

ANEXO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº 06. ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNDICE

1- ANTECEDENTES. DATOS DE INTERÉS.....	1
2- CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	2
3- REQUISITOS A CUMPLIR.....	2
4- PLANTEAMIENTO ALTERNATIVAS A EVALUAR	3
4.1- CONDICIONANTES TÉCNICOS. SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA E.D.A.R.	3
4.1.1- Parámetros de diseño de la E.D.A.R.	3
4.1.2- Tipologías prioritarias. Criterios establecidos por EPSAR.....	4
4.1.3- Implementaciones concretas de las tecnologías. Elementos comunes y diferenciados.....	5
4.2- CONDICIONANTES SOSTENIBILIDAD. CRITERIOS A VALORAR	7
4.3- SELECCIÓN Y PROPUESTA DE UBICACIÓN PARA LA NUEVA E.D.A.R.....	8
4.3.1- Alternativas consideradas.....	8
4.3.2- Propuesta de ubicación para la nueva E.D.A.R.	13
5- DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS.....	14
5.1- ELEMENTOS COMUNES. PRETRATAMIENTO Y ALIVIO DE CAUDALES EN EXCESO	14
5.1.1- Desvío Colector General a entrada de planta.....	14
5.1.2- Pretratamiento. Obra de llegada	14
5.1.3- Tamiz aliviadero para el exceso de pluviales	15
5.1.4- Tamizado de finos.	16
5.1.5- Control caudal de entrada al tratamiento biológico.	16
5.2- TRATAMIENTO BIOLÓGICO.....	17
5.2.1- Alternativas basadas en Biodiscos	17
5.2.2- Aireación prolongada	18
5.3- ELEMENTOS COMUNES. TRATAMIENTO TERCIARIO.....	19
5.4- ALTERNATIVA 3. HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (HAFSS) COMO TRATAMIENTO Biológico principal	20
6- VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.	21

6.1- COSTES ESTIMADOS DE CONSTRUCCIÓN	21
6.1.1- Elementos comunes. Desvío Colector, Bombeo Agua Bruta, Pretratamiento	21
6.1.2- Tratamiento Biológico	21
6.1.3- Tratamiento y gestión de fangos.....	21
6.1.4- Elementos comunes. Tratamiento Terciario.....	22
6.1.5- Instalaciones eléctricas, automatización y control	22
6.1.6- Edificio, urbanización y camino de acceso	22
6.2- COSTES ESTIMADOS DE EXPLOTACIÓN	22
6.2.1- Gestión de fangos	22
6.2.2- Costes estimados de la energía eléctrica.....	24
6.3- COSTES DE AMORTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y EQUIPOS	25
6.3.1- Costes amortización estimados para la obra civil	25
6.3.2- Costes de amortización y mantenimiento de los equipos.	25
6.4- CRITERIOS SIN CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DIRECTA.....	26
6.4.1- Ocupación de Parcela y Mantenimiento del Servicio durante la construcción	26
6.4.2- Garantía de Servicio. Adecuación frente a variaciones de caudal y carga contaminante	27
6.4.3- Sostenibilidad de la solución. Estimación de la huella de carbono.....	28
6.4.4- Sostenibilidad de la solución. Valorización de residuos	28
7- VALORACIÓN GLOBAL Y PROPUESTA.....	29

1- ANTECEDENTES. DATOS DE INTERÉS

El municipio de Alcuablas, ubicado en la comarca de los Serranos en la provincia de Valencia, presenta las características típicas de las poblaciones del interior de la comunidad Valenciana (pequeño tamaño, despoblación progresiva, ausencia de industrias). Se destaca también:

- La proporción de núcleos diseminados no es significativa, concentrándose la población en el núcleo principal.
- Clima frío (cotas representativas entre +700, +800 m s.n.m.) con heladas de frecuencia anual en el entorno de la E.D.A.R. Las mayores cotas se localizan al noroeste, situándose el núcleo urbano en el ápice de un cono de sedimentación (cuenca del Barranco de las Tejerías) que se extiende hacia el sur y este del término.
- La mayor parte de los terrenos ubicados sobre dicho cono (zona al sur y este del núcleo urbano, prácticamente desde el límite de las viviendas) están calificados con Nivel de Peligrosidad 4 o Nivel de Peligrosidad Geomorfológico en la nueva cartografía de riesgo de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), incluyendo la traza de los colectores generales hasta el punto de vertido.
- Los efluentes generados por actividades agrícolas y ganaderas (almazara, cooperativa agrícola, granjas en suelo rústico) están desconectados de la red general de saneamiento.

El municipio cuenta con una Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.) basada en un sistema de filtración sobre lechos de turbas, operativo en su configuración actual desde 1998. Debido a la obsolescencia de la instalación se incumplen con frecuencia las prescripciones de la autorización de vertido, a pesar de que el caudal influente a la E.D.A.R. (menor de 100 m³/día en media anual los últimos nueve años) está por debajo del caudal de diseño de la planta, establecido en 220 m³/día.

La E.D.A.R. actual está ubicada en una parcela de propiedad municipal, con una superficie total de 2.250 m²; el Ayuntamiento de Alcuablas es propietario asimismo de la parcela adyacente, con una superficie catastral de 3.527 m², que en la actualidad dedica a gestión de residuos vegetales. La distancia al núcleo urbano es aproximadamente 1.100 m (950 m al polideportivo municipal, que es el elemento urbano más próximo). Ambas parcelas están situadas en T.M. de Andilla debido a que el límite municipal dista menos de cuatrocientos metros del casco urbano, y en zona calificada como de Nivel 4 de peligrosidad por inundaciones, por lo que su idoneidad debe validarse mediante estudio hidrológico de detalle.

2- CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Los criterios aplicados se ordenan en tres grandes grupos:

- .- **Urbanísticos:** Afectan a la elección de la parcela más adecuada entre las viables, y comprenden además de los parámetros estrictamente urbanísticos (calificación del suelo y restricciones de uso, propiedad, riesgo de inundación) la calidad de los accesos, interferencias con otras infraestructuras, proximidad a un punto de vertido viable y potencial respecto a futuras ampliaciones, así como parámetros de tipo ambiental (afección a zonas de especial protección, integración paisajística) e incluso económicos (p. ej. necesidad de ejecutar bombeos)
- .- **Técnicos:** Comprenden la selección de las tecnologías óptimas en cuanto a maximizar la garantía de servicio (cumplimiento de las prescripciones de vertido) y criterios de calidad aplicados a cada equipo concreto para optimizar tanto su durabilidad como su eficiencia energética o a la durabilidad de los materiales de obra civil (desde hormigones a soportes y tapas de registro).
- .- **Sostenibilidad:** Parámetros relacionados con los insumos de explotación de las instalaciones (energía, reactivos o repuestos, considerados como un residuo a minimizar) y con el potencial de valorización de los productos generados, que para una E.D.A.R. de pequeño tamaño como ésta se concreta en la reutilización del efluente en riego o labores agrícolas y en la gestión de fangos para mejora de la capacidad agrológica de los suelos.

Esta clasificación no es estanca; en todos los grupos subyacen tanto el componente económico (se evaluará para cada alternativa tanto su coste de implantación como el de explotación) como el técnico, y los parámetros técnicos y de sostenibilidad están muy imbricados entre sí.

3- REQUISITOS A CUMPLIR

Cada alternativa propuesta para su evaluación debe ser concordante con las siguientes prescripciones básicas:

- .- **EPSAR. Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.** (última versión abril de 2015). Este pliego establece, entre otras, las tipologías preferentes en función de la carga contaminante diaria (con el objetivo de minimizar los costes de explotación), los parámetros de calidad del efluente y esquemas concretos de implementación de equipos electromecánicos.
- .- **Confederación Hidrográfica del Júcar. Autorización de vertido vigente** (última actualización diciembre de 2005) para el efluente de la E.D.A.R.

EPSAR ha establecido prescripciones adicionales para el efluente en el caso de que el Organismo de Cuenca autorice la reutilización de aguas regeneradas en la E.D.A.R.

.- Escherichia coli	<	10 ufc/100 ml
.- Turbidez	<	5 NTU
.- SS	<	10 mg/l
.- DBO ₅	<	10 mg/l

Debiendo instalarse a la salida del terciario necesario para garantizar tales prescripciones un medidor de turbidez en continuo.

4- PLANTEAMIENTO ALTERNATIVAS A EVALUAR

4.1- CONDICIONANTES TÉCNICOS. SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LA E.D.A.R.

4.1.1- Parámetros de diseño de la E.D.A.R.

A partir de los datos de explotación de la planta correspondientes al periodo 2009 – 2017 y de las mediciones de aforo y analíticas de contraste realizadas ex profeso para este proyecto, la caracterización del influente a la E.D.A.R. es la siguiente:

Caudal de Diseño.....	200 m ³ /día
Sólidos en suspensión	300 mg/l
DBO ₅	300 mg/l
NTK.....	70 mg/l
Concentración en P total.....	15 mg/l

Con una carga contaminante de diseño de **60 kg DBO₅/d**, que expresada en habitantes equivalentes resulta **1.000 he**.

El influente es típicamente urbano, y no existen a fecha de hoy industrias localizadas en la población que puedan generar un vertido diferenciado.

Respecto a la estacionalidad, la media de la serie 2009 – 2017 (serie completa de caudales diarios) es de 85 m³/día, con una fuerte asimetría positiva que se refleja sobre todo durante el mes de agosto. Los incrementos de caudal durante los fines de semana o durante otros periodos vacacionales típicos son menos significativos.

Si se analiza la carga contaminante diaria a partir de la serie de muestras integradas realizada por la Asistencia de Control (setenta muestras entre enero de 2009 y enero de 2017, casi todas en días

laborables) la media resultante es de 40 kg DBO₅/d, pero con una diferenciación muy clara entre los valores anteriores a 2013 (media de 50 kg/d y valores de 120 kg/d para el percentil 95) y los valores posteriores (media de 20 kg/d y valor máximo 55 kg/d)

En cuanto a la calidad exigida al efluente a la salida del tratamiento biológico, el documento *Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.* de EPSAR establece los siguientes:

Sólidos en suspensión	≤ 20 mg/l
DBO ₅	≤ 20 mg/l
DQO	≤ 50 mg/l
Nitrógeno Total	≤ 15 mg/l
Fósforo total(*)	≤ 8 mg/l

(*) El límite indicado para el fósforo es el reflejado en la Autorización de Vertido.

Se plantea además como objetivo de sostenibilidad la reutilización en agricultura tanto de las aguas regeneradas efluentes de la E.D.A.R. como de los fangos biológicos, debiendo cumplir las aguas regeneradas los siguientes límites:

.- Escherichia coli	<	10 ufc/100 ml
.- Turbidez	<	5 NTU
.- SS	<	10 mg/l
.- DBO ₅	<	10 mg/l

4.1.2- Tipologías prioritarias. Criterios establecidos por EPSAR

El documento de EPSAR *Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.* establece los siguientes criterios generales, en función de la carga contaminante influente:

- .- E.D.A.R. entre **250 he** y **1.000 he**: Tanque Imhoff + Biodiscos + humedal artificial
Aireación prolongada
- .- E.D.A.R. más de **1.000 he**: Aireación prolongada

En este documento se indica además que la tipología irá *dirigida a minimizar los costes de explotación de las instalaciones*, y vendrá asimismo *condicionada por la parcela disponible y la estacionalidad de la población servida*, así como *la presencia de vertidos de origen industrial que condicionen la solución final*.

En este caso la carga contaminante de diseño está en el límite (1.000 he) por lo que se plantean las siguientes alternativas:

- .- **Alternativa 1:** Biodiscos (CBR; Contactor Biológico Rotativo) en una única línea de tratamiento biológico.
- .- **Alternativa 2:** Biodiscos en dos líneas paralelas de tratamiento.
- .- **Alternativa 3:** Aireación prolongada en una sola línea de tratamiento, dada la mayor flexibilidad de esta tecnología para tratar adecuadamente un rango amplio de caudales y cargas. Se propone la implantación más comúnmente adoptada, en base a un reactor circular en carrusel y decantador interior concéntrico, ejecutados ambos en hormigón armado.

En las tres alternativas se valorará, dependiendo de la parcela disponible, la implantación de un humedal artificial a la salida del tratamiento biológico como afino, reduciendo las cargas influentes y por tanto los costes de explotación del mismo.

Adicionalmente se valorarán técnicamente los parámetros requeridos para la implementación de un humedal artificial como solución base (Alternativa 4) al ser esta tecnología blanda la que mejor cumple el objetivo de minimizar los costes de explotación.

4.1.3- Implementaciones concretas de las tecnologías. Elementos comunes y diferenciados.

El documento de EPSAR *Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.* establece una serie de soluciones preferentes en cada fase del proceso, que deben ser validadas para cada una de las alternativas consideradas. Se reflejan aquellas con repercusión económica en la valoración de las alternativas propuestas:

4.1.3.1- Bombeos exteriores

Aplicable únicamente en implantaciones alejadas de la red actual de colectores.

Deberán estar equipados con grupos electrógenos de emergencia, sistema de telecontrol y telemando desde la E.D.A.R., controles de nivel y caudalímetro.

4.1.3.2- Aliviaderos de exceso por pluviales (entrada E.D.A.R.)

Aplicable a todas las alternativas contempladas.

Deberán estar equipados con una reja de desbaste automático y un sensor de detección de alivios cuya señal deberá enviarse al autómata de la E.D.A.R.

El documento especifica también que estos aliviaderos deben contar con un canal de by-pass para garantizar el funcionamiento hidráulico de los colectores ante una colmatación de las rejillas.

NOTA: Esta prescripción no es necesaria, previa justificación técnica, si se emplean rejillas de limpieza automática instaladas sobre vertederos laterales, ya que en caso de colmatación de la malla el exceso vierte sobre la propia reja.

4.1.3.3- Pretratamiento

.- Aplicable a todas las alternativas contempladas:

El pretratamiento sólo se cubrirá cuando haya zonas habitadas.

El desbaste se dimensionará para el caudal máximo en tiempo seco, mientras que el tamizado se dimensiona para el caudal punta de entrada al tratamiento biológico, disponiendo un alivio intermedio.

El tratamiento de residuos se realizará mediante tornillo transportador-compactador, y se diseñará un sistema de recogida de escurridos y baldeos.

Como regla general no se instalarán etapas de desarenado y desengrasado.

.- Aplicable a las alternativas con entrada desde bombeo:

La etapa de tamizado se realizará mediante tamiz rotativo.

Si el bombeo es una elevación en cabecera de planta se dispondrá un pozo de gruesos con una cuchara bivalva para extracción de residuos.

4.1.3.4- Tratamiento Biológico

Alternativas basadas en Biodiscos

El tanque Imhoff se sobredimensionará para asumir la etapa de desarenado y desengrasado.

NOTA: dada la rigidez de funcionamiento de los Biodiscos se considera adecuado sobre dimensionar adicionalmente el tanque para laminar las variaciones diarias de caudales y cargas influentes.

Aireación prolongada

Se instalarán sondas de amonio-nitratos y oxígeno disuelto para funcionamiento en ciclos.

Las soplantes deberán ir equipadas con variadores de frecuencia y cabinas de insonorización. Las salas deben estar insonorizadas adicionalmente, al igual que los huecos de ventilación y de aspiración.

La red de aire contará con válvulas de regulación automática del tipo tajadera con cierre en V o pentagonal (nunca tipo mariposa).

4.1.3.5- Decantación secundaria

Se diseñará mediante decantadores dinámicos, con velocidad ascensional de 0,35 – 0,40 m³/m².

Se dispondrán elementos para recogida de flotantes mediante buzones de tamaño mínimo 0,7 – 1,0 m y regulables en altura.

Alternativas basadas en Biodiscos

En pequeñas E.D.A.R., siempre que se implemente aguas abajo un humedal artificial para filtración se permite la instalación de decantadores lamelares o decantadores estáticos.

4.1.3.6- Tratamiento de Lodos

Como norma general, en E.D.A.R. de menos (hasta) 1.000 he de diseño se instalarán espesadores de lodos por gravedad y eras de secado o rizocompostajes, siempre que no haya zonas habitadas cercanas. Los espesadores deben disponer de una salida estándar para carga de camiones.

Para instalaciones mayores se instalarán espesadores de lodos y sistemas de deshidratación mecánica (centrífugas o tornillos deshidratadores, sin equipo de reserva).

Dado que la nueva E.D.A.R. de Alcuablas se diseña para 1.000 he y que la producción de fangos es muy dispar en función de la tipología contemplada, se plantean las siguientes opciones:

Alternativas basadas en Biodiscos

Espesado de fangos en el depósito multifuncional / tanque Imhoff previo al Biodisco.

Deshidratación mediante eras de secado.

Aireación prolongada

Espesado de fangos en depósito prefabricado.

En función de la disponibilidad de espacio para las eras de secado (opción preferente) se plantearía la opción de deshidratación mecánica.

Además, dadas las características climáticas de la zona, con heladas de frecuencia anual que pueden afectar al rendimiento de las eras de secado, se propone evaluar la idoneidad de un equipo de sacos filtrantes para operar durante los meses de invierno.

4.2- CONDICIONANTES SOSTENIBILIDAD. CRITERIOS A VALORAR

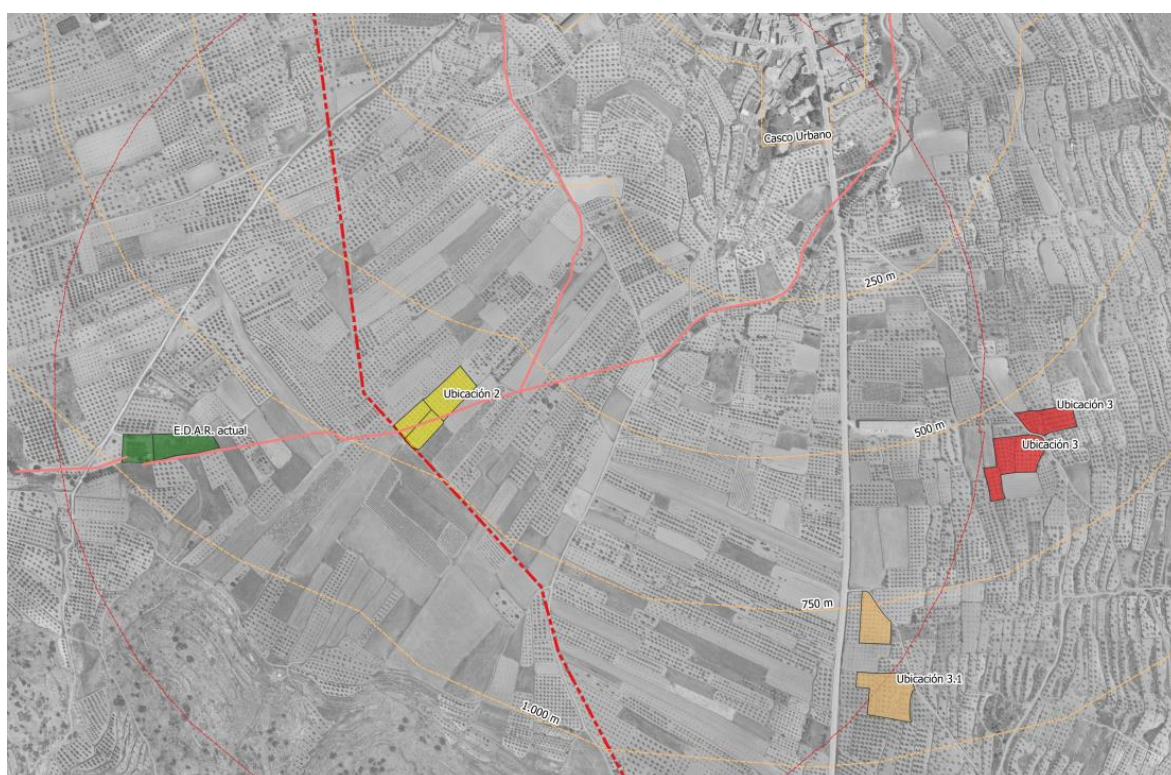
Los criterios a valorar están relacionados con los insumos de explotación (consumos energéticos, consumos de reactivos, personal y desplazamientos) tanto en función de su coste como de su impacto medioambiental (estimación de la huella de carbono; costes medioambientales de fallos de servicio, incluyendo el mantenimiento del servicio durante la construcción) con la potencialidad de cada propuesta para generar recursos (reutilización de agua regenerada y de fangos en agricultura).

4.3- SELECCIÓN Y PROPUESTA DE UBICACIÓN PARA LA NUEVA E.D.A.R.

4.3.1- Alternativas consideradas

4.3.1.1- Parcela de la E.D.A.R. actual

Tal y como se ha indicado Alcublas cuenta con una E.D.A.R. en operación y el Ayuntamiento es propietario de la parcela adyacente, con una superficie adicional de 3.500 m², por lo que la superficie conjunta de ambas parcelas es suficiente para la implementación requerida en cualquiera de las tipologías evaluadas (mínimo 2.000 m², más las superficies relativas a humedales de afino). Las ventajas e inconvenientes de esta ubicación son:



Mapa 1: Ubicación de la parcela de la E.D.A.R. actual (verde) y parcelas alternativas.

Ventajas:

No es necesario modificar (y obtener autorización) para un nuevo punto de vertido.

No es necesario expropiar o adquirir suelo para emplazar la nueva E.D.A.R.

El camino de acceso es adecuado (aunque mejorable en cuanto a firme) para el tráfico de vehículos pesados durante la construcción y la explotación (gestión de fangos).

No se requieren modificaciones significativas en la red de colectores generales.

Hay una conexión eléctrica operativa (acometida en Media Tensión y Transformador).

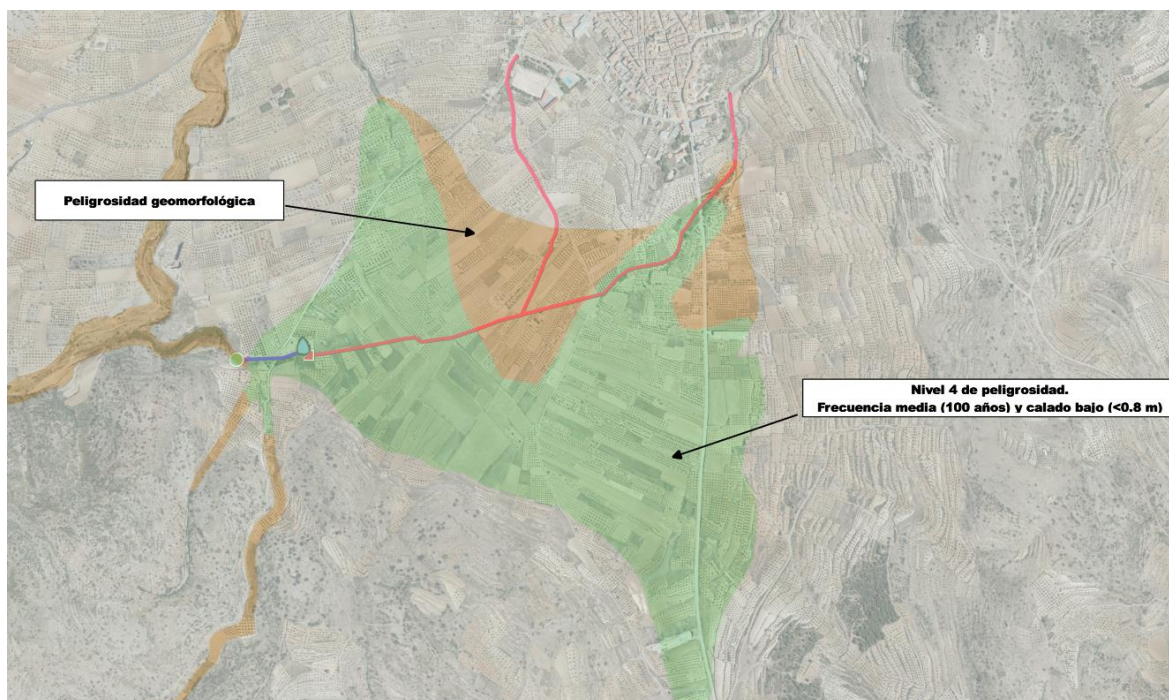
Las nuevas instalaciones pueden ejecutarse sin interrumpir el servicio, debido a la disponibilidad de espacio suficiente en la parcela adyacente.

Ambas parcelas están en una terraza elevada respecto a la zona de flujo preferente de la cuenca del Barranco de las Tejerías.

La instalación está operativa desde hace años en esa ubicación (relativamente cercana al núcleo urbano) sin que se haya producido contestación social a la misma por olores, ruidos o impacto visual.

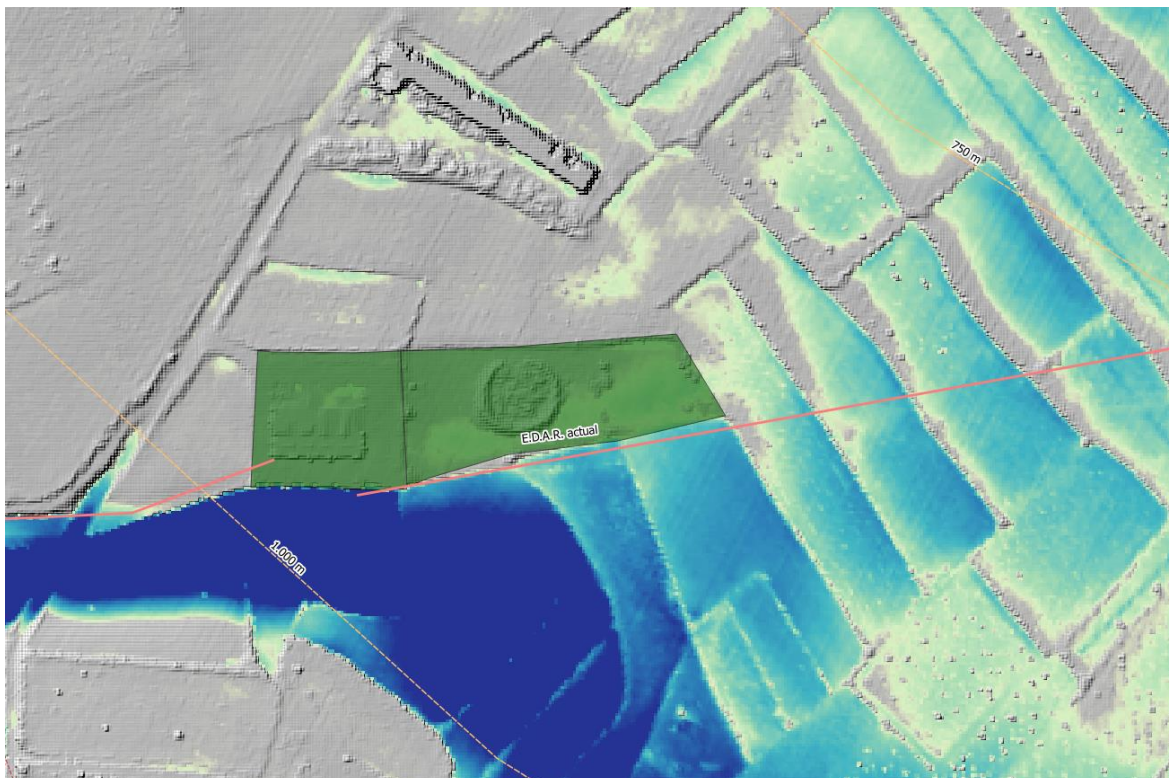
Inconvenientes: La parcela está localizada en T.M. de Andilla, lo que complica la tramitación urbanística de la instalación.

En la cartografía actualizada del PATRICOVA (susceptible de modificación previa justificación mediante estudios de mayor detalle) la zona en la que se ubica la parcela está clasificada como Nivel 4 de Peligrosidad por Inundación, lo que limita los usos admitidos.



Mapa 2: Patricova. Zonas con Nivel de Peligrosidad 4 y Nivel de peligrosidad geomorfológico

Se ha realizado un estudio detallado de inundabilidad mediante modelación hidráulica en flujo bidimensional no estacionario, comprobándose que la parcela de la E.D.A.R. no se ve afectada para episodios con periodo de retorno de al menos 100 años. La parcela adyacente se ve ligeramente afectada al estar situada a cota inferior (0,50 m) a las de su entorno, quedando resuelta dicha afección elevando el terreno hasta obtener una cota única de urbanización con la E.D.A.R. actual y protegiendo el recinto con un cerramiento estanco. Adicionalmente se dispondrá en el exterior, en el lado este, una pequeña cuneta perimetral para facilitar el drenaje de las escorrentías difusas a la zona de flujo preferente.



Mapa 3: Simulación hidráulica en flujo bidimensional para periodo de retorno $T = 100$ años.

4.3.1.2- Nueva parcela en T.M. de Alcublas y en el entorno de la red de colectores

Una primera alternativa a la problemática que puede generar la situación de la E.D.A.R. en el término municipal de Andilla es plantear una nueva ubicación viable en T.M. de Alcublas. Para aprovechar en lo posible las ventajas de la E.D.A.R. actual la(s) parcelas elegidas deben ubicarse en el entorno de los colectores generales.

Se han localizado sobre la traza del colector general y aguas abajo de la confluencia de los ramales procedentes del núcleo urbano tres (3) parcelas en el límite este del término municipal. En principio estas parcelas mantienen parte de las ventajas de la ubicación actual:

- Ventajas:**
- No es necesario modificar (y obtener autorización) para un nuevo punto de vertido
 - No se requieren modificaciones significativas en la red de colectores generales
 - Las parcelas se localizan junto a dos caminos rurales que, si bien deben ser ampliados para permitir el acceso de camiones pesados, permitirían el acceso sin requerir un vial de nuevo trazado.

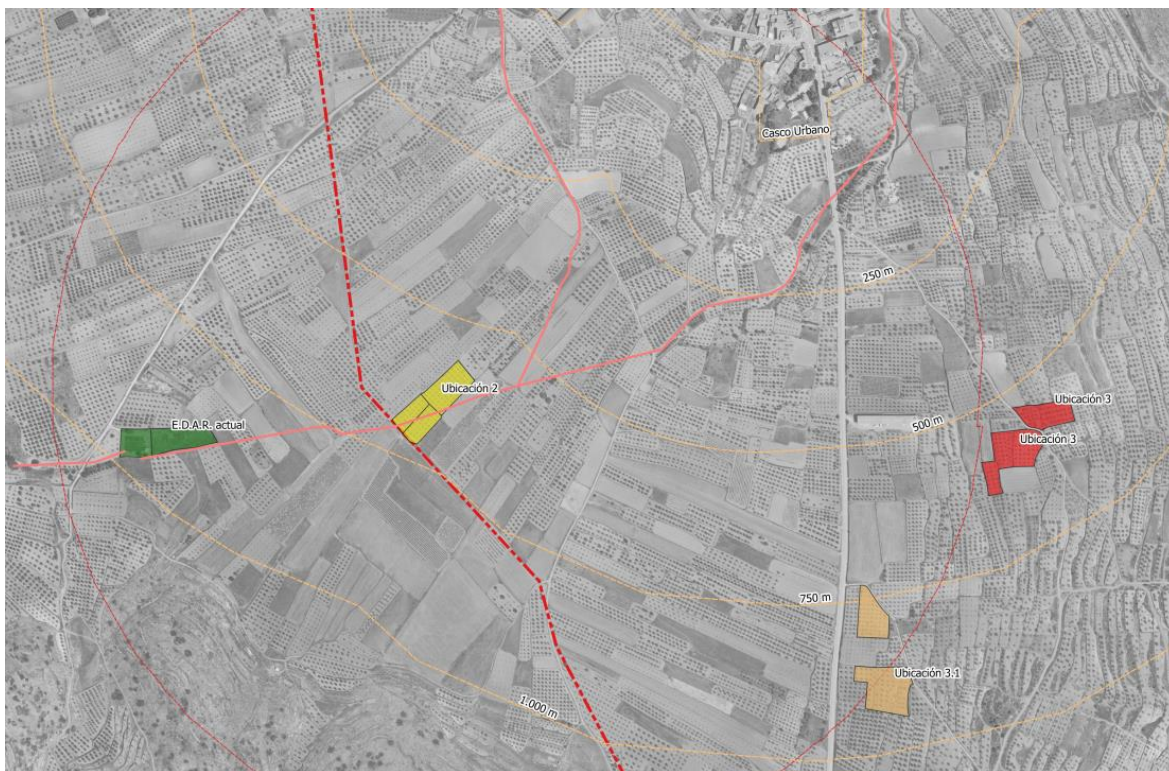
Los inconvenientes de esta ubicación, en cambio, son:

- Inconvenientes:** Es necesario expropiar o adquirir suelo para emplazar la nueva E.D.A.R. y, probablemente, para la ampliación del camino de acceso.

Menor distancia a núcleos poblados que en el caso anterior. Estas parcelas están a menos de 750 m de las primeras casas de Alcublas.

En la cartografía actualizada del PATRICOVA estas parcelas están en el límite entre la zona de Nivel 4 de Peligrosidad y la zona de Riesgo Geomorfológico, lo que en principio supone una ventaja frente a la E.D.A.R. actual. Sin embargo, el análisis hidráulico detallado, en flujo bidimensional, de la propagación de avenidas extraordinarias del Barranco de las Tejerías aguas abajo del puente de la carretera CV-245 refleja que estas parcelas están situadas en la zona de flujo preferente, y por tanto su riesgo potencial es mayor.

Cualquier otra parcela viable localizada aguas abajo del núcleo urbano (en el entorno de uno de los ramales principales) y libre de riesgo de peligrosidad por inundación estaría ubicada a menos de trescientos metros de las viviendas. Adicionalmente, requerirá el desvío de uno de los dos ramales del colector general y, probablemente, un bombeo hasta la nueva E.D.A.R.



Mapa 4: Parcelas (en amarillo) viables ubicadas junto al colector y en el límite del T.M. de Alcublas

4.3.1.3- Nueva parcela en T.M. de Alcublas y fuera de zona de peligrosidad de riesgo (PATRICOVA)

Cualquier nueva parcela que cumpla estas dos restricciones requiere la ejecución de nuevas conducciones y al menos una estación de bombeo. Debido a las limitaciones que imponen tanto el límite municipal con el T.M. de Andilla como la delimitación de zonas de peligrosidad de inundación

de la actualización del Patricova la única zona donde se pueden localizar parcelas viables con una longitud de impulsión menor de un kilómetro (1,0 km) es la situada al este de la carretera CV-245.

Se trata de una ladera con cultivos en terraza, con parcelas que en su mayoría tienen menos superficie de la requerida. Se han identificado dos (2) parcelas de superficie mayor que la mínima, junto a un camino rural asfaltado y a una distancia aproximada de seiscientos (600) metros del casco urbano. Las ventajas e inconvenientes son los siguientes:

Ventajas: En Término Municipal de Alcublas
Fuera del perímetro de riesgo de la cartografía Patricova

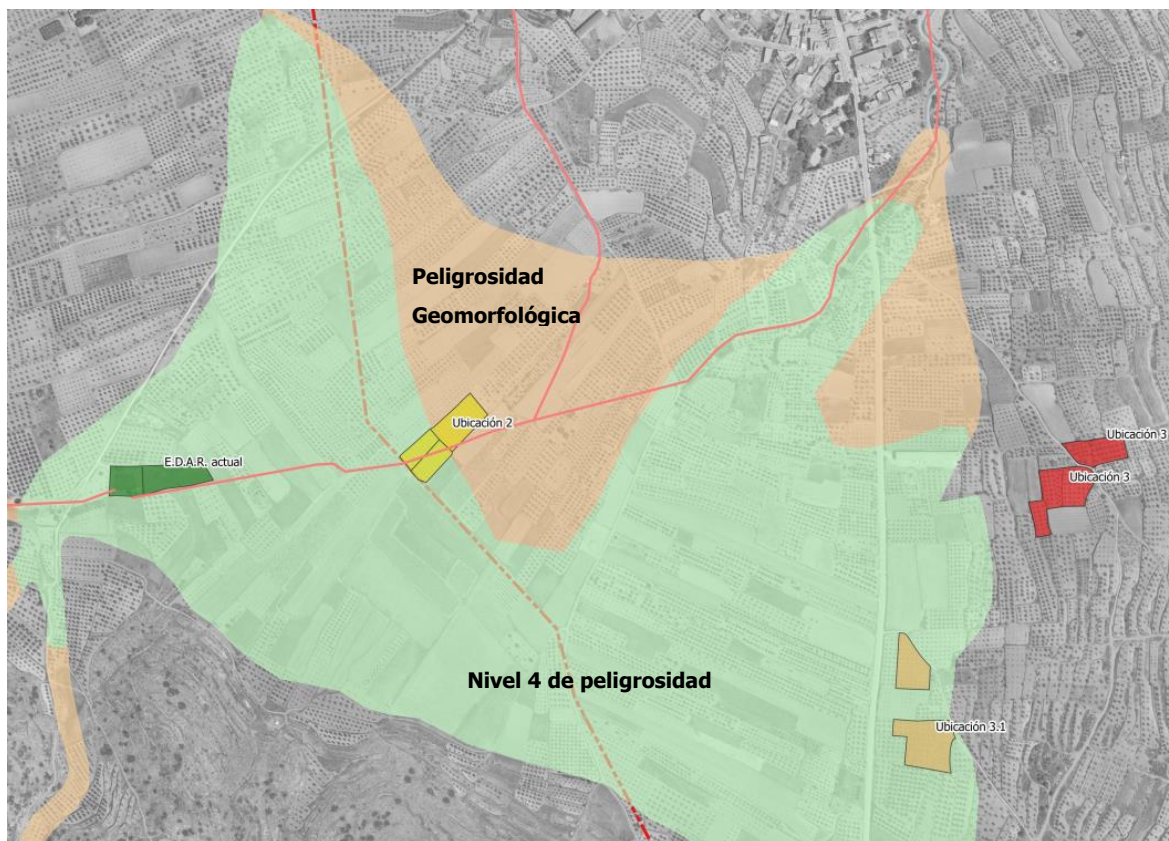
Inconvenientes: Es necesario expropiar o adquirir suelo para emplazar la nueva E.D.A.R.

Requieren la ejecución de al menos una estación de bombeo, un tramo de impulsión de 750 m hasta la nueva E.D.A.R. y un tramo equivalente para el retorno de agua depurada, ya que no hay un cauce cercano. Si solo se ejecuta un bombeo la estación debería estar aguas abajo de la confluencia de los ramales y por tanto en zona con riesgo de inundación y, además, habría que ejecutar un acceso ex profeso ya que la confluencia está en mitad de un campo.

La cota piezométrica mínima a salvar es de 15 – 20 m (dependiendo de la parcela), lo que a efectos de sostenibilidad supone un coste energético adicional aproximado de 0,07 kWh/m³, aparte los relacionados con la explotación de una nueva instalación.

Ubicación de las instalaciones de la E.D.A.R. en una posición dominante y visible a gran distancia, con mayor impacto paisajístico que el resto de alternativas.

Para reducir la altura de bombeo se han evaluado dos parcelas más situadas junto a la CV-245 y a una distancia de unos 800 m al casco urbano, pero esta zona está calificada también como de Nivel de Peligrosidad 4 en la cartografía de Patricova, por lo que la única ventaja respecto a la parcela de la E.D.A.R. actual, en cuanto a la tramitación urbanística, es estar situada en T.M. de Alcublas.



Mapa 5: Parcelas no afectadas por peligrosidad de inundación en cartografía Patricova (rojo).

4.3.2- Propuesta de ubicación para la nueva E.D.A.R.

Tras el análisis realizado se propone ubicar la nueva E.D.A.R. de Alcublas en la parcela 433 del polígono 25 del T.M. de Andilla, propiedad del Ayuntamiento de Alcublas y adyacente a la actual E.D.A.R., junto con la parcela de la E.D.A.R. actual, diseñando y ejecutando las nuevas instalaciones de forma que no interfieran en el funcionamiento de las existentes hasta que el tratamiento biológico de la nueva E.D.A.R. esté operativo y cumpliendo parámetros.

Las ventajas significativas de esta ubicación respecto a las otras alternativas son:

- Implantación en una parcela propiedad del Ayuntamiento de Alcublas, por lo que no se requiere expropiación ni compra de terrenos. El acceso a la E.D.A.R. actual es adecuado para el tráfico de vehículos pesados durante la construcción y la operación posterior de la E.D.A.R.
- Ubicación junto a la red de colectores actual. Punto de vertido autorizado, que solo requiere actualizar las condiciones de vertido.
- Acometida eléctrica existente a pie de planta, con línea en Media Tensión propiedad de cliente en el tramo final.
- La instalación está operativa desde hace años en esa ubicación (relativamente cercana al núcleo urbano) sin que se haya producido contestación social a la misma por olores, ruidos o impacto visual.

En lo que respecta a los inconvenientes citados (ubicación en T.M. de Andilla, calificación de riesgo frente a inundabilidad) el Ayuntamiento de Andilla ha manifestado su conformidad al cambio de uso de suelo, que debe ser tramitado como Plan Especial, y los resultados del Estudio Hidrológico y modelización hidráulica de detalle indican que la parcela propuesta está libre de inundaciones para periodos de retorno de al menos 100 años.

La cota de urbanización de la parcela 433 se elevará hasta el nivel de la E.D.A.R. actual. El terreno final se rasanteará con una pendiente del 2 % hacia el sur para facilitar la evacuación de pluviales sin necesidad de ejecutar conducciones adicionales, mientras que para evitar la entrada de agua desde las parcelas adyacentes se dispondrá una cuneta perimetral en los bordes norte y este.

La entrada del agua residual a la parcela será por gravedad a un pozo de aguas brutas, equipado con un bombeo de elevación hasta la cota necesaria para implementar la línea de agua sin bombeos adicionales, tanto en la fase de tratamiento biológico como en el tratamiento terciario.

El edificio de la nueva E.D.A.R. se ubicará en la zona central de la parcela, manteniendo, tal y como prescriben la normas urbanísticas vigentes de Andilla, una distancia mínima de 10,0 m al cerramiento. Se especifica el mismo criterio para el silo espesador de fangos, de ejecutarse exento.

Los depósitos se ejecutarán enterrados para minimizar el impacto visual, manteniendo la distancia citada de 10 m al cerramiento de la parcela.

5- DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS

5.1- ELEMENTOS COMUNES. PRETRATAMIENTO Y ALIVIO DE CAUDALES EN EXCESO

5.1.1- Desvío Colector General a entrada de planta

El tramo previo a la entrada a la E.D.A.R. actual (últimos 200 m) discurre por los terrenos deprimidos de la zona de flujo preferente, lo que provoca que la altura manométrica a salvar hasta el pretratamiento sea superior a 6,0 m.

Para reducir dicha altura se propone desviar el tramo final del colector desde el límite de la zona deprimida hasta la parcela 344 en la que se plantea implantar la nueva E.D.A.R. El nuevo tramo, cuya longitud varía entre 110 y 150 m en función de la implantación estudiada, se ejecutaría en tubería PEAD DN355 PN4 o PVC estructurado DN400 SN8, que se adaptan mejor que la tubería de hormigón actual tanto a los caudales mínimos de entrada como a las puntas máximas en episodios de lluvia en las que la conducción entra en carga.

5.1.2- Pretratamiento. Obra de llegada

Dado que la cota de llegada del colector a la E.D.A.R. está siempre por debajo de la cota de urbanización (la rasante del colector en el pozo previo de la red actual está a +723,7 m, mientras la cota de urbanización en la nueva E.D.A.R. se plantea a la +725,5 m) se adopta la solución tipo

propuesta por EPSAR, con elevación a un tamiz rotatorio. Se propone asimismo situar un pozo de gruesos previo a la cámara de bombeo en el que se localizará el vertedero de exceso de pluviales.

La elevación estará equipada con dos bombas sumergibles, en configuración (1+1), diseñadas para elevar un caudal de 50 m³/h, que equivale a seis (6) veces el de diseño en tiempo seco.

Las dimensiones interiores propuestas para el pozo de bombas son 1,50 · 2,00 m, suficientes para la instalación de las bombas citadas. Las dimensiones interiores propuestas para el pozo de gruesos previo son 2,0 · 2,0 m.

La solera del pozo se situará 1,0 m por debajo de la rasante de entrada del colector, suficiente para limitar el número de arranques de las bombas, en funcionamiento sin variador, a cuatro arranques por hora. Se ha tenido en cuenta que para compensar los tiempos de funcionamiento de las bombas en cada ciclo rota la bomba activa.

El pozo de gruesos estará equipado con una cuchara bivalva para retirada de residuos y una reja de paso 50 mm y limpieza manual en el paso a la estación de bombeo.

5.1.3- Tamiz aliviadero para el exceso de pluviales

Durante el recorrido inicial por las obras, realizado al día siguiente de un episodio de lluvia relativamente intenso, se observaron residuos sólidos alrededor de las últimas tapas del colector general. Estos residuos reflejan que la conducción entra en carga en periodos de lluvia y que la presión, al menos en el caso observado, es capaz de superar ligeramente el peso de las tapas (no hay desplazamiento de la tapa, y el residuo no se extiende más allá de dos o tres metros alrededor).

Teniendo en cuenta el peso típico de una tapa de fundición (15 – 20 kg; se requiere una presión de 0,15 – 0,20 m para levantarla), las características del colector actual (tubería de hormigón DN350) y el perfil longitudinal del terreno desde la confluencia de los dos colectores procedentes de Alcublas (9 m de diferencia de cota en un tramo de 600 m) el caudal en los colectores durante episodios de lluvia se estima entre 600 m³/h (j= 0,015 en la línea de energía) y 700 m³/h (j=0,020). Estos caudales, que están en el rango de inicio (menores) de los equipos disponibles en el mercado pueden ser aliviados con longitudes de vertedero a partir de 1,25 – 1,50 m; en función del equipo adoptado se plantean dos opciones de implantación:

- Aliviadero en el pozo de gruesos: la ventaja es que el equipo puede ser manipulado con el mismo polipasto a instalar para las bombas y la cuchara bivalva. Sin embargo, dependiendo del sistema de limpieza del tamiz algunos equipos, sobre todo los que usan tornillo de limpieza, requieren una longitud de vaso adicional para la retirada del residuo, obligando a sobredimensionar el pozo.

- Aliviadero en obra exenta: esta disposición permite optimizar la eficiencia del tamiz y reducir la sobreelevación aumentando la longitud sin sobredimensionar el pozo de bombeo. La ejecución de la obra se simplifica, aunque los volúmenes de hormigón y movimiento de tierras sean algo mayores.

5.1.4- Tamizado de finos.

El caudal de diseño del tamizado corresponde al caudal de elevación de las bombas, 50 m³/h.

El documento de EPSAR "*Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.*" indica que cuando la entrada de agua es por bombeo el tamizado se realizará mediante tamiz rotatorio.

Este tamiz se dispondrá exento junto al pozo de bombeo, a una altura que permita el vertido de los residuos desde el tornillo compactador a un contenedor de residuos urbanos de 700 litros.

5.1.5- Control caudal de entrada al tratamiento biológico.

El tratamiento biológico está dimensionado para un caudal punta de 22,5 m³/h ($F_p = 2,7$) por lo que debe implementarse un sistema de control que derive el exceso entre la capacidad de bombeo y pretratamiento (50 m³/h como caudal de diseño) y el valor punta a biológico.

Las dos opciones más ampliamente utilizadas son:

- En tubería: la entrada se controla mediante el cierre de una válvula motorizada y enclavada con la lectura de un caudalímetro aguas arriba del tratamiento biológico. Dependiendo del tipo de válvula el control es difícil de conseguir, sobre todo en instalaciones pequeñas, ya que un cierre excesivo produce cavitación, distorsionando la lectura del caudalímetro.
- En canal: se dispone aguas arriba del biológico un canal Parshall y un vertedero en su canal de aproximación que se regula (una vez) para ajustarlo al caudal deseado. Esta solución requiere un mayor coste en obra civil y cumplir ciertos requisitos (longitud canal de aproximación, caída libre aguas abajo) pero es mucho más robusta y no requiere medición adicional de caudal, ya que su objetivo es simplemente limitar el valor máximo de entrada.

Se propone instalar un canal Parshall entre el pretratamiento y el tratamiento biológico para controlar la entrada a este último. El equipo propuesto es de una pulgada (25,4 mm) de garganta, el más pequeño de los tamaños estándar.

5.2- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Las instalaciones difieren en función de las alternativas contempladas.

5.2.1- Alternativas basadas en Biodiscos

Se valoran económicamente dos opciones (una sola línea de Biodiscos o dos equipos en paralelo) cuya única diferencia está en el balance entre coste de adquisición y garantía de servicio:

- .- Un equipo único es más económico que dos equipos del 50 % de su capacidad. En cuanto a mantenimiento, el coste del equipo único es también ventajoso, salvo en el caso poco probable de una rotura del eje del rotor.
- .- Ante cualquier incidencia que suponga parada del equipo, sin embargo, el efluente de planta dejaría de cumplir las calidades exigidas, con el agravante de que la recuperación del sustrato en estos equipos es bastante lenta, por lo que el periodo de incumplimiento puede alargarse semanas. Desde este punto de vista, y aunque los nuevos equipos son generalmente robustos, un diseño con dos Biodiscos en paralelo es una mejora respecto a un solo equipo.

Respecto a la implementación concreta de las soluciones, el esquema funcional está compuesto por un tratamiento primario, el Biodisco propiamente dicho y un clarificador.

El documento de EPSAR "*Prescripciones para el dimensionamiento de pequeñas E.D.A.R.*" indica que aguas arriba de los Biodiscos debe implementarse un tratamiento primario mediante Tanque Imhoff.

Dado que, adicionalmente, la eficacia de estos equipos se incrementa cuando es caudal es constante, se propone la ejecución de un depósito regulador que integre el tratamiento primario y permita laminar las variaciones de caudal típicas de un efluente urbano. Este depósito, de acuerdo con las recomendaciones de distintos fabricantes de Biodiscos, puede dimensionarse también como arenero y para almacenar los fangos de proceso, simplificando la obra civil necesaria.

De acuerdo con encajes previos se estima un volumen de 150 m³ para que el depósito polivalente cumpla con las funciones citadas.

El Biodisco se instala en el interior de un cubeto de hormigón enterrado y cuenta con una capota de protección. La superficie de contacto estimada es de 15.000 m².

La desnitrificación se consigue mediante recirculación externa del efluente oxigenado desde la salida del Biodisco a una arqueta previa a la entrada de agua. Esta recirculación puede diseñarse por gravedad (si el Biodisco cuenta con varias etapas y una elevación entre ambas) o mediante una pequeña bomba de agua limpia.

La línea de agua se completa con un decantador secundario de 6,50 m de diámetro, ejecutado en hormigón armado y enterrado. Dadas las dimensiones del depósito se plantea la retirada de fangos se realice mediante rasquetas de accionamiento central.

Los fangos en exceso, con una producción estimada de 0,20 kg/kg DBO₅ eliminada (mucho menor que en aireación prolongada) serán bombeados al depósito polivalente y retirados tras espesarse mediante cubas, con un ahorro económico significativo; sin embargo, al estar caracterizados como fango primario la legislación actual no permite su reutilización en aplicaciones agrícolas.

Para la reutilización en aplicaciones agrícolas se requieren instalaciones de espesado de fangos únicamente secundarios (desde el decantador) y deshidratación, debiendo considerarse la amortización de las instalaciones con una producción de fangos baja frente a los beneficios de la reutilización.

5.2.2- Aireación prolongada

El esquema funcional de la línea de agua es más simple (no requiere tratamiento primario) y para este tamaño de instalación la opción de ejecutar un reactor en anillo alrededor del decantador secundario reduce la superficie necesaria para la línea de agua, incluso por debajo de la requerida para los Biodiscos. Se necesita un espacio adicional, cerrado e insonorizado, para los equipos de producción de aire.

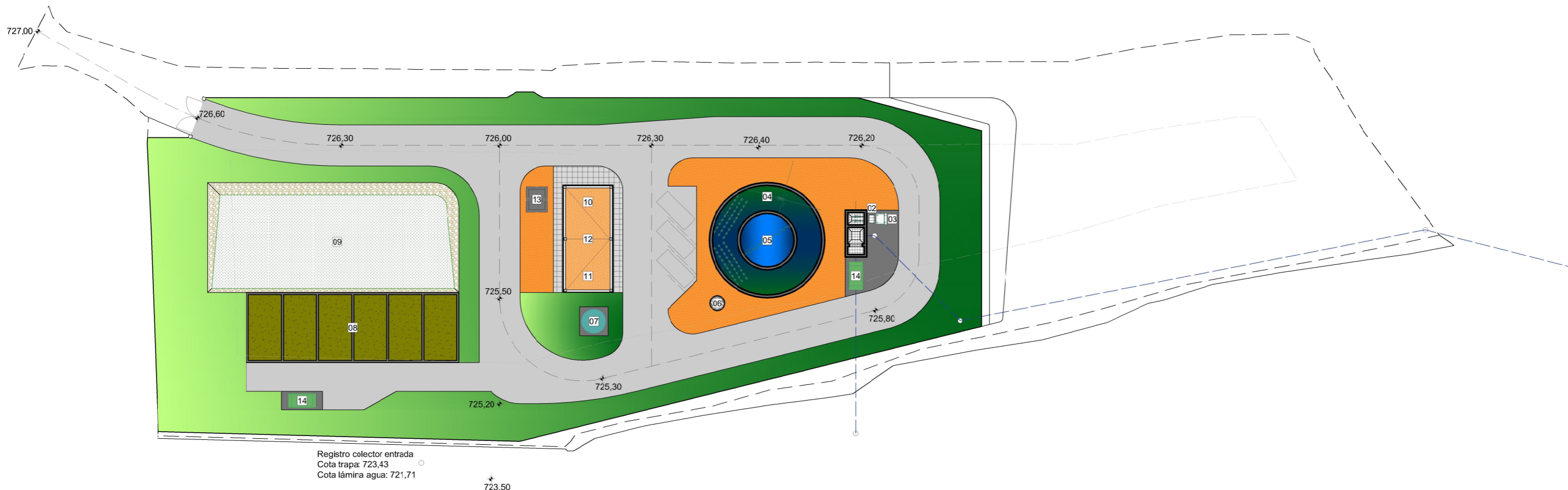
La gestión de fangos, cuya producción se estima en este caso entre 0,8 – 0,9 kg/kg DBO₅ eliminada, requiere siempre un espesador y, en la mayoría de los casos, una instalación de deshidratación para reducir el volumen a gestionar. Desde el enfoque de la sostenibilidad el fango deshidratado es susceptible (salvo presencia de elementos extraños) de ser reutilizado en agricultura.

El volumen de reactor requerido es, según el predimensionamiento realizado, de 450 m³, mientras que el decantador necesario tiene un diámetro de 6,50 m. Imponiendo una anchura mínima de 3,0 m al carrusel y espesores de muro de 0,35 m resulta un depósito exterior de 14,0 m de diámetro, con un calado de 4,50 m en el interior del reactor. Este calado es óptimo para las soluciones de aireación basadas en soplantes y parrillas de difusores, que es la que se propone en este caso.

El caudal de aire requerido para el proceso se estima en 350 m³/h en el escenario más desfavorable. El reactor se equipará además con un vehiculador para mantener en suspensión el licor mezcla y sondas para optimizar el proceso.

La extracción de fangos desde el fondo del decantador se propone mediante tubería enterrada bajo el reactor hasta un pozo de bombeo exterior (pozo circular prefabricado de 1,50 m de diámetro interior equipado con dos bombas, una de ellas en reserva).

La línea de fangos se completa con un espesador prefabricado de capacidad 19 m³ y deshidratación mediante eras de secado aprovechando parte del espacio ocupado actualmente por los lechos de turbas.



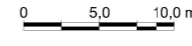
Registro colector entrada
Cota trapa: 723,43
Cota lámina agua: 721,71

- LEYENDA URBANIZACIÓN**
- GRAVA ORNAMENTAL
 - ACERA
 - ZONA AJARDINADA
 - FIRME ASFÁLTICO
- LEYENDA E.D.A.R. ALCUBLAS**
- 01 ARQUETA ENTRADA AGUA BRUTA
 - 02 TAMIZ ROTATIVO
 - 03 CONTENEDOR DE RESIDUOS URBANOS (700 l.)
 - 04 REACTOR BIOLÓGICO
 - 05 DECANTADOR SECUNDARIO
 - 06 BCMBEO DE RECIRCULACIÓN Y PURGA
 - 07 SILO ESPESADOR DE FANGOS
 - 08 ERAS DE SECADO
 - 09 HUMEDAL SUBSUPERFICIAL
 - 10 SALA DE CONTROL
 - 11 SALA DE SOPLANTES
 - 12 ALMACÉN
 - 13 TERCARIO. FILTRO TEXTIL (RESERVA)
 - 14 CONTENEDOR ESCOMBROS 5.000 l.
 - PARCELA E.D.A.R.



EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO
 **CONSOMAR S.L.**
 ingenieros consultores
 FDO. J. EDUARDO MUÑOZ RODILLA
 COLEGIADC Nº 9.896

TÍTULO:
**REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
 NUEVA E.D.A.R. DE ALCUBLAS (VALENCIA)**

ESCALA:
 E = 1 / 250

 ORIGINAL EN A-1

DESIGNACIÓN:
**IMPLANTACIÓN
 AIREACIÓM PROLONGADA**

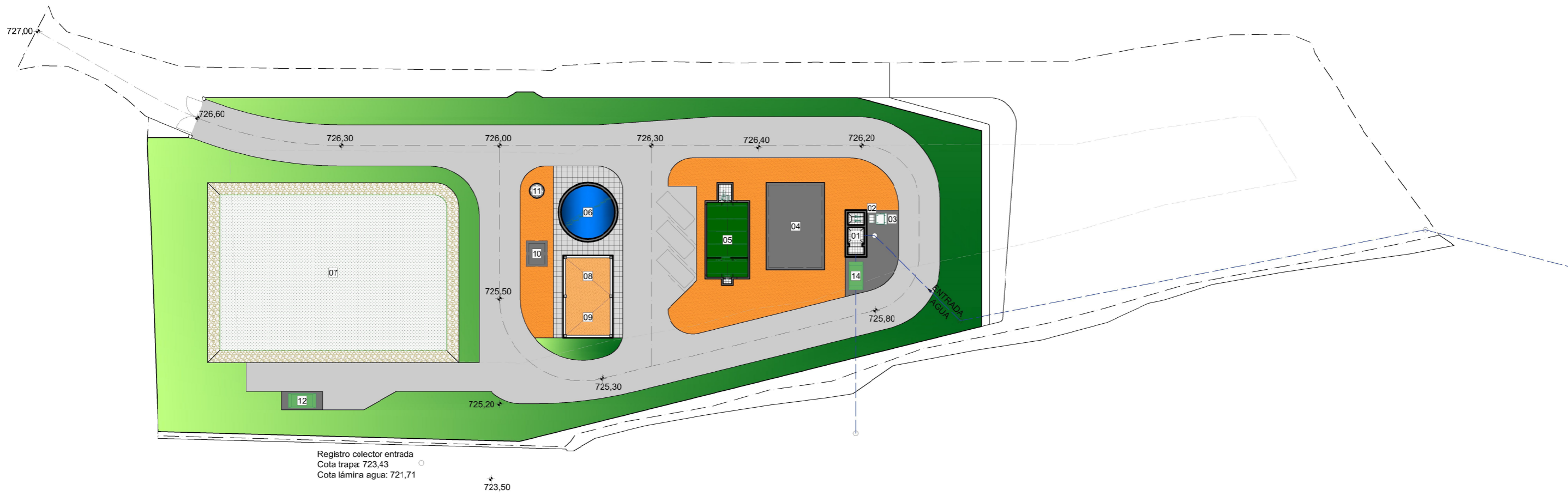
FECHA:
 Mayo - 2017

PLANO Nº:
 01
 HOJA 01 de 01

Rev.	Definición	Descripción	Fecha	R.B.P.	E.M.R.
00			09/05/17	Delineado	Comprobado



00	Definición	09/05/17	R.B.P.	E.M.R.
	Descripción	Fecha	Delineado	Comprobado
	Rev.			



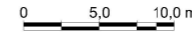
Registro colector entrada
Cota trapa: 723.43
Cota lámina agua: 721.71

- LEYENDA URBANIZACIÓN**
- GRAVA ORNAMENTAL
 - ACERA
 - ZONA AJARDINADA
 - FIRME ASFÁLTICO
- LEYENDA E.D.A.R. ALCUBLAS**
- 01 ARQUETA ENTRADA AGUA BRUTA
 - 02 TAVIZ ROTATIVO
 - 03 CONTENEDOR DE RESIDUOS URBANOS (700 l.)
 - 04 TANQUE POLIVALENTE CERRADO
 - 05 BIODISCO
 - 06 DECANTADOR
 - 07 HUMEDAL SUBSUPERFICIAL
 - 08 SALA DE CONTROL
 - 09 ALMACÉN
 - 10 TERCARIO. FILTRO TEXTIL (RESERVA)
 - 11 BOMBEO DE PURGA DE FANGOS
 - 12 CONTENEDOR ESCOMBROS 5 m
 - PARCELA E.D.A.R.



EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO
 **CONSOMAR S.L.**
 ingenieros consultores
 FDO. J. EDUARDO MUÑOZ RODILLA
 COLEGIADC Nº 9.896

TÍTULO:
REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA E.D.A.R. DE ALCUBLAS (VALENCIA)

ESCALA:
 E = 1 / 250

 ORIGINAL EN A-1

DESIGNACIÓN:
IMPLANTACIÓN BIODISCO OPCIÓN 1

FECHA:
 Mayo - 2017

PLANO Nº:
 01
 HOJA 01 de 01

5.3- ELEMENTOS COMUNES. TRATAMIENTO TERCIARIO

En esta E.D.A.R. se ha planteado la posibilidad de reutilizar las aguas depuradas en agricultura, lo que requiere mejorar la calidad de salida hasta los límites requeridos a las aguas regeneradas.

Asumiendo que la calidad de salida en el tratamiento biológico es la misma para todas las alternativas consideradas y coincide con las prescripciones de EPSAR, la mejora a obtener mediante el tratamiento terciario es la siguiente:

	Salida Biológico	Tratamiento Terciario	Reducción
Sólidos en suspensión.....	20 mg/l.....	≤10 mg/l.....	≥10 mg/l
DBO ₅	20 mg/l.....	≤10 mg/l.....	≥10 mg/l
Escherichia coli			<10 ufc/100 ml
Turbidez			< 5 NTU

Las alternativas que se plantean son disponer un pequeño filtro de telas a la salida del tratamiento biológico (con capacidad de reducir sólidos, turbidez y carga orgánica asociada, pero no la contaminación bacteriana), un humedal de afino o una combinación de ambos, complementada con un equipo de dosificación de hipoclorito en línea para desinfección puntual, con posibilidad de inyectar la el desinfectante tanto a la entrada como a la salida del humedal.

Implantación filtro de telas sin humedal de afino

El inconveniente de esta alternativa es que al no eliminar la contaminación bacteriana requiere una instalación de desinfección aguas abajo con una probabilidad alta de uso en continuo. Si las aguas regeneradas se utilizan en agricultura la dosificación de cloro puede ser problemática, y las opciones alternativas (ultravioleta) suponen tanto un sobre coste de implantación como de explotación.

Desde el enfoque de la sostenibilidad, por tanto, esta opción requiere que se complemente con un humedal de afino aguas abajo.

Implantación humedal subsuperficial de afino como tratamiento terciario principal

La capacidad de reducción de carga orgánica en humedales se estima en 8 g DBO₅/m²/d. Para el caudal de diseño, 200 m³/día, serían necesarios un mínimo de 250 m². Esta superficie es menor que la disponible en la E.D.A.R. actual una vez los lechos de turbas queden fuera de servicio, tanto para la alternativa en aireación prolongada (325 m² libres de ocupación tras adecuar uno de los lechos de turbas para eras de secado) como en la opción Biodiscos (600 m² disponibles en la zona ocupada por los lechos de turbas). Dado que la experiencia en plantas de aireación prolongada con desnitrificación indica que las calidades del efluente del biológico mejoran significativamente los

mínimos establecidos, por lo que la calidad final del agua regenerada a la salida del humedal sería semejante aunque las superficies difieran.

Los humedales aportan además, aunque su eficacia no está acotada, capacidad de desinfección bacteriana, lo que permite reducir o evitar la dosificación de hipoclorito.

Con estas premisas se concluye que es posible alcanzar las calidades requeridas para el agua regenerada con el concurso único de un humedal subsuperficial de flujo vertical, apoyada para desinfección puntual por una instalación de dosificación de hipoclorito en línea.

5.4- ALTERNATIVA 3. HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (HAFSS) COMO TRATAMIENTO BIOLÓGICO PRINCIPAL

Esta alternativa es desde el punto de vista energético y de sostenibilidad la más apropiada, ya que solo requiere instalaciones previas de desbaste y tamizado (comunes a todas las opciones) y un tratamiento primario, típicamente un tanque Imhoff, aguas arriba del humedal.

El requerimiento de superficie, sin embargo, es muy alto, excediendo la superficie disponible propiedad del Ayuntamiento. Adoptando la ratio de eliminación de materia orgánica indicada anteriormente para el humedal de afino, 8 g DBO₅/m²/d, se tiene que:

Caudal de diseño:.....	200 m ³ /día
Concentración DBO ₅ influente bruto:	300 mg/l
Concentración DBO ₅ efluente depurado (secundario):.....	< 20 mg/l
Concentración DBO ₅ efluente depurado (terciario):.....	< 10 mg/l
Carga contaminante a eliminar: 200 m ³ /día · (300 – 10) g/m ³	58.000 DBO ₅ /d
Superficie mínima necesaria para el humedal:.....	7.250 m ²

Incluyendo accesos, superficie para el tratamiento primario, edificio,... se estima que la superficie mínima necesaria estaría en el orden de 8.000 m² frente a los 5.700 m² que suman las dos parcelas municipales.

Dado que EPSAR sólo plantea los humedales como tipología preferente para nuevas depuradoras con capacidad menor de 250 he la necesidad de obtener terreno adicional (de trayéndolo de suelo agrícola productivo), mediante expropiación o compra, penaliza su valoración frente a alternativas calificadas como preferentes por EPSAR para el tamaño de la E.D.A.R. de Alcublas (1.000 he) y que sólo ocupan parcelas municipales.

6- VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

La valoración se realiza en paralelo, tanto para aspectos cuantitativos como cualitativos, según los siguientes criterios:

6.1- COSTES ESTIMADOS DE CONSTRUCCIÓN

6.1.1- Elementos comunes. Desvío Colector, Bombeo Agua Bruta, Pretratamiento

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Colector PEAD DN355 PN4 (130 m)	8.000 €.....	8.000 €
Pozo de gruesos, bombeo y aliviadero. Obra Civil	10.000 €.....	10.000 €
Pozo de gruesos, bombeo y aliviadero. Equipos.....	49.500 €.....	49.500 €
Tamiz Rotativo, compactador, conexiones.....	13.500 €.....	13.500 €

6.1.2- Tratamiento Biológico

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Depósito polivalente. Obra Civil y equipos (agitador)	64.800 €	
Obra Civil del Contactor Biológico (*).....	20.000 €	
Contactor Biológico Rotativo. Equipos (*).....	143.000 €	
Reactor y decantador concéntricos. Obra Civil		125.000 €
Aireación prolongada. Equipos (agitador, difusores, soplantes, incluido sondas)		49.902 €
Decantador secundario exento. Obra Civil	20.000 €.....	20.000 €
Decantador Secundaria. Equipos	35.100 €.....	35.100 €

6.1.3- Tratamiento y gestión de fangos

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Bombeo recirculación y purga de fangos. Obra Civil.....	10.000€.....	10.000 €
Bombeo recirculación y purga de fangos. Equipos	4.200 €.....	5.100 €
Silo espesador (20 m ³).....		12.000 €
Eras de Secado		35.000 €

NOTA: se prevén a efectos comparativos dos operativas opuestas; mientras en aireación prolongada se diseña un sistema de espesado más deshidratación (eras) para la opción Biodiscos se prevé espesar los fangos en el depósito polivalente y extraerlos mediante cubas. En el apartado de explotación se analizará si se justifica implementar un silo espesador y eras de secado también para las alternativas basadas en Biodiscos.

6.1.4- Elementos comunes. Tratamiento Terciario

Humedal de Flujo subsuperficial (600 m2 / 325 m2).....	50.000 €.....	30.000 €
Instalación para dosificación de cloro.....	4.000 €.....	4.000 €

6.1.5- Instalaciones eléctricas, automatización y control

Instalaciones eléctricas en M.T. (Trafo aéreo 50 kVA).....	6.000 €
Instalaciones eléctricas en B.T.....	20.000 €.....	30.000 €
Automatización y control.....	5.000 €.....	20.000 €

6.1.6- Edificio, urbanización y camino de acceso

Edificio. Despacho, soplantes, sala cuadros, aseo, taller.....	30.000 €.....	40.000 €
Urbanización	40.000 €.....	40.000 €
Camino de acceso	4.000 €.....	4.000 €
Coste estimado de Construcción	531.100,00 €.....	547.102,00 €
Costes de Inversión de la Obra Civil	260.800,00 €	338.000,00 €
Costes de Inversión Equipos electromecánicos.....	270.300,00 €	209.102,00 €

6.2- COSTES ESTIMADOS DE EXPLOTACIÓN

Los costes de explotación se evalúan a partir de ratios (por metro cúbico de agua tratada, de eliminación de carga contaminante, ...) obtenidos de bibliografía o de la propia experiencia de instalaciones en explotación. Este método se considera más fiable que el cálculo a partir de estimaciones de tiempos de trabajo, simultaneidad, ...

El análisis se realiza de forma predeterminada en cómputo anual, asumiendo un volumen de entrada a planta de 40.000 m³/año, ligeramente superior a la media de la serie histórica 2009-2017.

6.2.1- Gestión de fangos

Se estiman en este epígrafe los costes correspondientes al ciclo completo, desde el bombeo de purga hasta el transporte del fango deshidratado a vertedero o valorización. El esquema previsto es:

Biodiscos: Purga a polivalente – Extracción con cubas – Transporte a vertedero – canon

A. Prolongada: Purga – Espesado – Deshidratación – Transporte – canon o aplicación

El vertedero más próximo a la E.D.A.R. es el de la Diputación de Valencia en Calles, a una distancia aproximada (vía Villar del Arzobispo y Losa del Obispo) de 30 km.

Los valores característicos de producción en cada caso son:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Volumen anual influente a E.D.A.R.....	40.000 m ³	40.000 m ³
Carga contaminante a eliminar	0,30 kg DBO ₅ /m ³	0,30 kg DBO ₅ /m ³
Ratio estimada producción de fangos	0,20 kg/kg DBO ₅ eliminada	0,85 kg/kg DBO ₅ eliminada
Producción anual estimada de fangos.....	2.400 kg (Mat. Seca)	10.200 kg (Mat. Seca)
Volumen purga fangos (7 kg MS/m ³)	350 m ³ /año	1.500 m ³ /año
Volumen fangos espesados (25 kg MS/m ³).....	100 m ³ /año	400 m ³ /año
Peso fangos deshidratados en eras (sequedad 70 %)	15.000 kg

Los costes unitarios estimados para cada proceso son los siguientes:

Bombeo purga a polivalente (h » 3 m)	0,015 kW/m ³	0,002 €/m ³
Bombeo purga a espesador (h » 6 m)	0,030 kW/m ³	0,004 €/m ³
Distancia a vertedero más próximo.....	30 km	
Distancia estimada en aplicación agrícola.....	10 km	
Coste consumo eléctrico	0,14 €/kWh	
Coste Transporte fangos espesados en cuba.....	1,50 €/t/km	45,0 €/m ³
Coste Transporte fangos deshidratados en volquete (*)	1,00 €/t/km	10,0 €/m ³
Estimación Canon de vertedero	5,0 €/m ³	
Estimación coste aplicación agrícola	8,0 €/m ³	

(*) Coste de transporte para la aplicación agrícola; se estima una distancia media de 10 km, con un coste estimado de 10 €/m³.

Los costes anuales para cada alternativa se estiman en:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Purga de Fangos a depósito polivalente / espesador	0,68 €/año	6,00 €/año
Coste Transporte fangos espesados en cuba	4.500,00 €/año	
Coste Transporte fangos deshidratados en volquete (*)	4.000,00 €/año	
Estimación coste aplicación agrícola	3.200,00 €/año	
Estimación Canon de vertedero.....	500,00 €/año	
Coste estimado de gestión de fangos	5.000,00 €/año	7.200,00 €/año

6.2.2- Costes estimados de la energía eléctrica

La potencia instalada y las ratios de consumo eléctrico específico en los equipos principales son:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Potencia eléctrica instalada (potencia a contratar)	10 kW	25 kW
Coste Potencia instalada.....	50 €/kW/año	
Bombeo Agua Bruta. Consumo específico	0,015 kW/m ³	0,015 kW/m ³
Bombeo Recirculación de fangos	0,015 kW/m ³	0,015 kW/m ³
Soplantes. Consumo específico		0,972 kW/he
Coste consumo eléctrico.....	0,14 €/kWh	

Respecto a los equipos cuyo consumo no depende directamente de caudales y carga contaminante se reflejan los más destacados, indicando potencia y estimación de horas de funcionamiento:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Tamiz rotativo	0,40 kW – 5 h/d	0,40 kW – 5 h/d
Biodiscos + recirculación interna	3,00 kW – 24 h/d	
Vehiculador en carrusel		1,80 kW – 24 h/d
Decantación secundaria	0,60 kW – 24 h/d	0,60 kW – 24 h/d

El consumo del resto de equipos (polipastos, bivalva, bombas de reactivos, agua industrial) no es representativo en un análisis comparativo de costes.

Teniendo en cuenta lo anterior, los costes anuales de electricidad para cada alternativa se estiman en:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Coste fijo por potencia contratada	500,00 €/año	1.250,00 €/año
Bombeo agua bruta (40.000 m ³ /año)	100,00 €/año	100,00 €/año
Tamizado agua bruta (1.800 h/año)	100,00 €/año	100,00 €/año
Biodiscos + recirculación interna (8.700 h/año)	3.650,00 €/año	
Tratamiento Biológico. Vehiculador (8.700 h/año).....		2.200,00 €/año
Tratamiento Biológico. Aireación mediante soplantes		5.450,00 €/año
Decantación Secundaria (8.700 h/año).....	750,00 €/año	750,0 €/año
Tratamiento Biológico. Recirculación de fangos		250,00 €/año
Coste estimado energía eléctrica	5.100,00 €/año	10.100,00 €/año

6.3- COSTES DE AMORTIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL Y EQUIPOS

A efectos de comparar las alternativas contempladas se estima un periodo de amortización de treinta (30) años para la obra civil y entre diez (10) y veinte (20) años para los equipos electromecánicos.

6.3.1- Costes amortización estimados para la obra civil

Aplicando una depreciación constante durante treinta años, el coste estimado resulta:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Amortización inversión en obra civil	18.000,00 €/año	18.000,00 €/año

En cuanto a costes de mantenimiento, el personal asignado debe ser el mismo en las dos alternativas y, dado el orden de magnitud de las instalaciones, las diferencias en costes no serán significativas.

6.3.2- Costes de amortización y mantenimiento de los equipos.

Los periodos de amortización estimados para cada equipo son:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Bombas agua Bruta	10 años	10 años
Tamiz rotatorio	10 años	10 años
Biodiscos. Motor del rotor y bombas recirculación interna	10 años	
Biodiscos. Equipo principal	20 años	
Aireación prolongada. Vehiculador		20 años
. Parrillas de difusores		10 años
. Soplantes		20 años
. Bombeo de recirculación de fangos		10 años
. Reposición de sondas		2 años
Bombas de purga de fangos	10 años	10 años

Las necesidades de mantenimiento y reposición se estiman en (se reflejan los más representativos):

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Biodiscos. Mantenimiento del Equipo principal	40 h/año	
Reposición aceite del reductor	1 ud / 4 años	
Reposición grasa rodamientos	2 ud / año	

Aireación prolongada. Mantenimiento Vehiculador	15 h/año
Mantenimiento parrilla difusores	25 h/año
Mantenimiento soplantes	15 h/año
Reposición aceite vehiculador	1 ud / año
Reposición aceite soplantes	1 ud / año

El coste horario de equipo de mantenimiento, incluyendo desplazamientos, se estima en 50 €/h, resultando un coste anual estimado de:

Concepto	Biodiscos	Aireación Prolongada
Biodiscos. Mantenimiento del Equipo principal	2.000 €/año	
Reposición aceite del reductor (200 €).....	50 €/año	
Reposición grasa rodamientos (100 €).....	400 €/año	
Aireación prolongada. Mantenimiento Vehiculador		750 €/año
Mantenimiento parrilla difusores		1.250 €/año
Mantenimiento soplantes		750 €/año
Reposición aceite vehiculador (150 €)		200 €/año
Reposición aceite soplantes (150 €)		200 €/año
Coste amortización y mantenimiento equipos	2.450,00 €/año	3.150,00 €/año

De lo anterior resulta un coste de explotación estimado, incluyendo costes de amortización, de 30.600 €/años para la alternativa basada en Biodiscos y de 34.800 €/año para la alternativa basada en aireación prolongada.

De la diferencia anterior el 50 % corresponde a sobrecostes en gestión de fangos, por lo que se recomienda la valorización de los mismos (económica o medioambiental) mediante reutilización agrícola.

6.4- CRITERIOS SIN CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DIRECTA

6.4.1- Ocupación de Parcela y Mantenimiento del Servicio durante la construcción

Tanto las soluciones basadas en Biodiscos como la opción de tratamiento por Aireación Prolongada pueden implementarse (hasta el tratamiento secundario) en la parcela 344 adyacente a la E.D.A.R. actual sin ocuparla en su totalidad, lo que permite mantener la zona no afectada (entre 1.000 y 1.200 m² en la parte más alejada del camino) para su uso por el Ayuntamiento de Alcublas, con un acceso completamente independiente del de la E.D.A.R.

En ambos casos tanto el edificio como los depósitos cumplen con la prescripción vigente en las Normas Urbanísticas de Andilla en cuanto a mantener diez (10) metros de distancia a borde de la parcela.

Respecto al mantenimiento del servicio durante la construcción en todas las alternativas contempladas las instalaciones actuales se mantienen operativas hasta que concluya el periodo de puesta en servicio del tratamiento secundario de la nueva E.D.A.R., tras lo que se ejecutarían el tratamiento terciario y, en su caso, las eras de secado. Lo anterior supone que:

- .- Las obras se ejecutarían en dos fases, con una interrupción mínima de tres (3) meses si se mantienen los criterios de EPSAR en cuanto los plazos y condiciones del Periodo de Pruebas de Funcionamiento. Al respecto cabe una reflexión sobre la posibilidad / idoneidad de iniciar las obras del tratamiento terciario cuando la calidad del influente supere la que aportan las instalaciones actuales. El Pliego de Prescripciones del Proyecto y el del contrato de obras deberán tener en cuenta esta circunstancia.
- .- La elección de la tecnología influye significativamente en los plazos, ya que el plazo que necesitan los contactores para entrar en parámetros es significativamente mayor (hasta dos meses) que el que requiere una aireación prolongada, y por tanto también será mayor el tiempo de suspensión de las obras (independientemente de que el plazo total sea mayor o menor).

6.4.2- Garantía de Servicio. Adecuación frente a variaciones de caudal y carga contaminante

En este apartado las tecnologías basadas en aireación prolongada son, potencialmente, muy superiores a las basadas en contactores rotativos. Las razones que avalan estas ventajas, asociadas todas ellas a las probabilidades de cada riesgo concreto y al alcance de los daños (fallos de garantía, duración) son:

- .- Incluso en los equipos más avanzados, diseñados en varias etapas y con motores de doble velocidad, la eficacia de los Biodiscos está muy ligada a que las cargas contaminantes reales se ajusten a las de diseño, mientras que la variación medida en explotación refleja variaciones de doble a mitad como mínimo entre los meses de invierno y el mes de agosto. La implementación de un depósito regulador como el propuesto en el Estudio de Alternativas puede paliar los cambios diarios o semanales, pero no cubre la variabilidad medida a lo largo de un ciclo anual. La aireación prolongada, en cambio, se adapta perfectamente a las variaciones de carga y, con un diseño adecuado de la instrumentación y la programación de equipos, de manera automática.
- .- Además, esta tecnología puede calificarse como muy rígida en cuanto a los tiempos que el sustrato necesita para adaptarse a los cambios de la carga contaminante. Esto implica que cualquier incidencia en la calidad de salida puede prolongarse durante días o incluso semanas. Por el contrario, las herramientas con las que cuenta el explotador en una instalación basada en aireación prolongada permiten resolver la mayoría de las incidencias en un plazo muy corto.

- La propia madurez de la tecnología de aireación prolongada, que emplea equipos estandarizados y con unidades de reserva (soplantes, bombas) supone una ventaja respecto al Biodisco, tanto en los plazos de reposición como en los costes de mantener recambios en almacén.
- Los daños, medidos en tiempos de parada de la instalación más periodo de recuperación del sustrato, son mucho mayores si se rompe el eje de un Biodisco, por muy pequeña que sea su probabilidad de ocurrencia, que si falla una soplante, ya que en el último caso deberían fallar dos en un periodo muy corto de tiempo para que se interrumpiera el servicio.
- Debe indicarse también que la tecnología de contactores sigue sin resolver completamente (entendido en términos de fiabilidad) la eliminación de nitrógeno.

6.4.3- Sostenibilidad de la solución. Estimación de la huella de carbono

Este es el único apartado en el que la tecnología de Biodiscos, debido a sus menores requerimientos de energía, supera a la aireación prolongada, si bien la diferencia en cuanto a potencia máxima requerida (que afecta al coste económico más que a la sostenibilidad) se ve muy laminada por la rigidez ya citada de la tecnología; mientras que el consumo eléctrico en una aireación prolongada se adapta a la evolución de las cargas y la ratio por metro cúbico tratado permanece casi constante en ciclo anual, los motores de un Contactor Biológico Rotativo deben dimensionarse para el escenario más desfavorable y mantienen casi plano el consumo en temporada baja.

6.4.4- Sostenibilidad de la solución. Valorización de residuos

Aunque debido a la legislación actual la reutilización de fangos en aplicación agrícola no supone un ingreso económico, desde el enfoque de la sostenibilidad los beneficios son significativos, ya que además de reducir el coste ambiental de la gestión de residuos en vertedero se están aportando nutrientes al suelo que de otra forma deberían suministrarse (ante la falta de rentabilidad de la ganadería tradicional y el abandono de rebaños) mediante abonos químicos que requieren un uso intensivo de energía para su obtención.

La tecnología de aireación prolongada presenta la potencialidad, por tanto, de revertir un residuo en un recurso con alto valor ambiental, mientras que en el diseño propuesto para las alternativas basadas en Biodiscos (purga de fangos al tratamiento primario) la aplicación agrícola es mucho más problemática.

Debe indicarse en todo caso que es perfectamente factible diseñar una planta de Biodiscos con aprovechamiento de fangos (purgando a un espesador y deshidratando en eras). Sin embargo, el volumen de producción anual previsto es tan escaso que difícilmente justifica la inversión.

7- VALORACIÓN GLOBAL Y PROPUESTA

Teniendo en cuenta los requisitos y el análisis realizado, se propone para la nueva E.D.A.R. de Alcublas una instalación basada en tratamiento de fangos activos por aireación prolongada, en una sola línea, que se implantará en la parcela que el Ayuntamiento de Alcublas posee junto a la actual E.D.A.R. (parcela 344 del polígono 25 del T.M. de Andilla).

El sistema de depuración se completará con un tratamiento terciario mediante un humedal de flujo subsuperficial que ocupará el espacio de los lechos de turba actuales, mientras que el tratamiento de fangos se diseña mediante silo espesador y deshidratación en eras de secado.

A efectos de la tramitación urbanística y ambiental el Ayuntamiento de Andilla ha informado su aceptación a los terrenos propuestos (cuya aprobación debe seguir la tramitación legal). Se ha comprobado la ausencia de afección a la Red Natura 2000 y a vías pecuarias, y se ha realizado un estudio de inundabilidad de detalle de las cuencas hidrográficas entre el núcleo urbano y la E.D.A.R., del que se concluye que el riesgo por inundación de los terrenos de la E.D.A.R. no corresponde al Nivel 4 reflejado en la cartografía del Patricova, reduciéndose al Nivel 6 o inferior.

Valencia, mayo de 2017

Por CONSOMAR S.A.

Eduardo Muñoz Rodilla
Ing. de Caminos, C. y P.