Personal	Costo total	
Jefe de planta	0,00	E/AÑO
Oficiales electromecánicos	0,00	E/AÑO
Peon mantenimiento	0,00	E/AÑO
TOTAL MANO DE OBRA	**0,00**	**E/AÑO**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION		
Mantenimiento de uso	500,00	E/AÑO
Mantenimiento preventivo	500,00	E/AÑO
Mantenimiento modificativo	500,00	E/AÑO
TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	**1.500,00**	**E/AÑO**

TERMINO FIJO DE LA POTENCIA CONTRATADA		
Total AUMENTO de potencia contratada	77,44	KVA
Precio	3,80	E/Kw *mes
Periodo	12,00	meses
IMPORTE ANUAL DEL TERMINO DE POTENCIA	**3.530,98**	**E/año**

VARIOS		
Material de oficina	0,00	E/año
Material de limpieza	0,00	E/año
Telefono	0,00	E/año
Material fungible laboratorio	0,00	E/año
Reactivos de laboratorio	0,00	E/año
Herramientas personal	0,00	E/año
Equipos de taller	0,00	E/año
Vestuario del personal operador	0,00	E/año
Jardineria	0,00	E/año
TOTAL VARIOS	**0,00**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS FIJOS		
MANO DE OBRA	0,00	E/año
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	1.500,00	E/año
POTENCIA CONTRATADA	3.530,98	E/año
VARIOS	0,00	
TOTAL GASTOS FIJOS	**5.030,98**	**E/año**

GASTOS FIJOS MENSUALES	***419,25***	***E/mes***

GASTOS VARIABLES

ENERGIA ELECTRICA

Los consumos energéticos de las máquinas y sistemas individuales se han extraido del Anejo de CALCULOS ELECTRICOS

Incremento del Consumo anual de la EDAR	96.639,16	Kw.h/año
Precio unitario	0,12	E/Kw.h
IMPORTE ANUAL DE ELECTRICIDAD	**11.841,22**	**E/año**

REACTIVOS

POLIELECTROLITO

EN SECADO DE FANGOS		
Dosis media de producto	5,00	Kg/Tn fangos
Total fangos formados (PO4 Fe+ Fe (OH)3):	235,38	Kg/dia
Consumo diario de polielectrolito	1,18	Kg/dia
Dias de secado de fangos	240,00	dias/año
Consumo anual	282,46	Kg/año
Precio del polielectrolito	4,40	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	1.242,81	E/año

CLORURO FÉRRICO

Cargas de P en el agua bruta		
Concentración de P en agua bruta	18,00	mg/l
Carga de P en agua bruta	57,60	kg/dia
Rendimineto máximo obtenido en el selector	96%	
Rendimiento mínimo asegurado en el selector	80%	
P a precipitar químicamente con rendimiento mínimo	**11,52**	**kg/dia**
Consumo diario de producto comercial	230,40	Kg/día
Consumo anual	84.096,00	Kg/año
Precio del producto	0,20	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	16.819,20	E/año
TOTAL REACTIVOS	**18.062,01**	**E/año**

TRANSPORTE DE RESIDUOS

PRODUCCION DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS

TOTAL RETIRADA DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS	**0,00**	**E/año**
Incremento de fangos	235,38	kg/dia
Concentración del fango purgado	8,00	kg/m^3
Volumen de fangos debidos a la eliminación del P	29,42	m^3/dia
RETIRADA DE FANGOS SECOS		
Volumen de fangos secos	1,07	M3/DIA
Dias de secado de fangos	240,00	DIAS/AÑO
Fangos secos totales producidos	256,78	M3/AÑO
Densidad de la torta	1,10	Tn/m3
Peso de fangos secos	282,46	Tn/año
Coste disposición de lodos	25,00	€/Tn
TOTAL RETIRADA DE LOS FANGOS SECOS	7.061,40	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS		
Costo de la retirada de las basuras, arenas y grasas	0,00	E/año
Costo de la retirada de los fangos secos	7.061,40	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS	**7.061,40**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS VARIABLES		
ENERGIA ELECTRICA	11.841,22	E/año
REACTIVOS	18.062,01	E/año
RETIRADA DE RESIDUOS	7.061,40	E/año
TOTAL GASTOS VARIABLES	**36.964,63**	**E/año**

GASTOS VARIABLES/M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**	**E/m3**

RESUMEN DE GASTOS ANUALES

GASTOS FIJOS	**5.030,98**	**E/año**
GASTOS VARIABLES	**36.964,63**	**E/año**
TOTAL GASTOS ANUALES	**41.995,61**	**E/año**

REPERCUSION DEL COSTO DE EXPLOTACION POR CONCEPTOS

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservacion	1.500,00
Factor de potencia	3.530,98
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**5.030,98**

G.VARIABLES	**E/año**
Energia electrica	11.841,22
Reactivos	18.062,01
Retirada de residuos	7.061,40
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**36.964,63**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**419,25**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**41.995,61**

EDAR DE PUENTE DE PIEDRA
DATOS DE PARTIDA

POBLACION	**PUENTE DE PIEDRA**	
Población equivalente adoptada	50	Hab Equiv.
CAUDALES		
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR	120	**m^3/dia**
Caudal promedio	5	m^3/h
Caudal punta	10	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	13	m^3/h
Caudal máximo bombeado	13	m^3/h
Caudal admitido en el colector	50	m^3/h
CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA		
DBO_5		
Carga diaria de entrada	30	kg/dia
Concentración de entrada	250,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	3	kg/dia
Concentración máxima de salida	25,00	mg/l
Carga diaria eliminada	27,00	kg/dia
DQO		
Carga diaria de entrada	58	kg/dia
Concentración de entrada	480,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	15	kg/dia
Concentración máxima de salida	125,00	mg/l
Carga diaria eliminada	42,60	kg/dia
SS		
Carga diaria de entrada	36	kg/dia
Concentración de entrada	300,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	4	kg/dia
Concentración máxima de salida	35,00	mg/l
Carga diaria eliminada	31,80	kg/dia
N-NTK		
Carga diaria de entrada estimada	6	kg/dia
Concentración de entrada estimada	50,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	2	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	15,00	mg/l
Carga diaria eliminada	4,20	kg/dia
P		
Carga diaria de entrada estimada	1	kg/dia
Concentración de entrada estimada	12,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	0	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	2,00	mg/l
Carga diaria eliminada	1,20	kg/dia
pH		
Salida entre	5,5 y 9	
TEMPERATURA		
Temperatura de cálculo	12,00	ºC

RESULTADOS A OBTENER:

DBO5:	<	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	mg/l
SS totales:	<	35,00	mg/l
N-NTK:	<	15,00	mg/l
P-PO4:	<	2,00	mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	
Estabilización de fangos:	>	40,00	%
Sequedad de fangos:	>	20,00	%
pH, entre:		5,5 y 9	

CALCULO DE LOS GASTOS PRODUCIDOS POR LAS ACTUACIONES DEL PRESENTE PROYECTO

GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA

Personal	Costo total	
Jefe de planta	0,00	E/AÑO
Oficiales electromecánicos	0,00	E/AÑO
Peon mantenimiento	0,00	E/AÑO
TOTAL MANO DE OBRA	**0,00**	**E/AÑO**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Mantenimiento de uso	100,00	E/AÑO
Mantenimiento preventivo	100,00	E/AÑO
Mantenimiento modificativo	100,00	E/AÑO
TOTAL MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	**300,00**	**E/AÑO**

TERMINO FIJO DE LA POTENCIA CONTRATADA

Total AUMENTO de potencia contratada	11,55	KVA
Precio	3,53	E/Kw *mes
Periodo	12,00	meses
IMPORTE ANUAL DEL TERMINO DE POTENCIA	**489,11**	**E/año**

VARIOS

Material de oficina	0,00	E/año
Material de limpieza	0,00	E/año
Telefono	0,00	E/año
Material fungible laboratorio	0,00	E/año
Reactivos de laboratorio	0,00	E/año
Herramientas personal	0,00	E/año
Equipos de taller	0,00	E/año
Vestuario del personal operador	0,00	E/año
Jardineria	0,00	E/año
TOTAL VARIOS	**0,00**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS FIJOS

MANO DE OBRA	0,00	E/año
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	300,00	E/año
POTENCIA CONTRATADA	489,11	E/año
VARIOS	0,00	
TOTAL GASTOS FIJOS	**789,11**	**E/año**

GASTOS FIJOS MENSUALES	***65,76***	***E/mes***

GASTOS VARIABLES

ENERGIA ELECTRICA

Los consumos energéticos de las máquinas y sistemas individuales se han extraido del Anejo de CALCULOS ELECTRICOS

Incremento del Consumo anual de la EDAR	26.686,71	Kw.h/año
Precio unitario	0,14	E/Kw.h
IMPORTE ANUAL DE ELECTRICIDAD	**3.612,66**	**E/año**

REACTIVOS

POLIELECTROLITO

EN SECADO DE FANGOS		
Dosis media de producto	5,00	Kg/Tn fangos
Total fangos formados	21,60	Kg/dia
Consumo diario de polielectrolito	0,11	Kg/dia
Dias de secado de fangos	240,00	dias/año
Consumo anual	25,92	Kg/año
Precio del polielectrolito	4,40	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	114,05	E/año

CLORURO FÉRRICO

Cargas de P en el agua bruta		
Concentración de P en agua bruta	12,00	mg/l
Carga de P en agua bruta	1,44	kg/dia
Rendimineto máximo obtenido en el selector	96%	
Rendimiento mínimo asegurado en el selector	80%	
P a precipitar quimicamente con rendimiento mínimo	**0,29**	**kg/dia**
Consumo diario de producto comercial	0,00	Kg/día
Consumo anual	0,00	Kg/año
Precio del producto	0,20	E/Kg
TOTAL IMPORTE DEL PRODUCTO	0,00	E/año
TOTAL REACTIVOS	**114,05**	**E/año**

TRANSPORTE DE RESIDUOS

PRODUCCION DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS

TOTAL RETIRADA DE BASURAS, ARENAS Y GRASAS	**0,00**	**E/año**
Incremento de fangos	21,60	kg/dia
Concentración del fango purgado	8,00	kg/m^3
Volumen de fangos debidos a la eliminación del P	2,70	m^3/dia
RETIRADA DE FANGOS SECOS		
Volumen de fangos secos	0,10	M3/DIA
Dias de secado de fangos	240,00	DIAS/AÑO
Fangos secos totales producidos	23,56	M3/AÑO
Densidad de la torta	1,10	Tn/m3
Peso de fangos secos	25,92	Tn/año
Coste disposición de lodos	25,00	€/Tn
TOTAL RETIRADA DE LOS FANGOS SECOS	648,00	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS		
Costo de la retirada de las basuras, arenas y grasas	0,00	E/año
Costo de la retirada de los fangos secos	648,00	E/año
TOTAL RETIRADA DE RESIDUOS	**648,00**	**E/año**

RESUMEN DE GASTOS VARIABLES		
ENERGIA ELECTRICA	3.612,66	E/año
REACTIVOS	114,05	E/año
RETIRADA DE RESIDUOS	648,00	E/año
TOTAL GASTOS VARIABLES	**4.374,71**	**E/año**

GASTOS VARIABLES/M3 DE AGUA TRATADA	**0,10**	**E/m3**

RESUMEN DE GASTOS ANUALES

GASTOS FIJOS	**789,11**	**E/año**
GASTOS VARIABLES	**4.374,71**	**E/año**
TOTAL GASTOS ANUALES	**5.163,82**	**E/año**

REPERCUSION DEL COSTO DE EXPLOTACION POR CONCEPTOS

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservacion	300,00
Factor de potencia	489,11
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**789,11**

G.VARIABLES	**E/año**
Energia electrica	3.612,66
Reactivos	114,05
Retirada de residuos	648,00
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**4.374,71**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**65,76**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,10**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**5.163,82**

INCREMENTO TOTAL DEL COSTO DE EXPLOTACION	**E/año**
INCREMENTO DE GASTOS TOTALES DE EXPLOTACION DE LA EDAR ACTUAL	**41.995,61**
INCREMENTO DE GASTOS TOTALES DE EXPLOTACION DE LA EDAR P. PIEDRA	**5.163,82**
INCREMENTO TOTAL DEL COSTO DE EXPLOTACION DE	**47.159,43**