
INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	ANTECEDENTES	1
1.2.	OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.3.	ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL PROYECTO	5
2.	DATOS DE PARTIDA	6
2.1.	CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO	6
2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN	6
2.3.	RESULTADOS PREVISTOS	6
2.3.1.	Características del agua depurada	6
2.3.2.	Características del fango	7
2.4.	EMPLAZAMIENTO	8
2.5.	CONEXIONES CON EL EXTERIOR.....	8
2.6.	LÍNEA PIEZOMETRICA	9
2.7.	IMPLANTACIÓN GENERAL	10
3.	JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA	11
3.1.	INTRODUCCIÓN	11
3.2.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	11
4.	DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.....	22
4.1.	COLECTORES.....	22
4.2.	OBRA DE LLEGADA, ALIVIADERO Y BY-PASS GENERAL.....	22
4.3.	ESTANQUE DE TORMENTAS DE LA EDAR, BOMBEO Y DESBASTE DE PLUVIALES.....	22
4.4.	POZO DE GRUESOS Y ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA	23
4.5.	PRETRATAMIENTO	24
4.6.	REACTOR BIOLÓGICO	26
4.6.1.	Introducción	26

4.6.2. Reactor biológico	30
4.7. CLARIFICACIÓN.....	33
4.7.1. Introducción	33
4.7.2. Clarificación y extracción de flotantes.....	33
4.7.3. Recirculación de fangos	34
4.7.4. Bombeo de fangos en exceso	35
4.8. MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA TRATADA.....	36
4.9. TRATAMIENTO DE FANGOS	36
4.10. ESPESAMIENTO DE FANGOS	38
4.11. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS.....	39
4.11.1. Introducción	39
4.11.2. Centrífuga.....	39
4.12. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL.....	40
4.13. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	45
4.14. INSTRUMENTACION Y CONTROL	45
4.15. SERVICIOS GENERALES.....	46
5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO	48
6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA	50
7. REVISION DE PRECIOS.....	51
8. PRESUPUESTOS	52
9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA	53
10. CONCLUSION	54

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Desde que por el Real Decreto 3589/1983, de 28 de diciembre, se traspasan a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha las funciones en materia de abastecimiento de agua, saneamiento, encauzamiento y defensa de márgenes de ríos, el Gobierno Regional ha dedicado atención al control de la contaminación mediante la depuración de aguas residuales antes de ser vertidas.

Los criterios para la planificación y ejecución de las actuaciones necesarias varían en función del tamaño de las poblaciones. En las pequeñas, se realizan conjuntamente las obras del colector general con las de la depuradora de aguas residuales, ya que se pretende tratar los vertidos y no simplemente alejarlos de los cascos urbanos.

En 1995 se firma un Convenio con el entonces MOPTMA en el marco del Plan Nacional de Depuración de Aguas Residuales Urbanas donde se contemplan actuaciones del Gobierno Regional y Central para el cumplimiento de la Directiva Comunitaria 91/271/CEE habiéndose cumplido en un 100% los compromisos adquiridos por la Administración Regional en cuanto a construcción de plantas depuradoras. Cabe destacar que se encuentran construidas las estaciones depuradoras de las cinco capitales de provincia y las de los grandes municipios de la Región.

A finales de 1996 se aprueba el Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Castilla-La Mancha, siendo objeto de resolución unánime por las Cortes Regionales.

Tiene una duración hasta el 2015 y constituye la programación de inversiones y actuaciones para resolver el problema de los vertidos de aguas residuales de los núcleos urbanos y conseguir una mejora substancial de la calidad de las aguas. En definitiva, este Plan preserva el agua como bien público realizando las infraestructuras que permiten mejorar la calidad del agua y la protección del medio ambiente. Para ello se determinaron los criterios

de construcción, petición, explotación y financiación de las infraestructuras de saneamiento y depuración.

El Plan es el coordinador de las actuaciones de las distintas Administraciones con competencia sobre saneamiento y depuración de Aguas Residuales. En él se recogen todos los aspectos importantes en materia de depuración. Con la realización de este Plan, la depuración de aguas residuales recibirá un tratamiento riguroso, muy superior al establecido por la Directiva Comunitaria.

El Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales Urbanas de Castilla-La Mancha y su correspondiente Ley de ordenación (Ley 12/2002, de 27 de junio, reguladora del ciclo integral del agua de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha) amplían las exigencias del Plan Nacional de Depuración de Aguas Residuales, al incluir, además de las zonas sensibles, la definición de zona protegible, que conlleva un nivel de exigencia en cuanto a tratamiento igual que las zonas sensibles, con la única diferencia del plazo de cumplimiento.

El río Júcar a su paso por Cuenca se define como zona protegible dentro del Plan de Saneamiento y Depuración de Castilla-La Mancha, por lo que los vertidos hasta ahora efectuados a dicho cauce por los municipios de Motilla del Planar, Sisante, Casasimarro, Casas de Benítez, El Picazo, Buenache de Alarcón, Tébar, Pozoamargo, Pozorrubielos y Alarcón, deben tratarse adecuadamente para garantizar la protección del cauce y su entorno.

Para lograr dicho objetivo se realizaron los trabajos precisos de Consultoría y Asistencia Técnica para la elaboración del correspondiente proyecto que sirvió de base para que Aguas de Castilla la Mancha, actualmente Infraestructuras del Agua de Castilla La Mancha, convocará concurso para la adjudicación del contrato de obras de construcción de las estaciones depuradoras de aguas residuales en Sisante, Casas Benítez y Pozoamargo.

La U.T.E. OCIDE – EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS - EIFFAGE ENERGÍA resultó adjudicataria del citado concurso.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es definir la infraestructura para algunos de los municipios ubicados en la zona de los embalses de Alarcón y el Picazo, en la cuenca del río Júcar, al sur de Cuenca, cuyas aguas residuales carecen de tratamiento de depuración o disponen de un tratamiento insuficiente, lo cual se traduce en un grave perjuicio para los espacios naturales circundantes y para el cauce vertiente.

Las poblaciones donde se realizarán son las siguientes:

- Casas de Benítez
- Pozoamargo
- Sisante

Las obras a que se refiere el presente proyecto constituyen el conjunto de actuaciones necesarias para la agrupación de vertido de cada una de las poblaciones mencionadas anteriormente (en caso que no estén reunidas) y las instalaciones proyectadas para el tratamiento de dichos vertidos.

La documentación se estructura en tres proyectos independientes, una para cada uno de los núcleos arriba mencionados

A continuación se exponen en líneas generales las obras que componen la Estación Depuradora de Pozoamargo.

- **COLECTORES**

Se intercepta el colector existente, que pasa junto a la parcela de la E.D.A.R. y se prolonga el colector de agua tratada hasta la laguna existente localizada en las proximidades de la planta.

- **E.D.A.R.**

Línea de agua

- * Obra de llegada
- * Balsa de almacenamiento de pluviales
- * Pozo de gruesos
- * Elevación de agua bruta
- * Pretratamiento compacto
- * Reactores biológicos (aireación prolongada)
- * Clarificación
- * Restitución agua tratada

Línea de fangos

- * Extracción y bombeo de fangos biológicos en exceso a espesamiento
- * Recirculación de fangos a reactor biológico
- * Espesamiento de fangos estabilizados
- * Acondicionamiento, deshidratación y almacenamiento de fangos deshidratados

Aparte de todos estos elementos forman parte de la obra las correspondientes instalaciones de energía eléctrica, agua potable, telefonía y camino de acceso.

1.3. ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL PROYECTO

En el presente proyecto se reflejan las obras e instalaciones necesarias para solucionar el problema de los vertidos de las aguas residuales recogidos de la población de Pozoamargo.

Además del fin fundamental indicado, conseguir los resultados de depuración exigidos, se han considerado a la hora de diseñar y proyectar las obras incluidas en el presente proyecto, como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de cada planta.
- Dar la solución idónea respecto a la línea de proceso adoptada, dimensionando en sentido amplio las unidades que conformen cada estación, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de la depuradora atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación.
- Proyectar las nuevas instalaciones de manera que formen un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.
- Por último definir un proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO

Los parámetros de diseño adoptados para la estación depuradora son. (2.067 habitantes equivalentes)

Pozoamargo	
Caudal diario (Qd)	310 m ³ /día
Caudal medio horario (Qmh = Qd/24)	12,9 m ³ /h
Caudal máximo en pretratamiento (Qmax=3Qmh)	38,75 m ³ /h
Caudal máximo en tratamiento biológico (Qp=2,4 Qmh)	31,0 m ³ /h

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN

Las características medias de la contaminación son las siguientes:

	DQO	DBO ₅	SS	NTK	P
Pozoamargo (ppm)	800	400	320	80	15

2.3. RESULTADOS PREVISTOS

2.3.1. Características del agua depurada

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se establecen los siguientes requisitos de las aguas depuradas, entendiéndose que los valores aportados son los mínimos exigibles:

	DQO	DBO ₅	SS	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Pozoamargo (ppm)	125	25	35	15	2

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cuerpo receptor, y no tendrá olor desagradable.

2.3.2. Características del fango

Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

- | | | |
|---|-----------|---|
| - Sequedad: % en peso de sólidos secos | ≥ 20 | % |
| - Estabilidad: % de material volátil sobre materia seca | ≤ 65 | % |
| - Contenido de materia orgánica en las arenas | ≤ 7 | % |

2.4. EMPLAZAMIENTO

La localidad conquense de Pozoamargo pertenece a la comarca de La Mancha. El municipio manchego de Pozoamargo se encuentra a una distancia de 108 kilómetros de la capital de la provincia en la carretera CU 802. Las obras se sitúan al suroeste de Pozoamargo, a unos 1.700 m de distancia dentro de su término municipal.

El colector que conduce las aguas residuales a la nueva EDAR es existente, iniciando su recorrido a las afueras del núcleo urbano de Pozoamargo y vertiendo en dos balsas en la parcela 378, polígono 11.

La E.D.A.R. se sitúa en la parcela donde se ubican las balsas, de propiedad municipal, y en la adyacente, parcelas 378 y 377 del polígono 11, cuyas coordenadas UTM son (568.824,98, 4.356.077,21).y (568.866,01, 4.356.080,13) respectivamente.

2.5. CONEXIONES CON EL EXTERIOR

El acceso a las instalaciones se prevé a través de la carretera A-31 desde donde existe una desviación al Camino de La Hoya del Santo o Camino del Pinar, en buen estado, desde el que se accede a la parcela. La conexión de agua bruta forma también parte del presente proyecto, proyectándose la conexión con el colector ya existente en la parcela 378, polígono 11 del término municipal de Pozoamargo.

Se realizará también la conexión necesaria para el abastecimiento de agua potable desde la red municipal a una distancia aproximada de 1.880 m, discurriendo el trazado por el mismo camino de acceso a la EDAR.

El punto de enganche a la red de energía eléctrica para la parcela de la EDAR está situado en la línea aérea de MT denominada “Teatinos” de la ST San Clemente, propiedad de IBERDROLA, S.A., situando el punto de entronque en el apoyo nº 23601. Desde el punto de enganche se lleva la línea aérea proyectada hasta los límites de la parcela y subterránea hasta acometer al Centro de transformación de la E.D.A.R.

El agua tratada, las derivaciones y todos los vertidos que puedan producirse en la depuradora se verterán en una de las balsas existentes, donde se podrá utilizar para riego o infiltrar al terreno, en la parcela 173a polígono 11, cuyas coordenadas UTM son (568.724,75, 4.355.597,55).

2.6. LÍNEA PIEZOMETRICA

A la hora de definir la línea piezométrica de la planta deben conjugarse conceptos como topografía y características del terreno, llegada del colector de agua bruta, restitución del agua tratada, situación del nivel freático, cota de inundación de la parcela, y estética de la Planta, con el fin de obtener la más idónea tanto técnica como económicamente, es decir, que técnicamente sea viable, y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación, la defina como más económica.

Partiendo en principio de la cota de llegada del colector y de la cota necesaria para el vertido al cauce, y adaptando luego las cotas a los niveles de urbanización elegidos para ofrecer la máxima adaptación de la planta a las características del terreno existente, se han calculado las pérdidas de carga de los distintos aparatos que componen la planta, llegando a una cotas de salida para los vertidos por encima de las mínimas exigidas, tal y como se justifica en el anejo de Cálculos hidráulicos.

Como cotas más significativas tenemos:

ZONA	COTA	PERDIDAS	
		parciales	acumuladas
Agua entrada a pretratamiento compacto	740,750		
Agua en alimentación a biológico	739,914	0,836	0,836
Agua en Balsa Biológica	739,908	0,007	0,842
Vertedero Clarificador Secundario	739,372	0,536	1,378
Agua en arqueta salida clarificador	739,054	0,318	1,696
Vertedero arqueta agua tratada	738,957	0,097	1,793
Agua en Salida agua tratada	738,807	0,150	1,943

De tal forma que la pérdida total en la Línea de Agua es 1,943 metros.

2.7. IMPLANTACIÓN GENERAL

Como puede apreciarse en el plano de Planta General adjunto, la concepción de la Estación Depuradora se ha desarrollado atendiendo a la secuencia lógica de los procesos, a las características topográficas y geotécnicas del terreno, y a la obtención de una fácil y eficaz explotación con gastos de mantenimiento reducidos; en definitiva atendiendo a criterios de funcionalidad y economía.

En la implantación de los elementos proyectados se ha tenido en cuenta el facilitar las operaciones de extracción y carga de residuos.

Los viales interiores permiten acceder a todas aquellas zonas donde se encuentran instalaciones que requieren mantenimiento (carga y descarga de equipos, repuestos, reactivos, etc.).

3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA

3.1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado de la memoria tiene como fundamento exponer aquellos razonamientos, técnicos y económicos, que conducen a la elección de la solución adoptada en el presente proyecto para resolver el problema de la depuración de las aguas residuales del municipio de Pozoamargo, en la provincia de Cuenca.

La solución que se presenta, en cuanto a todos los parámetros y condicionantes busca flexibilidad, bajo mantenimiento y máximos rendimientos.

Es necesario tener en cuenta que no se incluye la justificación de todos y cada uno de los elementos del proceso, sino únicamente de aquellos que por su singularidad, importancia, etc., determinan a juicio del proyectista, el interés del proyecto. Los otros, por ser de uso corriente dentro del ámbito de la depuración, quedan perfectamente definidos en el apartado: 4. Descripción del Proceso y Principales Elementos.

3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El origen de la solución planteada se centra en la utilización de sistemas de tratamiento ampliamente contrastados, combinados con la consideración de parámetros validados igualmente por la experiencia, así como en la búsqueda efectiva de procesos de bajo mantenimiento y alto rendimiento de cara a la presentación de una línea de tratamiento atractiva por los dos aspectos.

Así, se ha diseñado la planta con la característica fundamental de que el tratamiento biológico se plantea con un sistema avanzado, en este caso con el empleo de un tanque de tratamiento biológico del tipo canal de oxidación con el que se consiguen los objetivos mencionados anteriormente.

La línea de tratamiento responde a los siguientes procesos:

- Pretratamiento del agua bruta consistente en: pozo de gruesos, elevación del agua bruta y pretratamiento compacto
- Tratamiento biológico (aireación prolongada)
- Tratamiento de los fangos generados en la planta depuradora consistente en espesamiento de los mismos por gravedad, acondicionamiento químico y deshidratación mediante centrífuga.

A continuación se procede a la justificación de cada uno de los elementos que componen la línea de tratamiento adoptada.

Coletores

Dentro de las obras previstas se incluye la conexión con el colector existente, hasta su entrada en la obra de llegada a la EDAR. y la prolongación del colector de salida hasta la laguna existente.

Obra de llegada

La línea de proceso de la EDAR comienza con la obra de llegada. En ella se dispone un aliviadero de seguridad para garantizar que entra a la E.D.A.R. exclusivamente el caudal máximo de pretratamiento aliviando el resto a la balsa de almacenamiento de pluviales

Una compuerta de accionamiento automático, dispuesta en la obra de llegada, permite las siguientes posibilidades:

- Con la compuerta de aislamiento abierta: entra a la E.D.A.R. todo el caudal que se recibe, siempre que sea menor o igual que el máximo admisible en el pretratamiento. Si el afluente es superior al admisible, el excedente sale por el vertedero a una balsa de almacenamiento de pluviales

- Con la compuerta de aislamiento cerrada: todo el caudal afluente es enviado a la balsa de almacenamiento de pluviales o estanque de tormentas.

Balsa de almacenamiento de pluviales o estanque de tormentas

La red de saneamiento es unitaria, lo que hace que en épocas de fuertes lluvias el colector transporte más caudal que el máximo de diseño del pretratamiento. Este exceso de caudal que sale por el vertedero de la obra de llegada se conduce a una balsa.

La balsa es de 16,3*9,3*2,0 m, y contiene el bombeo de pluviales consistente en cuatro unidades sumergibles, una en reserva, 55 m³/h de caudal unitario a 6,50 m.c.a.

Desbaste de pluviales

Para evitar la presencia de sólidos voluminosos en el cauce receptor en épocas de lluvias se procederá la instalación de un tamiz rotativo de 193,75 m³/h de capacidad

Este equipo cumple una doble misión. Por un lado se empleará para el desbaste de las aguas pluviales, pero también esta previsto la posibilidad de que entre en servicio cuando la única línea de pretratamiento, instalada para las aguas residuales de la E.D.A.R., se encuentre fuera de servicio por avería o mantenimiento. Por este motivo la capacidad de este elemento es suficiente para la suma de las aguas procedentes de los bombeos de agua bruta y pluviales.

Pozo de gruesos

El pozo de gruesos se encargará de retener las arenas y los sólidos de gran tamaño, de modo que se garantice la protección de los equipos instalados en los procesos posteriores. La extracción de los residuos sedimentados se efectúa de forma mecánica mediante una cuchara bivalva.

El pozo de gruesos se ha dimensionado para un tiempo de retención hidráulico (Tr) superior a 2 minutos a caudal máximo admisible en pretratamiento, resultando unas dimensiones de 2 m de longitud por 2 m de anchura, con 1,5 metros de profundidad media a caudal máximo, proporcionando un volumen total de 5,50 m³.

La geometría en la zona inferior del pozo se realizará con una inclinación de 45° respecto a la horizontal. Para la recogida de los sólidos sedimentados se dota al pozo de los equipos necesarios. La extracción de los residuos sedimentados se efectúa de forma mecánica mediante una cuchara bivalva electrohidráulica de 100 l de capacidad, sostenida mediante un polipasto eléctrico de 1.600 Kg, que permite y facilita la evacuación de los residuos a contenedor.

Elevación de agua bruta

El efluente entra en una cámara de bombeo, desde donde es impulsado hasta el pretratamiento

En dicho pozo de bombeo se disponen tres bombas centrífugas sumergibles, una de ellas de reserva, de 20 m³/h de caudal a 6,5 m de altura manométrica.

Con objeto de conseguir la mayor flexibilidad en el bombeo y por tanto una reducción en los tiempos de retención del agua afluente al mismo y un número mínimo de arranques por hora de las bombas, éstas se equipan con un variador de frecuencia. Para el correcto funcionamiento del variador de frecuencia se dispone un medidor de nivel por ultrasonidos.

Para el mantenimiento de la estación de bombeo se prevé un polipasto manual.

Pretratamiento

Una vez elevada el agua se procede a un pretratamiento completo.

Uno de los grandes problemas que existen en plantas con temporabilidad y pequeños caudales son los depósitos de sólidos que se producen en los canales de desbaste.

Desde el punto de vista constructivo es difícil la ejecución de canales inferiores a 0,5 m de ancho. Esto conduce, a pesar de utilizar calados bajos, a velocidades de circulación bajas que conllevan decantaciones en los canales que obligan a mantener una vigilancia, por parte del personal de explotación, mayor de lo habitual. En muchos casos se requiere que un operario a lo largo de su turno se dedique periódicamente a la extracción manual de los depósitos producidos.

En los pretratamientos compactos que integran todos los procesos en un contenedor de acero inoxidable, este problema apenas se da ya que la zona de desbaste es muy reducida

Otra de las muchas ventajas que se tienen con la instalación de estos equipos es que se requiere una menor superficie que los contruidos “in situ”, se evita todo riesgo de diseño y ejecución y todo el equipo va cubierto con una tapa, limitando cualquier contaminación de tipo odorífico.

Se ha previsto una unidad que esta integrada por un tamiz de finos seguido de la zona de desarenado-desengrasado. El residuo de desbaste se extrae por medio de un tornillo transportador que lo compacta y deshidrata. A continuación el agua pasa a la zona de desarenado-desengrasado. Las características principales son las siguientes:

- Material de construcción AISI-304.
- Deposito de 5,254 x 1,177 x 3,488 m.
- Tamiz de 3 mm de luz de paso con sistema de compactación.
- Zona de desarenado-desengrasado de 4,5 x 1,1 x 1,908 m.
- Tornillo sinfin horizontal, de 0,55 kW, para el transporte de las arenas,

depositadas en el desarenador, hasta el tornillo de extracción inclinado.

- Tornillo sinfín inclinado, de 0,55 kW, para evacuar y secar estáticamente las arenas.
- Desengrasador lateral y paralelo al desarenador equipado con una rasqueta automática.
- Sistema de aportación de aire para la desemulsión de las grasas formado por una tubería perforada para la distribución de aire y dos soplantes de 12 m³/h a 4 m.c.a.
- Bomba de husillo excéntrico de 5,8 m³/h a 2 m.c.a., para la extracción de grasas hasta el separador.

Todas las instalaciones correspondientes al pretratamiento se encuentran alojadas dentro de un edificio con los accesos necesarios para facilitar las labores de carga y descarga de los contenedores de residuos generados en él. La zona donde se ubicarán los contenedores se equipa con los sistemas de limpieza y drenaje necesarios para realizar las labores de mantenimiento de las mismas.

Tratamiento biológico

Tras el pretratamiento se encuentra el tratamiento biológico que se realiza en aireación prolongada, sistema que a continuación se describe.

Como ya se mencionó anteriormente, se ha tratado de optimizar el proceso habitual de aireación prolongada proyectando un sistema con mejoras en cuanto a mantenimiento, resistencia frente a puntas, flexibilidad en cuanto a suministro de aire y rendimientos.

Esto se consigue con la instalación como biológico de canales de oxidación, estudiado y puesto en práctica desde hace varias décadas, que ha demostrado en innumerables plantas su resistencia a puntas contaminantes y de caudal, su versatilidad frente a las temperaturas más extremas, y sus magníficos resultados en todos los órdenes.

Con objeto de conseguir un óptimo funcionamiento del tratamiento biológico, se ha

considerado una concentración de 3,5 Kg/m³.

Con las condiciones dadas, la carga másica será de 0,06 KgDBO₅/KgMLSS/día, superando ampliamente los límites requeridos de eliminación de materia orgánica.

La edad del fango teórica obtenida a la temperatura de cálculo es superior a la estrictamente necesaria para estabilizar encontrándose por encima de los 17 días. Naturalmente se llega a nitrificar dentro de estos límites y se prevé para desnitrificación una zona anóxica del 40%.

La zona anóxica prevista permite asegurar también la ausencia de “bulking” en la clarificación.

En los tratamientos biológicos mediante fangos activos, la aportación de aire se puede efectuar mediante soplantes, aireadores superficiales o aireadores sumergibles. Todos ellos presentan ventajas e inconvenientes y su elección depende de cada planta en concreto.

Desde el punto de vista energético, los aireadores superficiales (turbinas o rotores), junto con los soplantes, son los de mayor eficiencia, con consumos inferiores a los aireadores sumergibles. Al ser elementos exteriores su mantenimiento y reparación no requieren dejar fuera de servicio o vaciar las balsas. Sin embargo, su uso limita la profundidad de los reactores, entre 3 y 4 m, lo que supone una mayor necesidad de superficie, que se traduce en un mayor coste por adquisición de terreno. Además, desde el punto de vista medioambiental son los que mayor impacto producen por la generación de aerosoles y por la emisión de ruidos al no estar confinados en el interior de un edificio.

La aportación de aire mediante soplantes requiere la instalación de difusores dentro de la balsa, lo que obliga, al cabo de un cierto número de años, a vaciarla para proceder a la reparación y sustitución de los difusores. No producen aerosoles, los equipos se encuentran en el interior de edificios insonorizados y se requieren profundidades de mas de 4,0 m, para mejorar la transferencia de oxígeno al agua, de manera que la superficie requerida para la implantación de las instalaciones es menor.

Los aireadores sumergibles, no tienen problemas de generación de aerosoles. Al ir sumergidos la emisión de ruido es baja y se pueden extraer sin necesidad de dejar fuera de servicio el proceso biológico, sin embargo el coeficiente de transferencia es muy bajo lo que supone un alto consumo energético.

Para minimizar los costes de explotación, por consumo de energía, se propone la instalación de soplantes y difusores

Una ventaja añadida al empleo de soplantes y parrilla, es un mayor control en los procesos de nitrificación-desnitrificación. La zona óxica esta bastante acotada debido a la colocación de parrillas que suministran el aire en una determinada área del reactor, a diferencia de los sistemas con aireadores superficiales en los que la concentración de oxígeno es muy alta en el punto donde se localiza el equipo, disminuyendo a medida que nos alejamos del mismo, lo que dificulta establecer una clara diferencia entre las zonas anóxicas y óxicas. Además, mediante el aislamiento de parrillas se puede variar la relación entre zona anóxica/óxica y mediante los medidores de oxígeno disuelto actuar sobre las soplantes para suministrar el aire estrictamente necesario en la zona óxica para producir la nitrificación,

Para el cálculo de las necesidades de aire se ha considerado un coeficiente punta de 1,50, con lo que queda garantizado en cualquier caso el suministro de aire, aún en las condiciones más desfavorables.

La instalación de aportación de aire esta formada por dos motosoplantes, una en reserva, de 350 Nm³/h de caudal unitario. Para el reparto de aire dentro de los reactores se ha dispuesto 72 difusores por balsa.

Una ventaja más de los canales de oxidación es que no es necesario incluir una recirculación de licor mixto que permita una desnitrificación suficiente, ya que el propio diseño hidráulico hace circular el agua en circuito cerrado, llegando el caudal nitrificado a cabeza de la zona anóxica.

La recirculación de fangos se ha calculado para conseguir un Índice Volumétrico de Fangos adecuado, resultando por balance de masas una capacidad de recirculación del 150% sobre el caudal medio, lo que permite una amplia holgura de maniobra y asegura un funcionamiento correcto del proceso biológico junto a las condiciones descritas del aire.

Se considera fundamental dar una amplia capacidad de recirculación para mantener concentraciones altas, pues su utilización es una de las muchas ventajas de la aireación prolongada.

Dicha recirculación de fangos se proyecta con dos bombas sumergibles, una en reserva. Las bombas se equipan con un variador de frecuencia que podrá actuar sobre cualquiera de ellas para ajustar la recirculación en función del caudal que se trate. Se dispone de un medidor electromagnético en tubería en la línea de retorno a la balsa para controlar perfectamente este extremo.

Para completar el tratamiento biológico se envía el licor mezcla a la decantación secundaria donde los fangos floculados se separan.

Eliminación de fósforo

Los principales nutrientes que contribuyen a la eutrofización de las aguas superficiales son el fósforo y nitrógeno. En la directiva 91/271/CEE del Consejo de Comunidades Europeas se establecen unos requisitos para los vertidos procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles propensas a la eutrofización. Para la protección de estas zonas que son eutróficas o que podrían llegar a serlo si no se adoptan las medidas necesarias, la directiva limita las concentraciones de fósforo y/o nitrógeno en los vertidos. Por ello se incluye un sistema para la reducción del contenido en fósforo del efluente mediante el procedimiento de precipitación química con adición de una sal de hierro (Cl_3Fe) a las balsas de aireación.

La instalación consta de un depósito de almacenamiento de 1 m^3 de capacidad y dos bombas dosificadoras, una en reserva, de 5 l/h de caudal unitario

Clarificación

En el proceso de aireación prolongada, tras el reactor se procede a la retirada del fango en un clarificador circular de 3,50 m de altura útil y 7,0 m de diámetro.

Al tratarse de una aireación prolongada, los parámetros de funcionamiento son más exigentes respecto a otros sistemas de tratamiento. Así, el clarificador previsto cumple los parámetros validados por la experiencia en este tipo de plantas.

La razón es que en todo caso estamos hablando de que es perfectamente factible y hasta conveniente conseguir concentraciones altas en el biológico, por lo que la carga de sólidos es muy importante.

Así se prevé en funcionamiento normal del biológico, una concentración de 3,5 kg/m³, pero se ha previsto también la posibilidad de que la concentración en biológico pueda elevarse sobre este valor, ya que la recirculación prevista lo permite, de manera que la carga de sólidos en clarificación siga dentro de lo correcto.

La concentración estimada del fango biológico ha sido de 8,0 kg/m³, que es habitual para este tipo de tratamientos.

Línea de fangos

Para el dimensionamiento de la línea de fangos se ha considerado la máxima producción prevista.

El tratamiento de los fangos generados en las plantas de tratamiento de aireación prolongada comienza con el espesado de los mismos. El espesador previsto es de diseño conservador, pues tratándose de fangos de aireación prolongada y de un espesador con mecanismo se estima que la carga de sólidos no debe superar los 20 kg/m²/d, y así se ha previsto.

La altura del mismo se ha previsto para que tengan una capacidad de almacenamiento del fango estabilizado de más de 7 días.

Se ha considerado, a efecto de diseño del espesador, una concentración de entrada de 8 kg/m³, mientras que para el fango espesado se ha considerado una concentración de 30 kg/m³.

El bombeo de fangos a deshidratación se realiza con bomba de tornillo helicoidal, equipada con variador de frecuencia.

La deshidratación se ha previsto mediante centrífuga con capacidad suficiente para tratar los fangos, generados en una semana, en un día durante ocho horas al día. El tratamiento de los fangos mediante centrífuga permite alcanzar una sequedad del 20%.

El sistema de deshidratación adoptado evita la emisión de olores al exterior pues el fango no está expuesto al aire en ningún momento.

Para preparación del polielectrolito y dosificación del mismo se prevé un equipo compacto de producción continua que garantiza las necesidades de preparación y dosificación. Para la dosificación de la solución se han previsto bombas de tornillo

Finalmente, el fango deshidratado al 20% se almacena en un contenedor de 5 m³.

Se incorporan además las instalaciones auxiliares correspondientes a agua industrial y grupo de presión, así como compresores de aire de servicio, utilizado en las purga de sobrenadantes del clarificador.

Con todo lo expuesto se consigue una planta para tratamiento de aguas residuales muy flexible y versátil, de ejecución compacta y explotación sencilla, consiguiendo depurar las aguas hasta niveles mayores de los exigidos por la normativa actual.

4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

4.1. COLECTORES

Dentro de las obras previstas se incluye la conexión con el colector de gravedad existente hasta entroncar con la obra de llegada a la E.D.A.R.

4.2. OBRA DE LLEGADA, ALIVIADERO Y BY-PASS GENERAL

El vertido del municipio desemboca al entrar en la E.D.A.R. en una obra de llegada.

En ella se dispone un aliviadero de seguridad que permite la evacuación de los caudales excedentes sobre el máximo caudal a tratar en el pretratamiento. Este mismo aliviadero permite efectuar el by-pass general de la instalación mediante el cierre de la compuerta de aislamiento de la E.D.A.R.

El accionamiento de la compuerta de aislamiento es motorizado. Se trata de una compuerta de estanqueidad a cuatro lados de acero inoxidable AISI-316 L.

4.3. ESTANQUE DE TORMENTAS DE LA EDAR, BOMBEO Y DESBASTE DE PLUVIALES

La red de saneamiento es unitaria, lo que hace que en épocas de fuertes lluvias el nuevo colector que llega a la EDAR transporte un caudal superior a la capacidad del bombeo de agua bruta. Para almacenar este exceso de agua, que saldrá por el vertedero dispuesto en la obra de llegada, se prevé una deposito de almacenamiento.

La balsa es de 16,3*9,3*2,0 y en el se instalara un grupo de bombeo formado por cuatro (3+1) unidades sumergibles de 55 m³/h a 6,5 m.c.a.

Las aguas impulsadas a través de este bombeo serán sometidas a un desbaste previo antes de su vertido. Esta operación se realiza en un tamiz rotativo de 193,75 m³/h de capacidad con una luz de paso de 3 mm.

Se ha previsto la posibilidad de utilizar el tamiz rotativo cuando la línea de pretratamiento de la EDAR se encuentre fuera de servicio por mantenimiento o avería, de manera que tras este elemento el agua se pueda conducir al tratamiento biológico y/o a la salida de planta., proporcionando una mayor flexibilidad a las instalaciones proyectadas

4.4. POZO DE GRUESOS Y ELEVACIÓN DE AGUA BRUTA

Es necesaria la impulsión del agua bruta, para lo cual se dispone una cámara de bombeo que va a elevar el caudal hasta el pretratamiento, garantizando a partir de este punto que el agua circule por gravedad hasta su restitución.

Previamente al bombeo, para proteger los equipos de impulsión de los daños que pudieran causar sólidos de gran tamaño que llegaran por la red de colectores, se dispone un pozo de gruesos, de 2 x 2 m² en planta y 1,5 m de altura útil, equipado con una reja de 50 mm de luz de paso y limpieza manual, mediante los peines de la cuchara bivalva de 100 l dispuesta a tal fin y para retirada de los sólidos sedimentados en el pozo.

Para el bombeo se disponen tres bombas centrífugas sumergibles, una en reserva, capaces de elevar el caudal de diseño de la planta. La estación de bombeo cuenta con una pantalla en la entrada para facilitar la aspiración de las bombas al tranquilizar la corriente de agua afluente al paso.

Con el fin de adaptar el caudal afluente al elevado, las instalaciones de bombeo se equipan con un variador de frecuencia. Para la regulación del bombeo se dispone de un medidor ultrasónico en el pozo de bombeo. Para las labores de mantenimiento de las bombas se prevé en el pozo de bombeo la instalación de un polipasto manual.

Nº de bombas	Caudal bombas	Altura manométrica
--------------	---------------	--------------------

	(ud)	(m ³ /h)	(m.c.a.)
Pozoamargo	2 + 1	20	6,5

4.5. PRETRATAMIENTO

El pretratamiento adoptado es mediante un equipo compacto. Este tipo de instalaciones requieren una menor superficie que los construidos “in situ” y se evita todo riesgo de diseño y ejecución. Integra todos los procesos de un pretratamiento mecánico en un contenedor de acero inoxidable. Inicialmente, el agua pasa a través de un tamiz de finos de 3 mm de paso. El residuo de desbaste se extrae por medio de un tornillo transportador que lo compacta y deshidrata simultáneamente hasta una sequedad del 40% MS. La descarga se realiza directamente a un contenedor para su almacenamiento y posterior evacuación.

El agua procedente del prensado es devuelta al flujo de agua residual, evitándose así cambios en la DBO del afluente. Por medio del tornillo prensa, se reduce el volumen del material de desbaste en un 60% y el peso en un 50%, efecto que reduce sustancialmente los costes de vertido.

En la parte del equipo que funciona como desarenador, se produce la eliminación de partículas de menor tamaño, fundamentalmente arenas y grasas que pueden incidir negativamente en posteriores operaciones. Con las operaciones de desarenado-desengrasado se evita la acción abrasiva de la arena y la formación de emulsiones o flóculos con los fangos activos. Aquí los sedimentos son liberados de materia orgánica y, mediante un tornillo, transportados en dirección opuesta al flujo. Al final del tornillo horizontal las arenas caen a un pozo lateral desde donde se extraen mediante un clasificador de arenas. La arena es deshidratada y recogida en un contenedor.

Para la eliminación de las grasas, el equipo se completa con una zona de desengrasado y su correspondiente sistema de aireación.

El sistema conjunto desarenador-desengrasador aireado presenta, además, la ventaja de unificar en un solo punto la extracción y retirada de este tipo de residuos, lo que produce un menor impacto estético y facilita notablemente las operaciones de mantenimiento.

El control eléctrico de la planta está completamente automatizado regulándose en función del nivel de agua. El funcionamiento del desarenador se regula por un temporizador.

A continuación se describen las características del pretratamiento adoptado:

Pretratamiento	<p>Tipo:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Compacto <p>Nº de unidades</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 1 ud <p>Dimensiones unitarias del depósito:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 5,254×1,177×3,488 m <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ AISI-304 L <p>Dimensiones por unidad del desarenado-desengrasado:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 4,500×1,100×1,908 m <p>Soplantes:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ 1+1 de 12 m³/h a 4 m.c.a <p>Extracción de arenas por línea</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Tornillo horizontal de 0,55 kw▪ Tornillo inclinado de 0,55 kw
----------------	--

Todas las instalaciones mencionadas anteriormente, así como el sistema de concentración de grasas, se alojan dentro de un edificio.

4.6. REACTOR BIOLÓGICO

4.6.1. Introducción

Sometida ya el agua bruta a un Pretratamiento inicia ahora su recorrido por un tratamiento biológico más perfecto y complejo y en el que básicamente se trata de reducir la materia orgánica que lleva consigo el agua. El método más habitual y por el que finalmente nos hemos inclinado es el conocido por "fangos activados" que consiste, en esencia, en aportar oxígeno a las aguas y mantener en suspensión, a una muy alta concentración, microorganismos (bacterias, protozoos, etc.) que se desarrollan merced a ese oxígeno introducido y a la materia orgánica de la que se nutren.

A continuación desarrollamos más ampliamente el fundamento de este proceso.

Concepción del tratamiento de aeración prolongada

La depuración biológica tiene como objetivo principal la transformación de las materias orgánicas, disueltas o coloidales, presentes en las aguas residuales, en materias decantables separables del agua depurada. Esta transformación es posible por la utilización de microorganismos aerobios, aglomerados en copos libres en el medio líquido.

La importancia global de la contaminación orgánica puede definirse por la DBO_5 (Demanda Biológica de Oxígeno medida a los cinco días del agua).

En el curso del tratamiento, una fracción de la materia orgánica se oxida para la obtención de energía vital. Otra fracción de las materias disueltas o coloidales es coagulada por las enzimas segregadas por los microorganismos o absorbidas por los copos. Esta fracción no está o está poco oxidada, pero puede eliminarse por decantación.

Finalmente, una pequeña parte es arrastrada con el agua depurada, de forma más o menos estabilizada. La energía vital sirve a la formación de protoplasma celular y a la constitución de las reservas.

Ensayos realizados en laboratorio, en los cuales se ha procedido a airear una muestra del agua residual sembrada de antemano con unos fangos activados, para posteriormente medir parámetros tales como: masa de fangos activados, DBO₅ eliminada, necesidades instantáneas de oxígeno etc., nos han permitido conocer mejor los distintos aspectos del metabolismo bacteriano. Como conclusión, podemos distinguir tres fases de crecimiento:

La fase 1 de Crecimiento logarítmico, está caracterizada por un crecimiento muy rápido de la masa de los fangos activados y una disminución correlativa de la DBO₅. Hay síntesis de nuevas células (fangos activados). Esta síntesis está acompañada de la transformación en forma de oxidación de una parte de materia orgánica, en productos estables: CO₂ y H₂O.

La fase 2 de Crecimiento desfalleciente, se caracteriza por la insuficiencia de la nutrición con respecto a la masa de fangos. Estos últimos, para crecer, deben consumir de su propia sustancia. Hay aproximadamente tantas células que participan en la elaboración de otras nuevas como células que son transformadas en productos finales; la masa de los fangos se mantiene estacionada.

La fase 3 o Endógena en la que los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma, sin reposición del mismo ya que la concentración del alimento disponible se halla en un mínimo.

Al tratarse de un proceso del tipo aireación prolongada, se trabaja en la zona de metabolismo endógeno.

En una instalación de tratamientos por Fangos Activados, alimentada en continuo, los copos de fangos son "de todas las edades", puesto que hay producción continua de nuevas células y purga de fangos en exceso.

En este tratamiento, no hay que perder de vista que, por el hecho de la presencia de copos de edad muy variable, se desarrollan simultáneamente unos procesos de construcción (síntesis protoplasma) y proceso de destrucción (degradación celular) teniendo los primeros

más amplitud que los segundos.

Aplicación del principio de la depuración biológica por aeración prolongada

Las reacciones de transformación de las materias orgánicas se hacen por óxido-reducción y, así es necesario procurar oxígeno a estas reacciones por un procedimiento apropiado. Por razón de economía, este oxígeno es tomado de la atmósfera, por un dispositivo de transferencia. Un dispositivo de regulación puede variar la cantidad de oxígeno distribuido, en función de las necesidades, como se verá más adelante.

Estas reacciones de oxidación tienen lugar en una cuba llamada de asimilación o reactor biológico, en la cual las aguas brutas se estacionan algunas horas. Las aguas que salen de la cuba de asimilación se llevan después a un clarificador, donde el agua depurada es separada de los Fangos Activados.

Para alcanzar el rendimiento de depuración deseado, hay que adaptar correctamente el peso de los Fangos Activados, presentes en el sistema, al peso diario de DBO_5 admitido en la cuba de asimilación. La relación de estas dos magnitudes, que se expresa en $\text{kg DBO}_5/\text{kg MS}$, se denomina "Carga Másica". En nuestro caso el reactor es de baja carga siendo la carga másica total $0,06 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MLSS/d}$.

El ideal sería regular la concentración de los fangos en el depósito de activación con un valor muy elevado. De hecho, la experiencia muestra que la clarificación final puede funcionar correcta y económicamente, aunque la concentración de las cubas de aireación sea demasiado elevada, en razón de los límites aceptables de la carga en materia seca.

Las concentraciones habituales que se pueden mantener en los depósitos de aireación son generalmente inferiores a 3.500 ppm cuando se habla de procesos de media carga, y superiores cuando se trata de aireación prolongada; en nuestro caso se adoptan una concentración máxima en la balsa de 3.500 ppm, aunque podría elevarse esta concentración aumentando la edad del fango y bajando la carga másica si se desea, es decir, queda un margen amplio de maniobra de proceso.

Para mantener tales concentraciones en los depósitos de aireación es necesario proceder a una recirculación de los fangos activados captados en el clarificador. La experiencia y el cálculo enseñan que el caudal de recirculación debe ser sensiblemente igual al caudal medio de las aguas admitidas en las cubas de aireación.

La extracción de fangos en exceso debe asegurarse de manera que se mantenga en las cubas de aireación una carga másica casi constante en el curso de la jornada.

Instalaciones precisas para el tratamiento biológico de aeración prolongada

De acuerdo con el proceso que se acaba de definir, el tratamiento biológico se descompone en dos fases:

- Aireación
- Clarificación

De la Aireación o Activación se acaba de hablar extensamente; por otra parte la Clarificación tiene por objeto una sencilla operación destinada a retener los fangos antes del vertido de las aguas.

Para una depuración conveniente, importa que la población bacteriana sea lo suficientemente numerosa para transformar todos los elementos de contaminación contenidos en las aguas residuales. Así, para mantener una colonia importante de fangos activados, los que han sido recogidos por la clarificación son devueltos al depósito, hecho que constituye la Recirculación. De todos modos, como por efecto de la aportación de la contaminación, la colonia tiende a crecer, interesa eliminar una parte de estos fangos que entonces se llaman Fangos en Exceso. En consecuencia, los elementos básicos que aparecen en todo Tratamiento Biológico son la cuba de asimilación o de aireación y el clarificador secundario.

La cuba de aireación recibe el efluente del pretratamiento y los fangos de recirculación del clarificador secundario. Éste a su vez, recibe el agua de la cuba de aireación y los fangos extraídos en él se distribuyen a la cuba (fangos de retorno) o a las instalaciones de fangos biológicos (fangos en exceso).

4.6.2. Reactor biológico

El proceso adoptado es una aireación prolongada, variante del tratamiento convencional de fangos activos, en el que existe una zona anóxica donde se inicia el proceso aerobio de tratamiento, gracias al oxígeno suministrado en forma de NO_2 y NO_3 , procedente del licor mezcla recirculado desde la parte final de la zona óxica, donde se ha realizado el proceso de nitrificación.

Los volúmenes de los reactores biológicos, condiciones de operación y sistema de aportación de aire, se dimensionan para una concentración de nitrógeno total final inferior a 15 mg/l, considerando una temperatura de operación de 12°C.

Se diseña un canal de oxidación en el que existen dos zonas diferenciadas denominadas: Anóxica y Óxica. Éstas se determinan a partir de los siguientes datos:

PARAMETROS DE DISEÑO		
Carga másica <	0,1	KgDBO ₅ /KgMLSS/día
Edad del fango >	17	días
TRH >	24	h

La balsa tiene un volumen de 554 m³, con una altura de agua de 5,00 m. Se dispone como un anillo concéntrico con el decantador secundario, y tiene un diámetro exterior de 14,60 m e interior de 7,6 m. A continuación se resumen los parámetros de funcionamiento de este proceso, así como las dimensiones de cada zona del reactor biológico:

- Sistema de tratamiento	Aireación prolongada	
- Tipo de balsa	Canal de oxidación	
- Concentración de SS de entrada	320	mg/l
- Concentración DBO ₅ entrada	400	mg/l

- Concentración DBO ₅ salida	25	mg/l
- Rendimiento depuración biológica	93,8	%
- Temperatura de cálculo	12	°C
- Concentración MLSS	3.500	ppm
- Carga másica	0,064	kg DBO ₅ /kg MLSS
- Edad del fango	22,18	días
- Tiempo de retención hidráulica	42,88	h
- Volumen total	554	m ³
- N° de líneas	1	ud
- Volumen unitario	554	m ³
- Dimensiones unitarias por línea:		
. Diámetro exterior	14,60	m
. Diámetro interior	7,60	m
. Altura útil	5,0	
- Zonas anóxicas:		
. N° compartimentos por línea	1	ud
. Volumen zona anóxica por balsa:	222	m ³
- Zonas óxicas:		
. N° compartimentos por línea	1	ud
. Volumen zona óxica por balsa:	332	m ³

La configuración hidráulica del sistema garantiza que, frente a las normales variaciones del caudal, la superficie de licor mezcla no varía más de 30 mm, y que esta variación no tiene influencia en el rendimiento del sistema de aportación de oxígeno.

La cuba se proyecta con una guarda hidráulica suficiente (0,5 m.), a fin de evitar salpicaduras y proyecciones de fangos y espumas.

En la parte superior de la balsa se dispone una pasarela para sustentar el agitador, de modo que no existan interferencias en el funcionamiento de éste con el aire aportado por los difusores. Desde esta pasarela se permite también el acceso al puente rodante del clarificador central.

La zona óxica, necesaria para nitrificar el nitrógeno amoniacal y la estabilización de fangos, se caracteriza por el aporte de oxígeno externo. Los sistemas de aireación garantizan una agitación de los fangos aireados en la zona óxica que impide la formación de sedimentos. Se ha estudiado el sistema de regulación de la aportación de aire en la zona óxica, según la capacidad de la planta y los condicionamientos específicos de cada caso en concreto. La regulación se hace en función del oxígeno disuelto en el reactor biológico.

Para el cálculo de las necesidades de oxígeno se han considerado, una punta de caudal de 2,4, una punta de contaminación de 1,0 y una temperatura de 24 °C.

Los parámetros de aeración y los equipos instalados son:

- Necesidades de oxígeno teóricas en condiciones punta	11	kg O ₂ /h
- Coeficiente de transferencia global	0,446	
- Necesidades totales de aire punta	350	Sm ³ /h
- Sistema de aeración	Soplantes	
- Numero de unidades	1+1	ud
- Caudal unitario	350	Sm ³ /h
- Tipo de difusores	Membranas	
- Número de difusores por línea	72	ud
- Número de agitadores por línea	1	ud
- Potencia de los agitadores:	2,3	kw

La zona anóxica, necesaria para desnitrificar los nitratos generados en la zona óxica, se caracteriza por la ausencia de aporte de oxígeno externo y solo dispondrá del aportado por los nitratos.

Para que el proceso se lleve a cabo con los máximos rendimientos, es necesario garantizar que los microorganismos responsables del mismo tienen acceso al sustrato disponiendo del correspondiente sistema de agitación que garantice la circulación de licor mezcla.

4.7. CLARIFICACIÓN

4.7.1. Introducción

Su principal objeto es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido, además de permitir la recogida de parte de microorganismos arrastrados por la corriente de las aguas a la salida de la aireación y que han de ser reintroducidos de nuevo en ella para mantener constante su alta concentración.

Esta recirculación es variable ya que también lo es la carga contaminante de entrada, por esta razón y por sencillez se explica la necesidad de un clarificador independiente. Su principio de funcionamiento es análogo al de un decantador primario y sigue la teoría de Kinch, variando los parámetros de diseño al ser también muy distintas las características del agua, especialmente la carga de sólidos en suspensión y la naturaleza floculante de los lodos activados.

4.7.2. Clarificación y extracción de flotantes

Se proyecta un decantador de Ø 7,0 m y 3,5 m de altura de agua en la zona de vertedero. En cuanto a tipología de funcionamiento es de gravedad, con rasquetas de fondo de accionamiento radial.

Tipo	De gravedad	
Forma	Circular	
Nº de unidades	1	Ud
Dimensiones unitarias:		
. Diámetro	7,0	m
. Altura útil en vertical vertedero	3,5	m
Recogida agua clarificada	Canal interior con vertedero	
Volumen unitario	134,70	m ³

La recogida de espumas y flotantes se realiza mediante una rasqueta superficial dispuesta en el puente que envía dichos flotantes hacia una tolva de recogida sumergida, situada en el perímetro del decantador y unida mediante tubería con una arqueta exterior. Esta salida se encuentra aislada mediante válvula automática que se acciona por medio de un contactor cuando el puente se encuentra cercano a la tolva.

Recogida de flotantes	Rasquetas en superficie
Sistema de extracción	Válvula automática
Evacuación	A concentración grasas
Bombeo	2 ud; 10 m ³ /h a 10 m.c.a.
Tipo de bombas	Sumergibles

Las rasquetas irán provistas de labios de goma sintética y arrastrarán los fangos hacia un pozo.

Los carros móviles son fácilmente accesibles y tendrán un sistema de paro frente a obstáculos.

El colector y las escobillas centrales, están debidamente protegidos contra vientos y aguas racheadas.

4.7.3. Recirculación de fangos

Los fangos producidos en el tratamiento biológico de aieración prolongada son recirculados, en parte, a la cuba de aireación, con objeto de mantener de este modo la concentración de MLSS necesaria, y la carga másica prevista. Otra parte de los fangos producidos, los que exceden del caudal de recirculación y no son necesarios en ésta, son enviados a su destino correspondiente, el espesador de gravedad.

El caudal de recirculación de fangos es función del caudal medio sobre 24 horas, de la concentración de MLSS que se pretende mantener para garantizar la carga másica correspondiente, y del índice volumétrico de fangos.

Los fangos a recircular, purgados del clarificador, son conducidos por gravedad hasta una arqueta donde se inicia la elevación de los fangos de retorno, el cual se realiza con bombas sumergibles.

Para el cálculo de la capacidad de recirculación se ha considerado que la concentración en los fangos extraídos del clarificador es de 8 kg/m^3 y que la concentración de MLSS a mantener en el reactor es de $3,5 \text{ kg/m}^3$. La capacidad de recirculación máxima adoptada es de un 155 % del caudal medio que supera ampliamente las necesidades teóricas.

Los fangos recirculados se dirigen a cabecera de aireación a través de tubería que desemboca en la entrada a la balsa.

Para controlar el caudal de recirculación se ha previsto en la línea de retorno a la cuba un medidor de caudal electromagnético de forma que, conociendo en todo momento el caudal, puede aportarse el volumen necesario. Con este objeto las bombas se equipan con un variador de frecuencia.

Nº de bombas	1 + 1	ud
Caudal unitario	20	m ³ /h
Potencia	1,5	kW
Altura manométrica	5	m

4.7.4. Bombeo de fangos en exceso

Los fangos biológicos en exceso, se bombean al espesamiento mediante bombas sumergibles.

Las bombas previstas para el bombeo de fango en exceso aspiran de la misma arqueta que las bombas de fangos en recirculación.

La extracción se ha previsto en 3 horas funcionando una bomba. Al ser el destino final el espesador de gravedad, no se necesita que este tiempo sea mucho más amplio, como suele ser recomendable cuando el destino final es un espesador de flotación.

Nº de bombas	1 + 1	ud
Caudal unitario	5	m³/h
Potencia	1,7	kW
Altura manométrica	10	m

4.8. MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA TRATADA

El efluente de la clarificación es conducido por medio de una tubería de 160 mm de diámetro a un depósito de agua tratada. En dicha conducción se instalara un medidor de caudal electromagnético que permitirá conocer en todo momento el caudal de agua tratada en la E.D.A.R.

Existirá un grupo de presión de 10 m³/h a 5,00 Kg/cm² que tomara agua del depósito de agua tratada destinada a satisfacer la demanda prevista para los diferentes procesos y servicios.

4.9. TRATAMIENTO DE FANGOS

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen por objeto transformar las materias contaminantes disueltas en materias sedimentables y separar éstas, junto con las originalmente decantables, de las aguas, consiguiéndose la estabilización de la materia orgánica.

Estas materias, llamadas habitualmente fangos pueden seguir dos caminos distintos. Parte se envía a la cuba de aireación, para así mantener en ella una alta concentración de microorganismos (recirculación) y otra parte (activados en exceso) han de ser extraídos del sistema.

El almacenamiento de estos fangos sin tratamiento ocuparía una gran superficie y sería origen de malos olores. El tratamiento de fangos tiene, así pues, por finalidad:

- Reducir el volumen de almacenamiento por medio de una operación de espesamiento y deshidratación.
- Poner en el almacenamiento un producto estabilizado, es decir, poco propenso a dar malos olores. Esto supone que las sustancias orgánicas biodegradables de los fangos habrán sido destruidas biológicamente (al menos parcialmente) o estabilizadas mediante tratamiento químico o térmico, e incluso destruirlas totalmente por medio de la incineración.

Son posibles dos métodos, en general, para estabilizar biológicamente un lodo:

- La digestión anaerobia, que da lugar a desprendimiento de metano, con inversiones iniciales importantes, con gastos de explotación reducidos y posibilidad de recuperación de energía.
- La digestión aerobia, que consiste en airear fuertemente los fangos, sin aportación de un nuevo sustrato. Los fangos activados sobreoxigenados, utilizan sus propias reservas como fuente de nutrición y se auto-destruyen por respiración endógena. Los gastos de inversión son menos importantes que los relativos a la digestión anaerobia, al igual que los costes de mantenimiento y explotación, a excepción de los gastos energéticos que son más elevados.

La deshidratación puede realizarse:

- Mediante secado natural en lechos al aire libre.
- Mediante un procedimiento artificial: filtración al vacío, centrifugación, filtros prensa, filtro de banda, etc.

En el presente proyecto, se ha optado por los siguientes procesos:

- Espesamiento por gravedad de los fangos estabilizados.
- Deshidratación del fango estabilizado mediante centrífuga.

4.10. ESPESAMIENTO DE FANGOS

Los lodos digeridos, extraídos del clarificador, antes de su deshidratación son sometidos a un proceso intermedio de espesamiento, con la finalidad de reducir el volumen de fangos mediante su concentración, eliminando parcialmente el agua de arrastre.

Estas operaciones de espesado comportan las siguientes ventajas:

- Reducción de la capacidad de los tanques posteriores y de los equipos correspondientes
- Reducción y mejora de los equipos y funcionamiento de la deshidratación de fangos.

Para el espesamiento de los fangos estabilizados, se ha optado por un espesador de gravedad con puente.

Se considera una concentración de salida del fango inferior o igual a 30 kg/m³.

El espesador es de diámetro 4,0 m., con 3,0 m de altura cilíndrica útil.. Desde el cono central se extrae el fango mediante los equipos del bombeo de fangos a deshidratación. El aislamiento de la tubería de purga es mediante válvula manual.

Nº de unidades	1	ud
Tipo	De gravedad circular con puente	
Cubierta	PRFV	
Diámetro	4,0	m
Calado en el borde	3,0	m
Tiempo de retención hidráulica	172,04	h

4.11. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

4.11.1. Introducción

Una vez conseguida la estabilización de los fangos, éstos se someten a un proceso de deshidratación, que reduce el de volumen y facilita el manejo.

En la planta proyectada se prevé realizar la deshidratación de los lodos mediante centrífuga con la que se obtendrá la sequedad de los fangos requerida.

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- Bombeo fangos a deshidratar
- Acondicionamiento de fangos
- Centrífuga

4.11.2. Centrífuga

Se prevé la instalación de una centrífuga con capacidad de 4 m³/h, suficiente para tratar el caudal de fangos generado.

Para acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico.

Este reactivo, que se suministra en polvo, se prepara en un equipo de preparación compacto automático con cuba, dosificador y dos electroagitadores, con capacidad de 450 l, hasta conseguir su dilución de solución madre (0,5 %). La salida de la cuba alimenta a dos bombas dosificadoras de tornillo, una de ellas en reserva, de 200 l/h a 20 m.c.a.

Los fangos, procedentes del espesador son aspirados por dos bombas de tornillo helicoidal, una de ellas en reserva de 6 m³/h.

Los fangos secos son posteriormente retirados hasta un contenedor de 5 m³, la cual proporciona un tiempo de almacenamiento de más de 7 días en el peor de los casos.

En la zona de deshidratación, se ha instalado un polipasto para facilitar el desplazamiento de maquinaria, permitiendo así la instalación y reparación de los equipos.

4.12. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL

4.12.1. Características del emplazamiento y Movimiento general de tierras

La ubicación prevista para la E.D.A.R. se sitúa al suroeste del núcleo urbano de Pozoamargo, en las parcelas 377 y 378 del polígono 11 situadas a unos 1.700 metros de su término municipal.

El movimiento de tierras consiste en un desbroce de 3.100 m² aproximadamente, una excavación de 750 m³ y 450 m³ de terraplén.

4.12.2. Características geotécnicas del terreno

Los terrenos donde se ubicarán las instalaciones tienen capacidad portante suficiente para cimentar los diferentes elementos.

4.12.3. Cimentaciones

En una E.D.A.R. hay que distinguir principalmente dos tipos de estructuras:

- depósitos de aguas y
- edificaciones

En función de las consideraciones enunciadas se han adoptado los siguientes tipos de cimentación:

Depósitos de agua

Se proyecta una cimentación superficial mediante losa continua de hormigón, o zapata corrida bajo muro.

Con motivo de mejorar y homogeneizar el nivel de apoyo de las cimentaciones de los depósitos se dispone bajo las soleras de los mismos, una capa de 0,10 m de hormigón de limpieza.

Edificaciones

Las cimentaciones del edificio industrial y del edificio de control se plantean mediante el empleo de zapatas debidamente arriostradas.

4.12.4. Estructuras

Depósitos de agua

Están proyectados en su totalidad en hormigón armado HA-30/P/20/IV, con los espesores adecuados en función de los esfuerzos que deben soportar. Siempre consideramos fisuración en ambiente IV + Qb.

Como acciones hay que considerar: el empuje hidrostático interior y el empuje del terreno exterior.

Hemos utilizado muros rectos de sección continua para evitar complicaciones en el momento de su construcción.

El caso más desfavorable en hormigón armado se nos ha presentado en el tratamiento biológico, con muros de 0,30 m de espesor, con una altura de agua de 5,00 m.

En los depósitos circulares consideramos el efecto anillo, disponiendo armaduras circulares horizontales trabajando a tracción que hacen disminuir el esfuerzo de flexión de las armaduras verticales.

Edificaciones

La estructura de edificios estará formada por los siguientes elementos:

- Estructura entramada mediante pilares y vigas de hormigón armado.
- Forjados unidireccionales.
- Solera en la planta inferior de hormigón ligeramente armado, apoyada directamente sobre el terreno a través de una capa de enchado de piedra de machaqueo.
- Las bancadas de elementos mecánicos que transmitan cargas importantes, llevarán su propia cimentación independiente de la solera de la planta inferior.

4.12.5. Edificaciones y características de las mismas

Existe un único edificio en la planta, el edificio de pretratamiento y explotación, se proyecta en una planta con la siguiente distribución:

-
- Sala de deshidratación
 - Zona de soplantes
 - Sala de C.C.M.
 - Zona de pretratamiento.

La superficie total construida es de 272 m².

Las calidades ofertadas son:

- Cerramiento mediante ladrillo ½ a revestir + cámara + l.h.s., enfoscado y pintura pétrea exterior.
- Cerramiento mediante ladrillo de 1 pie de espesor enfoscado y pintura pétrea exterior.
- Cubierta plana realizada con: formación de pendientes mediante hormigón celular (peso específico inferior a 1000 kg/m³), mortero de cemento de 2 cm. de espesor, imprimación e impermeabilización mediante lámina asfáltica y acabado con gravilla de 5 cm
- Carpintería de aluminio lacado en ventanas, con vidriería climalit.
- Carpintería de aluminio lacado en acceso principal.
- Carpintería metálica en acceso zonas industriales.
- Puertas interiores de madera con hoja lisa acabado melanina.
- Solado continuo de cemento en zonas industriales.
- Enfoscado en zonas industriales.
- Instalaciones de agua fría, caliente, desagües y electricidad.

4.12.6. Conducciones interiores

Se han proyectado las siguientes redes de tuberías:

- Red de agua
- Red de fangos
- Red de vaciados y pluviales

- Red de agua potable e industrial

La red de tratamiento de agua se proyecta en fundición, acero inoxidable y P.V.C. corrugado.

La red de fangos es de fundición y acero inoxidable.

La red de vaciados y pluviales en P.V.C. presión y (PEAD) polietileno de alta densidad. La red de está formada por sumideros y pozos de registro unidos por los colectores de los materiales mencionados.

La red de agua potable e industrial se resuelve con tubería de polietileno, además del trazado para distribuir por el interior de la planta se incluye la conexión necesaria con la existente. Cabe indicar que para la llegada del agua potable hay que ejecutar una hincia bajo la A-31 que está definida en el presupuesto.

Los diámetros y disposiciones de cada una de estas redes se pueden ver en los planos correspondientes.

4.12.7. Urbanización y acceso.

El firme principal de la calzada estará formado por:

- 15 cm de sub-base de zahorra artificial compactada.
- 20 cm de base de zahorra artificial compactada.
- Riego de imprimación.
- Capa de rodadura de 5 cm M.B.C.

Se disponen aceras de baldosa hidráulica de 20x20 cm. dispuestas alrededor de los edificios proyectados y con una anchura de 1,20 metros.

Los bordillos que limitan las calzadas son de hormigón prefabricado.

Cerramiento de parcela con enrejado galvanizado de simple torsión de 2,00 m. de altura, malla de 40 x 40 mm, postes de tubo de acero galvanizado cada 3,00 m., con cimentación corrida de 0.30 x 0.30 de hormigón en masa.

Puerta corredera metálica en el cerramiento de la parcela, de 5,00 m. de anchura total y 2,50 m. de altura con apertura automática.

Puerta metálica para acceso peatonal a la parcela de 1,00 m. de ancho y 2,50 m. de altura.

4.12.8. Jardinería

La zona de la parcela libre de aparatos y edificios se ajardinará mediante la plantación de césped, árboles y arbusto de hoja perenne.

Las especies ofertadas serán propias de la zona o de fácil adaptación a la misma.

4.13. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN ALTA Y BAJA TENSIÓN

En el anejo N° 7 “Cálculos eléctricos, automatismo y control” se incluyen los Proyectos Eléctricos redactados para estas obras, en los cuales se desarrolla y describen las instalaciones de Alta y Baja tensión que se proyectan para dar servicio a las nuevas instalaciones.

4.14. INSTRUMENTACION Y CONTROL

En el anejo N° 7 “Cálculos eléctricos, automatismo y control” se incluye el Proyecto Eléctricos para las instalaciones de Baja Tensión, en el cual se desarrolla y describen las instalaciones de automatismo y control recogidas en este proyecto.

4.15. SERVICIOS GENERALES

Red de agua industrial

Se ha dispuesto un sistema de provisión de agua de servicios procedentes del agua tratada y en conexión con el sistema de agua potable y de servicios.

Para el cálculo y dimensionamiento de las instalaciones precisas, se han tenido en cuenta la previsión de consumos para la red de servicios, red de riego y dilución de reactivos.

La toma de agua tratada se realiza en la arqueta de agua tratada situada a la salida del decantador. Desde esta arqueta el agua pasa por gravedad al depósito de agua tratada. De este depósito aspiran las motobombas de agua del grupo de presión para la red de servicios.

El grupo de presión, está formado por dos grupos electrobombas verticales multicelulares de 10 m³/h de caudal unitario a 5 kg/cm² de presión, de donde parte la red de agua de servicios.

Se dispone un filtro autolimpiante de 200 µ de luz de malla.

Red de riego y de servicios

Se dispone una red general de distribución de agua filtrada para riego, de las superficies ajardinadas, limpieza de edificios, e instalaciones, y acometida de agua a presión a conducciones de fangos, grasas y reactivos.

Esta red, en conducción de polietileno, recorre la parcela de la estación depuradora distribuyéndose mediante ramales hasta los puntos más alejados.

Se disponen una serie de bocas de riego dotadas de válvula y racord, así como de mangueras de riego y de limpieza.

Para limpieza de edificios industriales se instala, partiendo de la red general de distribución una red de agua de servicios en polietileno e interiormente en acero galvanizado con puntos de toma dotados de válvula y conexión para manguera en aquellos puntos en los que prevé una atención más cuidada.

Igualmente y para inyección de agua a presión a las conducciones de fangos, grasas y reactivos, se dispone de unas conexiones con la red de agua a presión, dotadas de válvula, de aislamiento.

Red de aire de servicio

Se instalará un compresor en el punto de consumo de la planta, de 190 l/min con calderín de 24 l para alimentación a la válvula neumática de purga de flotantes de decantación secundaria.

Red de vaciado y reboses de tanques

Se ha dispuesto una red general de vaciados de tanques, de manera que todos los aparatos puedan vaciarse a través de una red de tuberías hasta el by-pass general o a cabeza de instalación.

5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

DOCUMENTO N° 1. MEMORIA Y ANEJOS

I. MEMORIA

1. INTRODUCCION
2. DATOS DE PARTIDA
3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA
4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES
5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO
6. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
7. REVISION DE PRECIOS
8. PRESUPUESTOS
9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA
10. CONCLUSION

II. ANEJOS

ANEJO N° 1. DATOS BASICOS

ANEJO N° 2. GEOTECNIA

ANEJO N° 3. TOPOGRAFIA

ANEJO N° 4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO N° 5. CALCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO N° 6. CALCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO N° 7. CALCULOS ELECTRICOS, AUTOMATISMO Y CONTROL

ANEJO N° 8. CALCULOS FUNCIONALES

ANEJO N° 9. RESUMEN DE LAS VARIABLES DEL PROYECTO

ANEJO N° 10. CONTROL DE CALIDAD

ANEJO N° 11. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO N° 12. ESTUDIO DE COSTES DE EXPLOTACION

ANEJO N° 13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO N° 14. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO N° 15. ANEJO DE EXPROPIACIONES

ANEJO N° 16. PLAN DE OBRA

ANEJO N° 17. NORMATIVA DE VERTIDO AL ALCANTARILLADO

DOCUMENTO N° 2. PLANOS

DOCUMENTO N° 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

3.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS

DOCUMENTO N° 4. PRESUPUESTOS

4.1. MEDICIONES

4.2. CUADRO DE PRECIOS N° 1

4.3. CUADRO DE PRECIOS N° 2

4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.5. PRESUPUESTOS GENERALES

6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

Para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la clasificación:

Grupo K, subgrupo 8, Categoría e

Grupo E, subgrupo 1, Categoría e

7. REVISION DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1.757/1.974, de 31 de Mayo y en Decreto Ley 2/1.964 de 4 de Febrero y sus Normas Complementarias, los precios de las obras a que se refiere el presente proyecto serán revisables, a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9 de las recogidas en el Decreto 3.650/1970 de 19 de diciembre.

Abastecimiento y Distribución de agua. Saneamiento. Estaciones Depuradoras. Estaciones Elevadoras. Redes de Alcantarillado. Obras de Desagüe. Zanjas de Telecomunicación.

$$K = 0,33 \cdot \frac{H_t}{H_o} + 0,16 \cdot \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \cdot \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \cdot \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

En esta fórmula, los símbolos utilizados son:

- K = Coeficiente teórico de revisión por el momento de la ejecución t.
- H_o= Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.
- H_t= Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- E_o= Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación.
- E_t= Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- C_o= Índice de coste del elemento en la fecha de la licitación.
- C_t= Índice de coste del elemento en el momento de la ejecución t.
- S_o= Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- S_t= Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

8. PRESUPUESTOS

9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

El plazo de ejecución de las obras e instalaciones contemplados en este proyecto, viene reflejado en el correspondiente Plan de obra que se adjunta como anejo. Dicho plazo empezará a contar a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo.

El plazo de garantía será de DOCE (12) MESES a contar desde la recepción de las obras.

10. CONCLUSION

El presente proyecto es una obra completa, esto es, susceptible de ser entregada al uso a que se destine sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que puede ser objeto, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para su utilización, con lo que se cumple con lo dispuesto en el Artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas según R.D. 1098/2001.

Madrid, mayo de 2011

El Ingeniero Autor del Proyecto



Fdo.: D. Asensio Vicente Rodríguez Rodríguez
I.C.C..P. Colegiado n°: 22.841

El Ingeniero Director de las Obras

Fdo.: D. Sergio Briones Gómez

Conforme el Contratista



Fdo.: D. Rufino Martínez Campos