ANEJO 1 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

1.- INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN EXISTENTES

Ventosa cuenta con una red de saneamiento que recoge tanto las aguas residuales del núcleo urbano como las aguas pluviales que se desaguan a través de los sumideros existentes en algunas de sus calles.

No existen planos de la red municipal. De las inspecciones realizadas sobre el terreno se deduce que existe un colector formado por una tubería de hormigón de Φ 400 mm que baja por la calle Mayor, cruza perpendicularmente la carretera LR-341 y gira a la derecha en un pozo de registro situado en el interior del jardín de una vivienda existente junto al pie de talud de la carretera. De este pozo salen dos tuberías, funcionando una de ellas a modo de aliviadero según nos han informado desde el propio ayuntamiento, aunque no se ha podido confirmar el correcto funcionamiento del mismo.

El siguiente registro se sitúa fuera del vallado de la citada vivienda, justo antes de cruzar el río Salado. En este pozo se reduce la sección del colector, pasando a Φ 200 mm.



Localización del pozo junto al río Salado

Pasado el río, se localiza un nuevo pozo junto al camino Pechina, último registro visible hasta la fosa séptica. Aquí entronca otro colector de la red municipal que viene más profundo, a la cota 625,40. Desde este pozo sale ya un único colector enterrado bajo el camino que conduce las aguas hasta la fosa séptica situada a unos 170 m agua abajo, formado por una tubería de PVC Φ 315 mm de construcción más o menos reciente. El camino Pechina está asfaltado hasta el acceso a la fosa séptica.



Registro junto al camino pechina



Interior del pozo de registro

La fosa séptica consiste en un depósito de planta rectangular semi-enterrado, estando vistas dos de sus lados (lateral oeste y cara norte). Interiormente está dividido en tres cámaras dispuestas en serie. En ella se produce un tratamiento primario que provoca la sedimentación de los sólidos en suspensión del agua residual y la digestión y almacenamiento del fango decantado. La última cámara es un filtro para mejorar la calidad del efluente antes de su vertido al río.

La fosa séptica tiene unas dimensiones totales de 15,0x4,0 m: Las dos primeras cámaras tienen 6 m y 3 m de longitud aproximada, con una altura interior variable entre 1,95 y 2,30 m. Suman un volumen útil del orden de 58 m^3. La cámara-filtro tiene unas dimensiones interiores de 4,0x4,0 m.

Es una estructura ejecutada con solera, muros y forjado de hormigón armado con espesores variables.



Vista de la fosa séptica existente

A la entrada dispone de un canal de hormigón de unos 90 cm de anchura que entendemos hace la función de desarenador. La fosa desagua al río Salado a través de una tubería enterrada bajo una finca de PVC Φ 315 mm.

2.- CARGA CONTAMINANTE

Tal y como establece la Revisión del Plan Director de Saneamiento y Depuración 2006-2015, la determinación de la carga contaminante se realiza teniendo en cuenta no sólo la población de hecho, sino también la población estacional, la contaminación de origen industrial y la de origen ganadero que es finalmente tratada, o está previsto que lo sea, en las instalaciones de depuración de aguas residuales.

Los datos asignados a Ventosa son los siguientes:

NUCLEO	POBLACION DE HECHO	POBLACIÓN ESTACIONAL	POBLACIÓN GANADERA	POBLACIÓN INDUSTRIAL	CARGA EQUIVALENTE
VENTOSA	138	101	9	155	403

Los valores de la tabla anterior corresponden al año 2005. Actualmente Ventosa cuenta con una población de hecho de 164 habitantes según los datos que aparecen en el último padrón publicado por el INE (referidos al 1 de enero de 2012), por lo que podemos estimar que la carga equivalente actual esté en torno a los 480 h-e.

No hay previsión a medio plazo de desarrollos urbanísticos importantes en relación al tamaño actual de la población, ni la construcción de hoteles u otro tipo de alojamientos que aumenten considerablemente su capacidad turística, ni la implantación de nuevas industrias que vaya a modificar sustancialmente la magnitud ni el tipo de vertido de sus aguas residuales.

3. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

A partir de la situación expuesta se plantean dos posibles soluciones:

1) La primera consiste en proyectar un sistema de depuración adecuado para este tipo de poblaciones pequeñas, incorporando un tratamiento secundario aguas abajo de la fosa séptica existente, para lo que se propone la construcción de un humedal artificial.

2) La segunda opción considera la construcción de un colector que conduzca las aguas hasta la EDAR de Sotés, situada a una distancia algo menor de 3 km de Ventosa, teniendo en cuenta que esta instalación se encuentra actualmente infrautilizada. Esta opción plantea a su vez varias alternativas de trazado.

A continuación se describen más detalladamente cada una de las soluciones propuestas.

ALTERNATIVA 1 - HUMEDAL

La alternativa 1 consiste en la construcción de un humedal artificial. Los humedales artificiales son sistemas de depuración que tienen lugar al hacer pasar las aguas residuales a través de un sustrato filtrante que permite la fijación de la población microbiana, favoreciendo el proceso con la presencia de plantas macrófitas que contribuyen a la oxigenación del sustrato y a la eliminación de nutrientes, ayudando además a la integración paisajística de estos dispositivos.

Para este estudio se propone la construcción de un humedal de flujo subsuperficial, pues presentan menor incidencia de malos olores debido a la naturaleza subterránea del flujo del agua, menor riesgo de aparición de insectos y menor impacto de la temperatura ambiental sobre los rendimientos de depuración.

Para la estimación de la superficie requerida para la implantación de este dispositivo podemos seguir las recomendaciones expuestas en el *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones* editado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Este Manual fija unos valores entre 3 y 5 m^2 por habitante equivalente servido, dependiendo de si es de flujo vertical u horizontal, aceptando en ambos casos un rendimiento en el tratamiento primario del 30% de la DBO_5.

En nuestro caso, para una carga equivalente de diseño de 500 h-e, el humedal requerirá una superficie entre 1.500 m^2 y 2.500 m^2.

Las principales ventajas de este tipo de tratamientos son:

- Rendimientos de depuración adecuados para este tipo de poblaciones.
- Consumo energético nulo o muy bajo, dependiendo de la topografía, del tipo de humedal y del sistema de desbaste elegido (automático o no).
- Buena integración paisajística.
- Simplicidad y bajo coste de las operaciones de explotación y mantenimiento.

Como desventajas frente a la solución de construir un emisario hasta la EDAR de Sotés podemos citar:

- Mayor requerimiento de terrenos a expropiar de forma definitiva.
- Riesgos de colmatación del sustrato, principalmente en los humedales de flujo horizontal.
- Sensibilidad frente a vertidos extraordinarios (industriales o con excesiva sobrecarga orgánica).
- Necesidad de gestionar los residuos: rechazos del sistema de desbaste, fangos retenidos en el tratamiento primario y productos procedentes de las siega de plantas del humedal.
- Generación de olores localizados en el entorno de la fosa séptica.
- Desaprovechamiento de la EDAR de Sotés, que se diseñó para unos caudales muy superiores a los que actualmente recibe.

Coste de ejecución estimado

La estimación del coste de ejecución se realiza a partir de la experiencia en proyectos de obras similares ya ejecutadas, e incluye tanto la ejecución material de las obras como los gastos generales y el beneficio industrial correspondientes. Para su estimación hemos considerado una superficie de humedal de 2.000 m^2.

La valoración de las expropiaciones se ha estimado aplicando los siguientes precios: 0,24 €/m^2 para la ocupación temporal y 3,00 €/m^2 para la expropiación definitiva. Consideramos que el humedal puede ubicarse en una finca con plantación de cereal existente junto a la fosa séptica.

Con estas consideraciones, el coste total de ejecución más las expropiaciones sería aproximadamente:

Concepto	Medición	Precio (€/u)	Importe (€)
Humedal	2.000 m^2	100,00	200.000,00
Reforma de fosa séptica	1 ud.	10.000,00	10.000,00
Expropiaciones e indemnizaciones por daños a cultivos	-	-	10.000,00
	SUMA		220.000,00 €

ALTERNATIVA 2 – COLECTOR A EDAR DE SOTÉS

La segunda alternativa considera la construcción de un colector que conduzca las aguas hasta la EDAR de Sotés. El punto de vertido antes de entrar el colector en la fosa se sitúa en torno a la cota 623. La entrada de agua a la EDAR de Sotés está aproximadamente a la cota 568, luego existe un desnivel de unos 55 m. En principio este desnivel nos debería permitir encontrar una solución sin necesidad de bombeos, pero la orografía existente con montes y vaguadas intermedias complica bastante el trazado.

Por este motivo se plantean para esta solución varias alternativas cuyo trazado se representa en los planos incluidos al final de este Anejo:

ALTERNATIVA 2.1 COLECTOR POR GRAVEDAD

Descripción

La solución que se propone con esta alternativa es la construcción de un colector con origen junto a la fosa y que conduzca las aguas por gravedad hasta conectar con el colector general de Sotés, antes de su entrada de la EDAR.

El trazado de esta alternativa se dirige hacia la EDAR de Sotés de la forma más directa posible teniendo en cuenta la orografía existente. En su recorrido debe salvar el cruce con 2 cauces públicos: el río de los Pozos y el río de la Tejera, que condicionan en buena parte el trazado en alzado, provocando profundidades de zanja elevadas al tener que respetar un resguardo mínimo bajo el lecho.

Las características principales de esta alternativa son:

Colector: tubería de hormigón Φ400 mm
Longitud total: 2.630 m
Longitud a través de fincas de cultivo: 2.020 m aprox.
Longitud a través de caminos públicos: 610 m aprox.
Necesidad de entibación de zanjas (profundidad > 3m): en 600 m aprox.

Coste de ejecución estimado

La estimación del coste de ejecución del colector se realiza a partir de la experiencia en proyectos de obras similares ya ejecutadas en La Rioja en los últimos años, e incluye tanto la ejecución material de las obras como los gastos generales y el beneficio industrial correspondientes.

Para estimar la ocupación de terrenos necesarios para la ejecución del colector se ha considerado una ocupación temporal de 8 m^2/ml de colector, una servidumbre de acueducto de 3 m^2/ml y una expropiación definitiva de 4 m^2/pozo de registro.

La valoración de las expropiaciones se ha estimado aplicando los siguientes precios: 0,24 €/m^2 para la ocupación temporal, 1,50 €/m^2 para la servidumbre de acueducto y 3,00 €/m^2 para la expropiación definitiva. A esto hay que sumar las indemnizaciones por plantaciones, que para el caso de viñas se considera un precio de 6,50 €/m^2. Estimamos que el trazado afectará a plantaciones de viñas en una longitud de unos 1.200 m.

Con estas consideraciones, el coste total de ejecución más las expropiaciones sería aproximadamente:

Concepto	Medición	Precio (€/u)	Importe (€)
Colector de hormigón Φ400 mm	2.630 m	200,00	526.000,00
Sobrecoste por entibaciones	600 m	132,00	79.200,00
Expropiaciones e indemnizaciones por daños a cultivos	-	-	74.000,00
	SUMA		679.200,00 €

ALTERNATIVA 2.2 GRAVEDAD + IMPULSIÓN

Descripción

Esta alternativa presenta una variante de trazado que se sitúa más hacia el norte, discurriendo bajo el Camino de Ventosa a Navarrete en dirección a la autovía A-12. Al llegar a la autovía su trazado se sitúa en paralelo al camino de servicio existente (Camino de Santiago), situándose fuera del mismo y a una distancia superior a 8 m de la arista exterior de explanación para cumplir con los requisitos que impone la Demarcación de Carreteras del Estado.

Las ventajas que presenta este trazado respecto al anterior son:

- Discurre por terrenos con desniveles mucho más suaves, presentando un trazado más sencillo, con menores quiebros en planta y menor profundidad, aunque también debe salvar varios cruces con el río Salado.
- Discurre en mayor longitud bajo caminos públicos y cuando lo hace por terrenos de cultivo la presencia de viñas es menor.

El principal inconveniente es que implica la construcción de un bombeo para impulsar las aguas en los últimos 460 m, aunque la alimentación eléctrica necesaria para esta instalación se puede hacer desde la EDAR de Sotés.

Las características principales de esta alternativa son:

Longitud total: 3.105 m (460 m en impulsión)
Colector (por gravedad): tubería de hormigón Φ400 mm
Impulsión: tubería de PEAD PN10 Φ90 mm
Desnivel geométrico: 10 m aprox.
Longitud a través de fincas de cultivo: 1.535 m aprox. (177 m en impulsión)
Longitud a través de caminos públicos: 1.570 m aprox. (283 m en impulsión).

Coste de ejecución estimado

Para esta alternativa se estima que el trazado afectará a plantaciones de viñas en una longitud de unos 475 m. El resto de consideraciones expresadas para la anterior alternativa son igualmente válidas para esta solución. De esta forma, el coste total de ejecución más las expropiaciones sería aproximadamente:

Concepto	Medición	Precio (€/u)	Importe (€)
Colector de hormigón Φ400 mm	2.645 m	200,00	529.000,00
Tubería de impulsión PEAD Φ90 mm	460 m	25,00	11.500,00
Instalación de bombeo (pozo + 2 bombas)	1 ud.	8.000,00	8.000,00
Acometida eléctrica desde EDAR	460 m	40,00	18.400,00
Expropiaciones e indemnizaciones por daños a cultivos	-	-	38.000,00
	SUMA		604.900,00 €

ALTERNATIVA 2.3 IMPULSIÓN DESDE VENTOSA

Descripción

Lo que se propone con esta alternativa es realizar una conducción forzada mediante una impulsión desde la fosa séptica de Ventosa que, ayudada por el desnivel natural existente, conduzca las aguas hasta la EDAR adaptándose a la topografía el terreno. La tubería quedaría en carga en los puntos bajos del trazado, donde deberán preverse algunas válvulas para su vaciado y limpieza. Así mismo necesitaría de ventosas para permitir la salida del aire en los puntos altos del trazado.

La principal ventaja de esta solución es que la tubería que se propone es de polietileno de diámetro 90 mm, adaptándose mejor tanto en planta como en alzado a la orografía existente, evitando así profundidades de excavación excesivas. Además, las obras de instalación de esta tubería requieren en general una menor afección a los terrenos colindantes, por lo que el daño a cultivos es menor que con la primera solución propuesta.

El bombeo se instala en la fosa séptica existente, por lo que esta propuesta debe incluir, al igual que se hacía en la Alternativa 1, una obras de reforma para dicha fosa. Así mismo se deberá prever un sistema de desbaste previo para proteger las bombas.

De cualquier forma, en caso de seleccionarse esta alternativa, el proyecto constructivo deberá incluir un análisis más detallado del perfil longitudinal de esta alternativa para dimensionar correctamente el bombeo y las instalaciones necesarias (ventosas, válvulas para limpieza, etc.). Así mismo, deberá concretarse desde dónde puede realizarse el suministro eléctrico para el bombeo, que deberá ser en media tensión según nos ha informado la compañía eléctrica.

Las características principales de esta alternativa son:

Longitud total: 3.060 m
Colector: tubería de PEAD PN10 Φ90 mm
Desnivel geométrico de la impulsión: 10 m
Longitud a través de fincas de cultivo: 1.841 m aprox.
Longitud a través de caminos o terrenos públicos: 1.219 m aprox.

Coste de ejecución estimado

Esta alternativa presenta un coste de ejecución inferior al prescindir de la instalación de tuberías de hormigón Φ400 mm para conducir las aguas hasta la EDAR, partida que se lleva la mayor parte del coste total de las obras.

Además, en esta alternativa es previsible que los daños a cultivos sean menores, al discurrir en mayor longitud bajo caminos públicos y requerir menores profundidades de excavación que la primera alternativa.

Con todo ello el coste total de ejecución que se estima para esta solución es aproximadamente:

Concepto	Medición	Precio (€/u)	Importe (€)
Reforma de fosa séptica	1 ud.	15.000,00	15.000,00
Tubería de impulsión PEAD Φ90 mm	3.060 m	30,00	91.800,00
Pozos de registro, válvulas, ventosas, etc.	10 uds.	1.000,00	10.000,00
Instalación de bombeo (pozo + 2 bombas)	1 ud.	10.000,00	10.000,00
Acometida eléctrica en M.T. y transformador	1 ud.	1	40.000,00
Expropiaciones e indemnizaciones por daños a cultivos	-	-	30.000,00
	SUMA		196.800,00 €

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se han comparado cuatro posibles alternativas para la mejora del sistema de saneamiento de aguas residuales de Ventosa, que cuenta en la actualidad únicamente con una fosa séptica.

La primera alternativa consiste en incorporar al sistema existente un tratamiento secundario aguas abajo de la fosa séptica, para lo que se propone la construcción de un humedal artificial de flujo subsuperficial. Las tres alternativas siguientes consideran la construcción de un colector que conduzca las aguas hasta la EDAR de Sotés, teniendo en cuenta que esta instalación se encuentra actualmente infrautilizada.

En la estimación de los costes realizada para cada una de ellas se ha considerado únicamente los gastos de la inversión inicial (implantación), que en resumen son los siguientes:

ALTERNATIVA PROPUESTA	COSTE DE IMPLANTACIÓN (€)
ALTERNATIVA 1 – HUMEDAL ARTIFICIAL	220.000,00
ALTERNATIVA 2.1 – COLECTOR HORM. Φ400 (POR GRAVEDAD)	679.200,00
ALTERNATIVA 2.2 – COLECTOR HORM. Φ400 + IMPULSIÓN PEAD Φ90	604.900,00
ALTERANTIVA 2.3 – IMPULSIÓN DESDE VENTOSA PEAD Φ90	196.800,00

Respecto a los costes de explotación, podemos considerar lo siguiente:

Para la Alternativa 1 de humedal artificial podemos basarnos en las estimaciones realizadas en el *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*, donde se calculan los costes de explotación y mantenimiento para este tipo de instalaciones. En dicho manual considera que para servir a una población de 500 h-e el coste estimado es de 11.600 € anuales.

En el caso de las otras tres alternativas, los costes de explotación correspondientes con la sobrecarga que se causaría a la EDAR de Sotés son iguales. Siguiendo los criterios señalados por el Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja estos costes pueden estimarse como:

$$500 \text{ h-e} \times 0.25 \text{ m}^3/\text{h.dia} \times 365 \text{ días/año} \times 0.25 \text{ €/m}^3 = 11.406 \text{ €/año}$$

A la última alternativa habría que sumarle el gasto eléctrico del bombeo, aunque éste no será alto pues el bombeo requerirá una potencia baja. En todo caso, este aspecto no debe ser un factor determinante a la hora de elegir la solución final.

Por tanto, desde el punto de vista económico la alternativa más ventajosa es la 2.3, consistente en una impulsión desde la fosa séptica de Ventosa hasta la EDAR de Sotés. Aunque la diferencia económica con la alternativa 1 (humedal) es pequeña, presenta frente a ésta algunas ventajas significativas:

- Facilidad de explotación: el bombeo y el desbaste se automatizan reduciendo la explotación a sencillas tareas de mantenimiento periódico de los equipos.
- Robustez y solvencia: la solución del bombeo presenta menor sensibilidad que el humedal frente a posibles problemas que puedan presentarse en la fase de explotación, como pueden ser vertidos industriales o con excesiva carga orgánica, riesgos de colmatación del sustrato filtrante, etc. Además, la reforma de la fosa séptica permite adaptarla como pequeño tanque de tormentas, por lo que puede hacerse frente a incrementos repentinos de caudal provocados por lluvias intensas.
- Menores expropiaciones de carácter definitivo: el bombeo se instala en la fosa séptica existente sin requerir la ocupación de terrenos, a diferencia del humedal cuya superficie de ocupación se estima en unos 2.000 m^2.

Se propone por tanto desarrollar el proyecto constructivo de la Alternativa 2.3, conduciendo el vertido de Ventosa hasta la EDAR de Sotés, aprovechando de esta forma una instalación que se encuentra actualmente infrautilizada.

Se adjuntan a continuación los planos con los trazados de las alternativas propuestas.