

## ANEJO Nº 8 – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

## 1. INTRODUCCIÓN

Se adjunta a continuación el Estudio de Alternativas redactado previo al presente Proyecto de Construcción.



## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

## ÍNDICE

<b>1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL .....	2
1.3 ESTUDIO DE POBLACIÓN, DOTACIONES, CAUDALES Y CONTAMINACIÓN .....	3
1.3.1 <i>Introducción</i> .....	3
1.3.2 <i>Datos de partida</i> .....	3
1.3.2.1 Relación de documentación recopilada y fuentes de obtención de la misma .....	3
1.3.2.2 Datos demográficos del núcleo afectado .....	3
1.3.2.3 Trabajos de campo. Campaña de aforos y analítica .....	4
1.3.2.4 Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas .....	4
1.3.2.5 Conclusiones sobre la situación actual .....	5
1.3.3 <i>Estudio de crecimiento de la población</i> .....	5
1.3.3.1 Horizontes de población .....	5
1.3.3.2 Estimaciones del crecimiento de población .....	5
1.3.3.3 Previsión de la estacionalidad de población y consumos .....	12
1.3.3.4 Conclusiones .....	12
1.3.4 <i>Estudio de dotación y caudales</i> .....	13
1.3.4.1 Determinación de la dotación de abastecimiento .....	13
1.3.4.2 Determinación de la dotación de agua residual .....	13
1.3.4.3 Caudales de cálculo de abastecimiento .....	13
1.3.4.4 Caudales de cálculo de saneamiento .....	14
1.3.5 <i>Estudio de Contaminación</i> .....	14
1.3.5.1 Análisis de agua residual existentes .....	14
1.3.5.2 Habitantes equivalentes actuales deducidos de la campaña de aforos y analítica .....	17
1.3.5.3 Valores de carga contaminante adoptados .....	17
1.3.5.4 Parámetros de diseño de la EDAR .....	18
1.4 ENCUADRE TERRITORIAL .....	18
1.5 CARTOGRAFÍA UTILIZADA .....	19
1.6 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....	20
1.7 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA. INUNDABILIDAD .....	20
1.7.1 <i>Climatología</i> .....	20
1.7.2 <i>hidrología de la zona</i> .....	20
1.7.2.1 Introducción .....	20
1.7.2.2 Cuenca de aportación .....	21
1.7.2.3 Determinación de la lluvia con determinado periodo de retorno .....	21
1.7.2.4 Calculo de caudal .....	22
1.7.2.5 Tiempo de concentración .....	22
1.7.2.6 Estimación de la intensidad de precipitación .....	23
1.7.2.7 Escorrentía .....	24
1.7.2.8 Resultados cálculo de caudales .....	27
1.7.3 <i>Inundabilidad</i> .....	27
1.8 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. HIDROGEOLOGÍA .....	27
1.8.1 <i>Introducción</i> .....	27
1.8.1.1 Situación y morfología .....	27
1.8.1.2 Encuadre geológico .....	27
1.8.2 <i>Estratigrafía</i> .....	28
1.8.2.1 Generalidades .....	28
1.8.3 <i>Tectónica</i> .....	29
1.8.3.1 Introducción .....	29
1.8.4 <i>Geomorfología</i> .....	29
1.8.5 <i>Historia Geológica</i> .....	30
1.8.6 <i>Conclusión</i> .....	31
1.9 APTITUD DEL TERRITORIO FRENTE A NUEVAS INFRAESTRUCTURAS .....	31
1.9.1 <i>Identificación de las infraestructuras y posibles afecciones</i> .....	31
<b>2. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>32</b>
2.1 PROPOSICIÓN Y VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	32
2.1.1 <i>Proposición y valoración de alternativas de tecnología de depuración</i> .....	32
2.1.1.1 Proposición inicial de alternativas .....	33
2.1.1.2 Estudio de costes .....	36
2.1.1.3 Análisis multicriterio tecnología de depuración .....	41
2.1.2 <i>Proposición y valoración de alternativas de implantación de la nueva EDAR</i> .....	46
2.1.2.1 Proposición inicial de alternativas .....	46
2.1.2.2 Análisis multicriterio alternativas de implantación de la nueva EDAR .....	47
2.1.3 <i>Proposición de alternativas para colector de Agrupación de Vertidos</i> .....	52
2.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	52
2.2.1 <i>Descripción de implantación seleccionada</i> .....	52
2.2.2 <i>Descripción de la tecnología de depuración seleccionada</i> .....	52
2.2.3 <i>Obras de conexión</i> .....	54

## 1. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

Atendiendo a La Directiva Comunitaria 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, se establece unos plazos para que las poblaciones afectadas por la misma se provean de los sistemas colectores y de tratamiento pertinentes para alcanzar los parámetros de calidad que en ella se fijan para los vertidos y los cauces receptores de los mismos, puesto que los vertidos de Escañuela actualmente se vierten al medio sin recibir ningún tipo de tratamiento.

Escañuela, se encuentra incluido en el Acuerdo de 26/10/2010 del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía, por la que quedaba declarada de Interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía (*EDAR y Colectores de Escañuela y Villardompardo*).

Como consecuencia de esta situación, con fecha 24 de enero de 2017 la Dirección General de Infraestructuras y Explotación del Agua realizó la correspondiente encomienda a la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía de la redacción del “PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y EDAR DE ESCAÑUELA (JAÉN)”, cuya clave es A5.323.1141/0411, y número de expediente 64/2016.

Con fecha 8 de abril de 2017 se anuncia la licitación de los trabajos de consultoría en el Boletín Oficial del Estado. Se asignó el código de expediente NET071787/2, presupuesto base de licitación de 69.860,00 euros IVA incluido, y plazo de ejecución estimado en 10 meses.

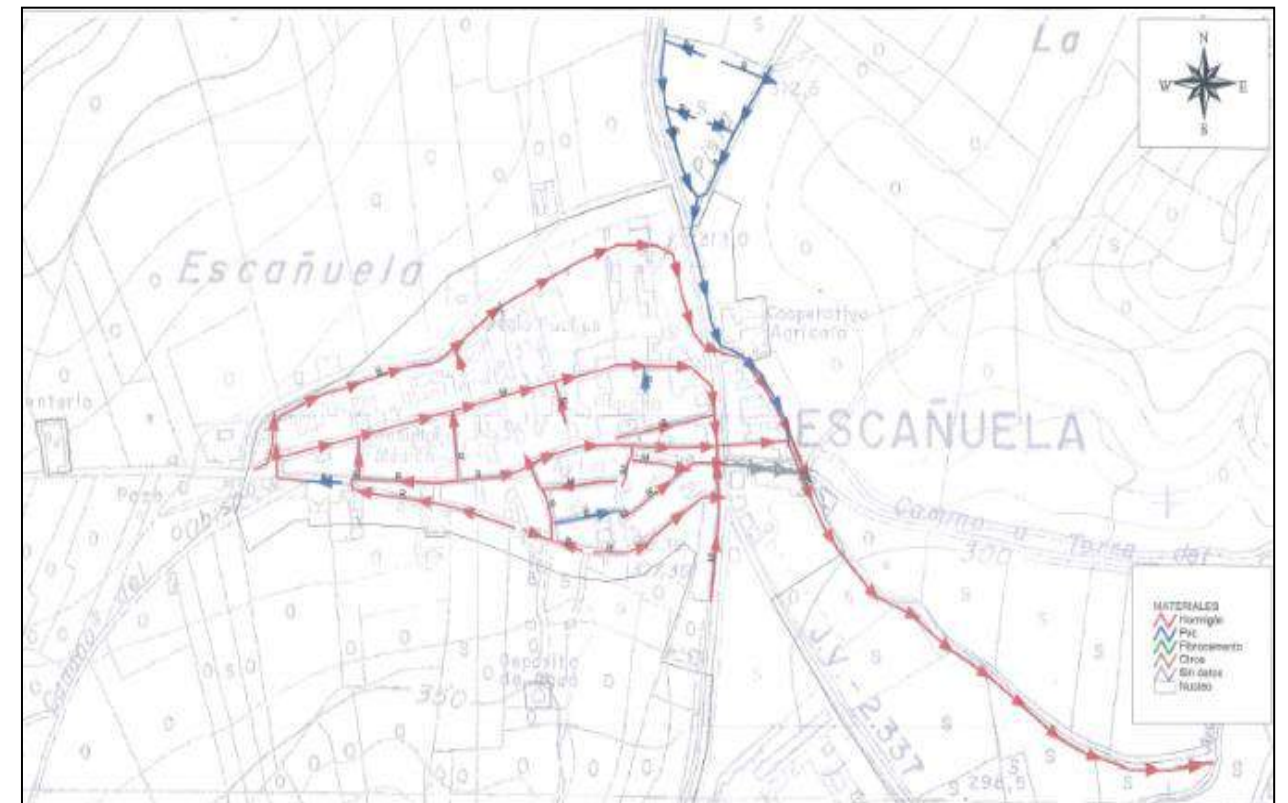
Con fecha 22 de septiembre de 2017 se redacta la RESOLUCIÓN DEL ÓRGANO DE CONTRATACIÓN POR LA QUE SE ADJUDICA EL EXPEDIENTE NET071787 “SERVICIO PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DECLARADOS DE INTERÉS DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA. MARZO 2017”, en el cual se publican las adjudicaciones de los 5 lotes del contrato, notificándose por tanto la adjudicación del presente contrato a AIMA INGENIERIA S.L.P., por parte de la Secretaría General de Medio Ambiente y Agua, por un importe de 47.469,87 euros (I.V.A. excluido) y plazo de 10 meses. Posteriormente, se procedió a la firma del contrato con fecha 24 de octubre de 2017, efectuándose la Orden de Inicio de los trabajos con fecha 2 de noviembre de 2017.

### 1.2 SITUACIÓN ACTUAL

El núcleo de Escañuela cuenta con un sistema de saneamiento formado por una red mayoritariamente unitaria, aunque se están comenzando a realizar tramos separativos en las zonas de reciente ampliación del municipio (zona sur). Como se expone en el Plan General de Ordenación Urbana (Adaptación de la norma subsidiaria a la L.O.U.A.), que expone:

<< En principio, se utilizará sistema separativo, salvo que razones (debidamente expuestas y justificadas) lo impidan. >>

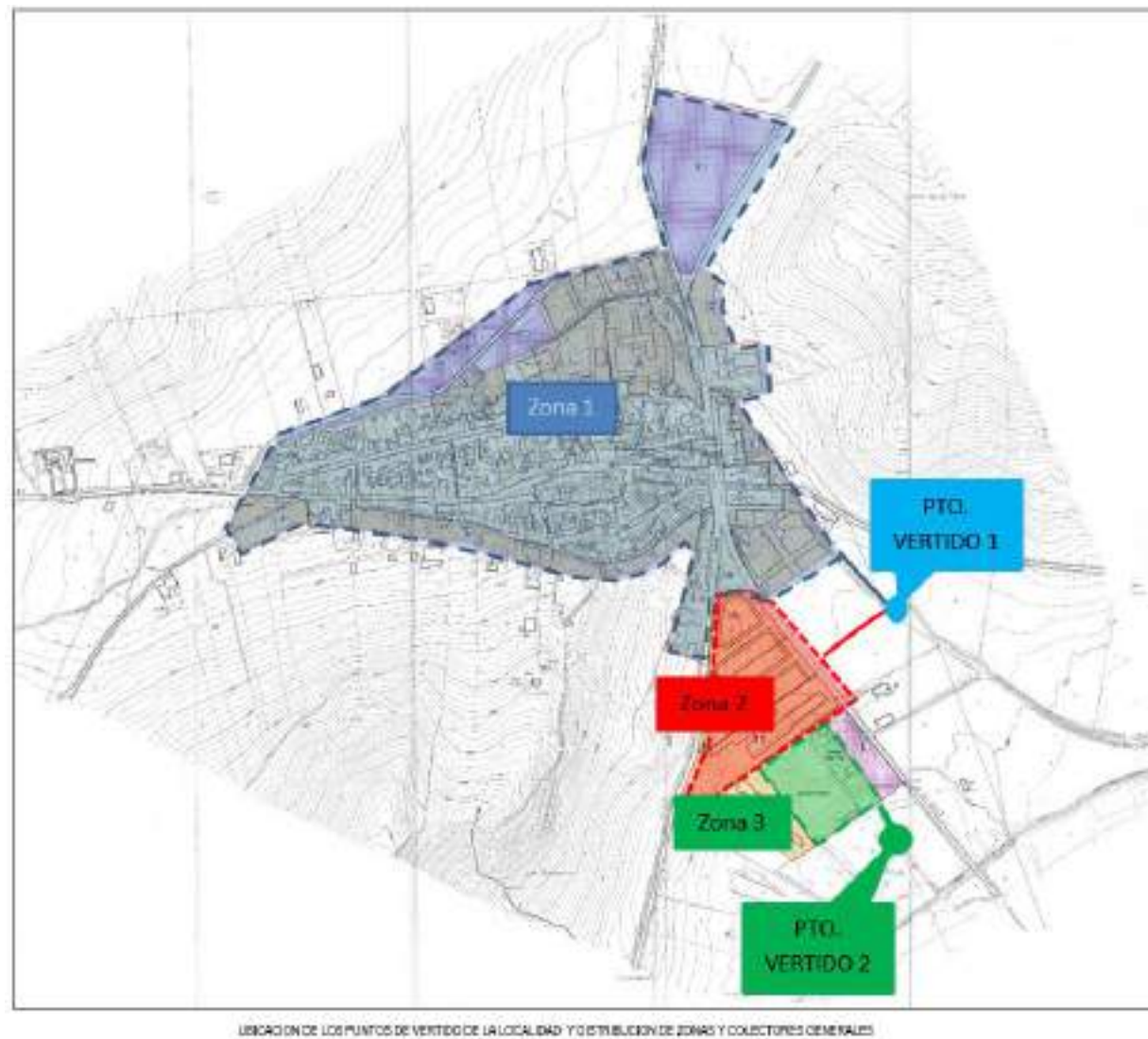
A continuación, se muestra el plano con la red de saneamiento municipal de Escañuela:



Teniendo en cuenta el mayor porcentaje de red unitaria ejecutada con respecto a la separativa, a efectos de cálculo, debemos considerar la red como unitaria para tener en cuenta las puntas de caudal que tendrán lugar en los episodios de lluvia. Actualmente, existen dos puntos de vertido en el municipio, que se definen a continuación:

- P.V. 1. Es el único punto de vertido de entidad, puesto que se corresponde con el agua de saneamiento de todo el núcleo, excepto de las instalaciones deportivas que existen al sur del municipio. Las zonas que recoge son las denominadas zona 1 y zona 2 en la imagen que se muestra a continuación. Este vertido se sitúa al noroeste del núcleo urbano en un pequeño ramblizo afluente del Arroyo Salado, que se encuentra encauzado.
- P.V. 2. En este punto únicamente vierte el saneamiento procedente de las instalaciones deportivas (*zona 3* en la imagen que se adjunta a continuación). Actualmente, según nos comenta la corporación municipal, estas instalaciones no están en uso; se prevé que en los meses de verano, durante el funcionamiento de la piscina, si se vierta el saneamiento procedente de los aseos de la misma. Este vertido se ubica al sur de las instalaciones deportivas, directamente sobre el medio natural. Este punto de vertido no se va a tener en cuenta, ya que no es significativo.

A continuación, se ubican los dos puntos de vertido:



La definición de las zonas en que se estructura Escañuela son las siguientes:

- Zona 1: casco antiguo de Escañuela (red de saneamiento unitaria)
- Zona 2: nueva urbanización al sur del núcleo municipal (red de saneamiento separativa)
- Zona 3: instalaciones deportivas

### 1.3 ESTUDIO DE POBLACIÓN, DOTACIONES, CAUDALES Y CONTAMINACIÓN

#### 1.3.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este apartado es obtener los caudales que será necesario transportar o tratar en las infraestructuras que son objeto de este proyecto, teniendo en cuenta además sus posibles variaciones diarias o estacionales.

Para ello, se estimarán datos de población en una proyección a futuro, así como las dotaciones correspondientes a esa población. Estos datos se compararán con los obtenidos de la situación actual para intentar establecer las variaciones diarias y estacionales, y de esta forma obtener los caudales mínimos y máximos que permitan encajar el funcionamiento de la infraestructura.

#### 1.3.2 DATOS DE PARTIDA

##### 1.3.2.1 Relación de documentación recopilada y fuentes de obtención de la misma

Para la redacción del presente apartado se han consultado la siguiente documentación:

- Datos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para la obtención de censos.
- Datos del SIMA (sistema de Información Multiterritorial de Andalucía) para la obtención censo de tipos de viviendas.
- Adaptación de las NNSS
- Volúmenes de caudales de consumo de agua potable en el núcleo urbano de Escañuela, aportados por el Ayuntamiento.
- Resultados de la campaña de aforos y analítica realizada para la elaboración de este proyecto.

##### 1.3.2.2 Datos demográficos del núcleo afectado

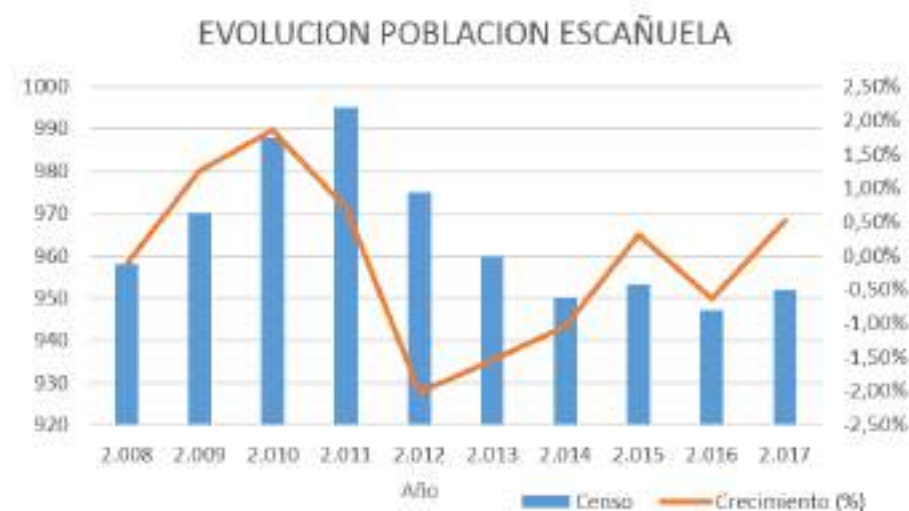
El municipio de Escañuela tiene un único núcleo de población, careciendo de diseminados. Los datos demográficos del municipio de Escañuela se han obtenido del INE. A continuación, se adjunta un cuadro con los datos obtenidos para Escañuela en los 10 últimos años:

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº HABITANTES	958	970	988	995	975	960	950	953	947	952

A partir de estos datos se calculan los crecimientos interanuales. Se muestran a continuación:

AÑO	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017
Nº HABITANTES	958	970	988	995	975	960	950	953	947	952
Crecimiento		1,25%	1,86%	0,71%	-2,01%	-1,54%	-1,04%	0,32%	-0,63%	0,53%

Resulta interesante observar cual es la tendencia que sigue en los últimos años.



Como puede comprobarse en el gráfico, los datos de censo no han tenido una gran fluctuación, siendo la diferencia entre los años de mayor y menor población de 48 habitantes. Se inicia una tendencia decreciente a partir del año 2012, pero el valor medio de crecimiento de los últimos diez años es del **-0.06 % (decrecimiento)**.

### 1.3.2.3 Trabajos de campo. Campaña de aforos y analítica

En el Apéndice 1 se adjuntan los resultados de la campaña de aforos y analítica realizada para la redacción del presente proyecto, entre los días 18 y 23 de abril de 2018. Como resumen de la misma, se adjunta el siguiente cuadro:

De los aforos realizados se puede deducir que el caudal de aguas negras del punto de vertido aforado arroja un total de **238,1 m³/día**.

Teniendo en cuenta que este caudal corresponde a una población de 952 habitantes (según último censo), se puede deducir que la dotación real de aguas negras es de 250,11 l/hab día, cifra que podemos considerar **ELEVADA** para una población de estas características. Esta dotación de aguas negras supone una dotación de abastecimiento de 312,63 l/hab/día (dot. saneam / 0,8).

La carga equivalente media obtenida en los ensayos de DBO5 oscila entre 1.172 habitantes medios y 1.327 habitantes máximos, cifra media un 23% superior a los 952 habitantes del censo y posiblemente justificado por la afluencia de la población en los fines de semana, en los que se observa el valor máximo de población equivalente.

Asimismo, en los ensayos realizados se obtienen cargas de DBO5 superiores a la media, (y por eso se obtienen unos habitantes deducidos a partir de la carga equivalente media en DBO5 superiores a la población real), por lo que para el dimensionamiento del proceso se adoptan valores de carga contaminante acordes a los resultados obtenidos en la campaña de aforos y analítica.

### 1.3.2.4 Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas

A continuación, se adjuntan los datos de consumos facilitados por el explotador del servicio de aguas en Escañuela (facilitado de Confederación al Ayuntamiento de Escañuela) en los últimos 6 años:

AÑO	CONSUMO (m³)
2012	100.382
2013	108.859
2014	139.751
2015	111.617
2016	114.788
2017	114.434

De los datos anteriores facilitados por la empresa suministradora elaboramos la siguiente tabla:

AÑO	CONSUMO (m³)	HAB (INE)	litros/hab/día
2012	100.382	975	282,07
2013	108.859	960	310,67
2014	139.751	950	403,03
2015	111.617	953	320,88
2016	114.788	947	331,18
2017	114.434	952	328,43

Estos valores son valores en alta, ya que es el cómputo total de volumen a la salida del depósito de abastecimiento. A continuación, se adjuntan los valores realmente consumidos por los habitantes del municipio, deducidos de los volúmenes facturados a los domicilios, e indicado por trimestres:

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO (m <sup>3</sup> )
2016	TRIMESTRE 1	14.935
	TRIMESTRE 2	12.143
	TRIMESTRE 3	17.701
	TRIMESTRE 4	11.541
	<b>TOTAL 2016</b>	<b>56.320</b>
2017	TRIMESTRE 1	12.772
	TRIMESTRE 2	13.762
	TRIMESTRE 3	15.494
	TRIMESTRE 4	12.881
	<b>TOTAL 2017</b>	<b>54.909</b>

A partir de estos datos suministrados por el Ayuntamiento de Escañuela y con los datos de población del INE que ya se han indicado, se calcula la dotación por habitante y día de los dos últimos años:

- Año 2016 ->  $56.320 \text{ m}^3 / 947 \text{ hab}/366 \text{ días} = > 162,49 \text{ l/hab día}$
- Año 2017 ->  $54.909 \text{ m}^3 / 952 \text{ hab}/365 \text{ días} = > 158,02 \text{ l/hab día}$

Se extrae por tanto un valor medio de **160,26 l/hab día**.

Los datos de agua consumidos por trimestres se utilizan para estimar el aumento de población que sufre el municipio en la época estival. Si se realiza el cociente entre el consumo del tercer trimestre entre los del segundo trimestre (época en la que se ha realizado la campaña de aforos y analítica), se obtendría lo siguiente:

- Año 2016 ->  $17.701 / 12.143 = 1,458$
- Año 2017 ->  $15.494 / 13.762 = 1,126$

Si estimamos el valor medio de ambos, se obtiene un factor de estacionalidad deducido a través de la distribución mensual resulta ser:

**Factor de estacionalidad medio = 1,29**

### 1.3.2.5 Conclusiones sobre la situación actual

De los datos analizados en los apartados anteriores podemos extraer los siguientes datos relevantes:

- Población actual núcleo urbano de Escañuela (año 2.017) = 952 habitantes.
- Promedio de volumen de agua de abastecimiento al núcleo urbano de Escañuela mensual (valor medio) = 4.634,54 m<sup>3</sup>/mes
- Dotación de abastecimiento de agua (según datos de consumo de agua) = 160,26 l/hab/día
- Factor de estacionalidad del abastecimiento real de agua (temporada alta/valor medio anual) = 1,29
- La dotación real de aguas negras deducida a partir de los aforos realizados es de 250,11 l/hab/día, lo que supone una dotación de abastecimiento de 312,64 l/hab/día.

### 1.3.3 ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

#### 1.3.3.1 Horizontes de población

Dadas las características del proyecto, se fijarán los siguientes horizontes:

- E.D.A.R. .... 15 años.
- Conducciones de saneamiento..... 25 años (solo para la prolongación del actual, si procede)

#### 1.3.3.2 Estimaciones del crecimiento de población

Como datos de partida para la estimación de la evolución de la población se han considerado las series históricas de población existentes en el INE. A estas series se les han aplicado diversos métodos tradicionales de pronóstico a efectos de establecer una comparación entre los resultados obtenidos con ellos, así como con otros datos obtenidos de las otras fuentes consultadas.

Principalmente se considerarán las siguientes fuentes de información para obtener los resultados finales:

- Proyección de la población obtenida según diversos modelos estadísticos.
- Planeamiento urbanístico (NNSS, PGOU y POT).
- Volúmenes de caudales de consumos históricos de agua potable en el núcleo urbano de Escañuela, aportados por el explotador del servicio de aguas
- Publicaciones oficiales.



### 1.3.3.2.1 Modelos Estadísticos

Tradicionalmente se han empleado diversos modelos estadísticos para la proyección de poblaciones que han servido para conocer la población en un horizonte temporal a partir de series históricas de datos.

Es sabido que el crecimiento demográfico natural sigue unas pautas que han hecho que los ajustes estadísticos hayan resultado de enorme utilidad. Normalmente, cuando únicamente influyen en una población los factores naturales de nacimiento, muerte y migración (como consecuencia generalmente de una mejora en el bienestar motivada por el desarrollo económico, o bien el fenómeno contrario), las curvas de crecimiento suelen presentar tres zonas bien diferenciadas: una primera zona con pendiente suave, una segunda zona con un crecimiento fuerte, y una tercera zona similar a la primera, sensiblemente horizontal.

Se ha comprobado que normalmente las poblaciones tienen un crecimiento limitado dado por un valor que en demografía se conoce como población de saturación, que es la cual a la que una determinada población tiende a estabilizarse, lo que en la curva de crecimiento se refleja como un valor asintótico.

Para realizar un estudio demográfico adecuado, es imprescindible conocer las características de las poblaciones. Con solo ver una curva de crecimiento, se pueden obtener datos muy importantes acerca de su historia, lo que proporciona una información de gran valía. Así, cuando una curva sigue una tendencia más o menos continua y se produce una caída brusca en un determinado momento, se pueden intuir fenómenos importantes que la motivan: guerras, cierre de fábricas, minas, etc. Estos episodios suelen tener un mayor peso específico en poblaciones pequeñas.

Los modelos estadísticos más empleados para las proyecciones demográficas son los siguientes:

- Modelo aritmético
- Modelo geométrico
- Modelo exponencial

Estos modelos ajustan curvas de crecimiento a las series de datos y suponen un crecimiento homogéneo futuro según el crecimiento anterior. Estos modelos no sirven para poblaciones que hayan alcanzado su población de saturación, como puede fácilmente comprenderse. Tampoco son adecuados en periodos demasiado largos de tiempo, precisamente porque lógicamente si esto ocurre es posible que las poblaciones alcancen su máximo desarrollo y se estabilicen. En cambio, su ajuste resulta de una gran utilidad conjuntamente con la aplicación de otros métodos de contraste, ya que con la información global obtenida se pueden llegar a obtener curvas completas en horizontes temporales diferentes.

El otro modelo aplicado para la evaluación de la población futura es el método del MOPU, que combina una primera etapa de desarrollo más acusado, y una segunda etapa de crecimiento más moderado.

Con la superposición de todos estos métodos puede obtenerse una estimación de crecimiento aceptable.

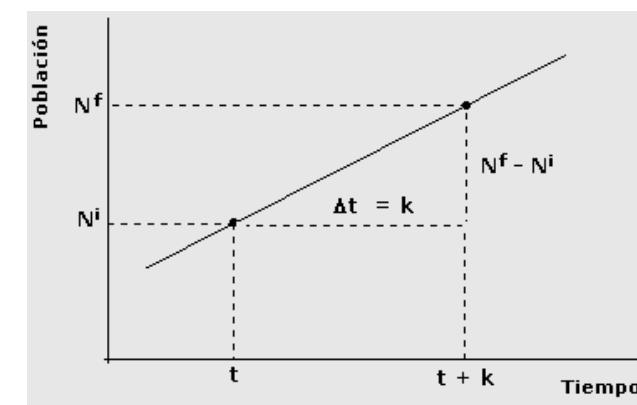
### 1.3.3.2.2 Metodología empleada

En todos los modelos aplicados la metodología es muy similar. En primer lugar, se calcula una tasa de crecimiento fundamentada en las series históricas de datos obtenidos del INE, que en cada modelo se calcula de una determinada manera. Posteriormente, se aplica la tasa de crecimiento obtenida a los distintos horizontes temporales, estimando que el crecimiento seguirá la ley de crecimiento establecida en cada modelo por tiempo indefinido.

A continuación, se describe para cada uno de ellos la metodología y la formulación empleadas.

#### Modelo aritmético

Es el más simple de todos. Supone que la población tiene un comportamiento lineal y por ende, la razón de cambio también se supone constante, es decir: se incrementa en la misma cantidad cada unidad de tiempo considerada.



Puesto que la razón de cambio se supone constante y si "r" es la tasa de crecimiento por unidad de tiempo, entonces el crecimiento de la población entre un momento t y un momento t + k viene dada por:

$$\Delta N = N^i \cdot r \cdot k$$

Entonces la población en el momento t + k sería:

$$N^f = N^i + \Delta N$$

es decir,

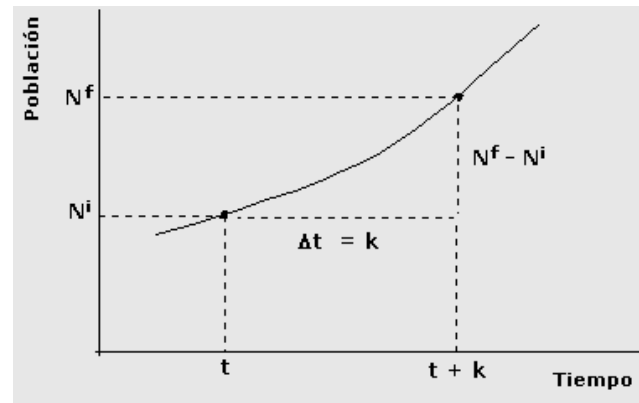
$$N^f = N^i + N^i \cdot r \cdot k = N^i \cdot (1 + r \cdot k)$$

Si se despeja el valor de "r" en la ecuación anterior, se obtiene la fórmula para la tasa de crecimiento bajo el supuesto aritmético:

$$r = \frac{N^f - N^i}{k \cdot N^i}$$

### Modelo geométrico

En el modelo aritmético el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto cada unidad de tiempo. En el modelo geométrico lo que se mantiene constante es el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo, y no el monto.



Supongamos que "r" es la tasa de crecimiento por unidad de tiempo. Entonces, el tamaño de la población en el momento t+k está dado por:

$$N^f = N^i \cdot (1 + r)^k$$

Nuevamente si se despeja el valor de "r" en esta ecuación, se obtiene la fórmula para la tasa de crecimiento poblacional bajo el supuesto geométrico:

$$r = \left( \frac{N^f}{N^i} \right)^{\frac{1}{k}} - 1$$

### Modelo de la curva logística o curva en S

Durante mucho tiempo la curva logística sirvió de modelo para representar el crecimiento de diferentes poblaciones. Sin embargo, como la conducta del ser humano varía constantemente a consecuencia de actos deliberados, no debe esperarse de ordinario que el crecimiento de una población se ajuste a una fórmula matemática precisa. Aunque ya nos se acepta como ley universal, la curva logística todavía se sigue empleando en algunas proyecciones demográficas, pues suele representar una tendencia que, por lo menos es razonable.

Cabe mencionar que el principal limitante que surge al emplear la curva logística es el hecho de definir una población máxima ya que resulta ser además de difícil demasiado riesgoso.

La ecuación que describe dicha curva es la siguiente:

$$P_t = \frac{K}{(1 + e^{a+bt})}$$

Donde:

K = es la constante que representa el límite máximo que podría alcanzar la población en el futuro, también llamada asíntota superior

P<sub>t</sub> = es la población estimada en el tiempo t

e = exp es la base del logaritmo natural

t = es el periodo de tiempo de la proyección

b = es una constante que representa la proporción de cambio para periodos sucesivos de t

a = constante

El valor de K resulta demasiado arbitrario al mismo tiempo que demasiado difícil de establecer considerando únicamente la variable de población, por lo que muchas veces se recurre a usar algún indicador de densidad demográfica máxima y de allí se procede a deducir una población máxima para un valor de K. Por su parte, los valores de a y b pueden ser estimados mediante mínimos cuadrados.

### Método del MOPU

Se toman como base las poblaciones del último censo realizado y de los censos de 10 y 20 años antes y se calculan las tasas de crecimiento anual acumulativo correspondientes a los intervalos entre cada uno de estos censos y el último realizado.

$$P_a = P_{a-10} (1 + \beta)^{10}, \text{ deduciéndose } \beta$$

$$P_a = P_{a-20} (1 + \gamma)^{20}, \text{ deduciéndose } \gamma$$

Como tasa de crecimiento aplicable a la prognosis se adoptará un valor:

$$\alpha = \frac{2\beta + \gamma}{3}$$

Estimándose entonces la población futura mediante el modelo:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

Siendo:

P = la población futura

P<sub>a</sub> = la población del último censo

t = el tiempo a partir del último censo

### 1.3.3.2.3 Series históricas de población

Con el fin citado anteriormente de establecer las bases de la demanda futura, se han obtenido los datos de población de los últimos años, a partir de los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística. A continuación, se adjuntan los datos del núcleo urbano de Escañuela (que es la zona que verterá a la EDAR objeto del proyecto) con su respectiva tasa de incremento anual.

Datos de población Núcleo urbano de Escañuela (datos INE)

AÑO	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017
Nº HABITANTES	958	970	988	995	975	960	950	953	947	952
Crecimiento		1,25%	1,86%	0,71%	-2,01%	-1,54%	-1,04%	0,32%	-0,63%	0,53%

Según los datos del INE, el crecimiento medio en los últimos 10 años es de **-0.06 %** (decrecimiento).

No obstante, puesto que el último año ha crecido un 0.53 %, y por ser algo conservadores, como dato de crecimiento de partida para el cálculo de la prognosis futura, se va a establecer un valor **0.1 %**.

### 1.3.3.2.4 Cálculo del crecimiento de la población

#### Método Aritmético

El Método Aritmético consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante, es decir asimilable a una línea recta, es decir que responde a la ecuación:

$$P = P_2 + \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} (t - t_2)$$

Donde:

$P_i$  = población en tiempo  $p_i$

Puede fijarse considerando un periodo representativo (la última década, el último cuarto de siglo) o ajustando por mínimos cuadrados una recta a los últimos datos representativos de población. Es un método indicado para ciudades jóvenes de un cierto desarrollo, en plena dinámica de crecimiento y con horizontes libres (terreno de expansión sin limitaciones a corto o mediano plazo).

A continuación, se muestran los resultados de las previsiones de crecimiento, según este método:

### Crecimiento población núcleo urbano de Escañuela (método aritmético)

Serie estimadas (Año)	Población futura
2.018	953
2.019	954
2.020	955
2.021	956
2.022	957
2.023	958
2.024	959
2.025	960
2.026	961
2.027	962
2.028	962
2.029	963
2.030	964
2.031	965
2.032	966
2.033	967
<b>2.034</b>	<b>968</b>
<b>2.044</b>	<b>978</b>

#### Método Geométrico

El método geométrico consiste en suponer que el crecimiento de la comunidad es en todo instante proporcional a su población, es decir que responde a la ecuación:

$$P = P_2 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\left( \frac{t-t_2}{t_2-t_1} \right)}$$

Este método da resultados superiores, similares a los del método anterior, por lo que se califica de "optimista" y debe emplearse con mucha precaución. Tan sólo debe aplicarse a comunidades en plena dinámica de crecimiento, con grandes posibilidades de desarrollo y horizontes libres.

En la tabla siguiente, se muestran los resultados de la aplicación de este método:

**Crecimiento población núcleo urbano de Escañuela (método geométrico)**

Series estimadas (Año)	Población futura
2.018	953
2.019	954
2.020	955
2.021	956
2.022	957
2.023	958
2.024	959
2.025	960
2.026	961
2.027	962
2.028	963
2.029	963
2.030	964
2.031	965
2.032	966
2.033	967
<b>2.034</b>	<b>968</b>
<b>2.044</b>	<b>978</b>

Método de la Curva Logística

El método de la curva logística, también llamado de la curva en S, responde a una población que, primero, crece exponencialmente y, posteriormente, al aproximarse a su población de saturación, crece con tasa decreciente, aproximándose a una asíntota (población de saturación). Este método es más parecido a la realidad en zonas ya con cierto grado de desarrollo. La dificultad estriba, no obstante, en calcular el valor de población de saturación, que es difícil de conocer o estimar.

En este estudio se modeliza esta curva, para el núcleo urbano de Escañuela, con un modelo decreciente de población, tomando un modelo de porcentaje linealmente decreciente, donde la tasa actual considerada (estimada en el 2%) disminuye linealmente hasta la tasa 0 en el año horizonte.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos con este método:

**Crecimiento población núcleo urbano de Escañuela (método de la curva logística)**

	ultima decada (%)	crec. Inicial decreciente en 20 años
crecimiento	0,10	2,00

Año	Población
2.017	952

Series estimadas (Año)	% crecimiento	Población futura
2.018	2,00	971
2.019	1,90	989
2.020	1,80	1.007
2.021	1,70	1.024
2.022	1,60	1.041
2.023	1,50	1.056
2.024	1,40	1.071
2.025	1,30	1.085
2.026	1,20	1.098
2.027	1,10	1.110
2.028	1,00	1.121
2.029	0,90	1.131
2.030	0,80	1.140
2.031	0,70	1.148
2.032	0,60	1.155
2.033	0,50	1.161
<b>2.034</b>	<b>0,40</b>	<b>1.166</b>
<b>2.044</b>	<b>0,00</b>	<b>1.173</b>

Método del MOPU

Para la estimación de la población por éste método utilizaremos los censos indicados a continuación:

$$\text{Año 1.997} = 985$$

$$\text{Año 2.007} = 949$$

$$\text{Año 2.017} = 952$$

$$P_{2.013} = P_{2.003} (1 + \beta)^{10} \text{ sustituyendo valores se obtiene } \beta = 0,00032$$

$$P_{2.013} = P_{1.993} (1 + \gamma)^{20} \text{ sustituyendo valores se obtiene } \gamma = 0,00170$$

$$\alpha = \frac{2\beta + \gamma}{3} = -0,00036$$

Hacemos la prognosis para los años 2034 y 2044:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

$$P_{2.030} = 946$$

$$P_{2.040} = 943$$

Crecimiento según el planeamiento urbanístico de Escañuela y según el Plan de Ordenación Territorial de Andalucía (POTA)

El planeamiento urbano vigente en el término municipal de Escañuela, tal y como se ha indicado anteriormente, se rige por el documento de adaptación parcial de las NNSS a la LOUA aprobadas definitivamente en fecha 30 de septiembre de 2011 y publicadas en el Boletín Oficial de la provincia de Jaén el 27 de octubre de 2011.

En el Plan General de Ordenación Urbana de Escañuela (Adaptación de la norma subsidiaria a la L.O.U.A.), en cumplimiento del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) se contemplan crecimientos urbanos concentrados (ciudad compacta), por lo que solo se clasifica suelo anexo al núcleo urbano principal de Escañuela, y por lo tanto dentro de la zona de influencia de la nueva EDAR.

Asimismo, también se contempla en el citado Plan de ordenación un aumento tanto de los suelos urbanizables como del aumento en unidades de viviendas acorde con las limitaciones del POTA. Según el documento definitivo, a fecha de 2011 únicamente se ha desarrollado el 33,41% del suelo previsto en unidades de ejecución por el planeamiento general. Se muestra a continuación el cuadro resumen de superficies del plan:

SUELO DE N.N.S.S (m2)	158240
SUELO DESARROLLADO (m2)	52870
SUELO POR DESARROLLAR m(2)	103080
SUELO DESARROLLADO (%)	33,41%

En el plano nº3 se adjunta el plano de ordenación de todo el suelo urbano y urbanizable, en el que se aprecian los futuros desarrollos.

Las zonas contempladas de ampliación para futuros desarrollos del núcleo urbano, se resumen en el siguiente cuadro:

SUELO URBANO NO CONSOLIDADO	
Adaptación parcial a la LOUA	NN.SS.
Nomenclatura SUNC-R-01	Se corresponde con UE-1.B de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-RUM-02	Se corresponde con UE-02 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-RUM-03	Se corresponde con UE-0.3 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-UM-04	Se corresponde con UE-0.4 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-UM-05	Se corresponde con UE-05 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-UM-06	Se corresponde con UE-06 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-R-07	Se corresponde con UE-07 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-I-B	Se corresponde con UE-10 de las NN.SS.
Nomenclatura SUNC-IRUM-9	Se corresponde con UE-11 de las NN.SS.

En el siguiente cuadro se indican los parámetros de cada unidad de suelo urbano no consolidado que se contempla en el planeamiento vigente:

	Coincide con la UE de las NN.S.S	Superficie Total	m <sup>2</sup> edificables Sup. Total-Cesiones y viales	Edificabilidad bruta de acuerdo con normativa N.N.S.S m2techo/m2suelo	m <sup>2</sup> Techo edificable	m <sup>2</sup> Techo vivienda protección (30%)
SUNC-R 01	1B	3.625 m <sup>2</sup>	1.895 m <sup>2</sup>	1.6	3.032 m <sup>2</sup>	910 m <sup>2</sup>
SUNC-R/UM-02	2	5.460 m <sup>2</sup>	3.185 m <sup>2</sup>	1.6	5.096 m <sup>2</sup>	1.529 m <sup>2</sup>
SUNC-R/UM-03	3	17.100 m <sup>2</sup>	11.110 m <sup>2</sup>	1.6	17.776 m <sup>2</sup>	5.333 m <sup>2</sup>
SUNC-UM-04	4	5.345 m <sup>2</sup>	4.050 m <sup>2</sup>	1.6	6.528 m <sup>2</sup>	1.959 m <sup>2</sup>
SUNC-UM-05	5A	8.300 m <sup>2</sup>	5.775 m <sup>2</sup>	1.6	9.240 m <sup>2</sup>	2.772 m <sup>2</sup>
	5B	6.260 m <sup>2</sup>	4.090 m <sup>2</sup>	1.6	6.544 m <sup>2</sup>	1.963 m <sup>2</sup>
SUNC-UM-06	6	2.785 m <sup>2</sup>	1.850 m <sup>2</sup>	1.6	3.024 m <sup>2</sup>	907 m <sup>2</sup>
SUNC-R-07	7	11.420 m <sup>2</sup>	7.085 m <sup>2</sup>	1.6	11.336 m <sup>2</sup>	3.400 m <sup>2</sup>
SUNC-I-08	10	3.340 m <sup>2</sup>	2.570 m <sup>2</sup>	Industrial	-	-
SUNC-R/UM/09	11A	21.060 m <sup>2</sup>	4.395 m <sup>2</sup> (30%)	0.9	3.955,5 m <sup>2</sup>	1.187 m <sup>2</sup>
	11B		10.255 m <sup>2</sup> (70%)	1.6	2.750 m <sup>2</sup> (Resto Industrial)	825 m <sup>2</sup>

De estas unidades de suelo no consolidado, a día de hoy están pendientes de desarrollar las siguientes (como se aprecia en el plano nº3):

- SUNC-UM-04
- SUNC-UM-05
- SUNC-R-07

La suma de estos tres sectores supone un total de 25.065 m<sup>2</sup>. Si suponemos la densidad media del núcleo de Escañuela (30 viv/ha), esta superficie se traduce en unas 75 nuevas viviendas, lo que implicará un crecimiento máximo de **188 habitantes** (a razón de 2.5 hab/vivienda). Este valor se aprecia altamente optimista, teniendo en cuenta la evolución de la población en los últimos años (en decrecimiento).

Considerando ese crecimiento para ocho años, este valor equivale a 24 habitantes nuevos por año, lo que supone un crecimiento anual de 2,52 %. Teniendo en cuenta la evolución de la población en la última década ha sido negativa (el máximo crecimiento se ha dado en 2010 con un crecimiento anual de 1,86 %), suponer el valor obtenido del 2,52 % como crecimiento base para la realización de la prognosis futura, sería un error, ya que podría dar lugar a un sobredimensionamiento de la estación depuradora. Por tanto, este valor de crecimiento no se va a considerar.

Por tanto, Considerando que estas hipótesis de crecimiento contempladas en el planeamiento vigente son excesivamente optimistas teniendo en cuenta la situación socio-económica actual, vamos a considerar que este crecimiento se produciría a lo largo de 20 años, pudiendo calcular en la tabla siguiente que esta hipótesis supondría un crecimiento anual del 0,99 %, (calculado por el método del crecimiento aritmético) en nuestra opinión mucho más realista y creíble que el anterior, obteniéndose con esta hipótesis de crecimiento la población a 15 y 25 años en la siguiente tabla:

**Crecimiento población núcleo urb. de Escañuela , según PGOU y POTA**

(estimando el crecimiento en 20 años)

crecimiento anual última década %	0,99
Año	Población
2.017	952

Series estimadas (Año)	Población futura
2.018	961
2.019	971
2.020	980
2.021	990
2.022	999
2.023	1.009
2.024	1.018
2.025	1.027
2.026	1.037
2.027	1.046
2.028	1.056
2.029	1.065
2.030	1.075
2.031	1.084
2.032	1.093
2.033	1.103
<b>2.034</b>	<b>1.112</b>
<b>2.044</b>	<b>1.206</b>

Resumen de los métodos utilizados

Se adjunta a continuación una tabla resumen con los resultados de la población futura, de cada método utilizado.

AÑO	ESCAÑUELA					
	MET. ARITMETICO	MET. GEOMETRICO	MET. CURVA LOGISTICA	MET. MOPU	MET. PGOU/POTA	VALOR MEDIO
2.018	953	953	971	952	961	<b>958</b>
<b>2.034</b>	968	968	1.071	946	1.112	<b>1.013</b>
<b>2.044</b>	978	978	1.173	943	1.206	<b>1.056</b>

### 1.3.3.3 Previsión de la estacionalidad de población y consumos

Para calcular la estacionalidad de la población, y por lo tanto de los caudales de aguas residuales, lo estudiaremos por dos métodos diferentes:

- Estacionalidad estival de la población teniendo en cuenta las viviendas principales y no principales
- Estacionalidad del consumo de abastecimiento de agua potable

#### Cálculo de la estacionalidad estudiando las viviendas

El primer método que utilizaremos es suponer la ocupación del 100% de las viviendas existentes en verano, (viviendas principales y viviendas no principales), ya que se trata de un municipio donde se ha producido mucha emigración y tradicionalmente todos estos emigrantes vuelven en las vacaciones estivales, por lo que en estas fechas aumenta bastante la población.

Pero en el caso que nos ocupa, directamente el Ayuntamiento de Escañuela, nos ha facilitado información acerca de la población estival: en el mes de agosto se celebra la fiesta de la Vincula, en la que se estima que se genera un aumento de población de entre 150 y 200 habitantes. Tomamos como valor 200 habitantes.

Por tanto, según el aumento de habitantes durante el mes de agosto, si realizamos el cociente entre la población total durante este mes, y la población censada, tendríamos el siguiente factor de estacionalidad:

$$\text{Cfte. Estacionalidad población} = (952 + 200) / 952 = 1,21$$

#### Cálculo de la estacionalidad estudiando los consumos de agua potable

Si analizamos el consumo de agua potable en el núcleo urbano, tal y como se refleja en el apartado "1.3.2.4.- Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas", se ha estimado un factor de estacionalidad de 1,29.

Por tanto, teniendo en cuenta los dos coeficientes de estacionalidad calculados, se va a fijar este valor en la media de los dos. Por tanto, se adopta un coeficiente de estacionalidad de **1,25**.

### 1.3.3.4 Conclusiones

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en los apartados anteriores, finalmente adoptaremos los siguientes valores en cuanto a población y estacionalidad:

Los crecimientos obtenidos en los apartados anteriores son los siguientes:

Método	Crecimiento	Población año 2034
Método crecimiento aritmético teniendo en cuenta la serie de los últimos diez años	0,1 %	968
Método crecimiento geométrico teniendo en cuenta la serie de los últimos diez años	0,1 %	968
Método de la curva logística	2,00 % (estimado)	1.071
Método del M.O.P.U	0,25 %	946
Considerando el crecimiento previsto en el PGOUy el POTa (en 20 años)	0,99 %	1.013

Los resultados obtenidos considerando la serie de los últimos diez años arrojan valores excesivamente bajos, al igual que el método del MOPU, mientras que los valores obtenidos según el crecimiento del PGOU, incluso considerando que se hace a lo largo de 20 años arroja unos valores excesivamente optimistas considerando la situación socio – económica actual. Los datos obtenidos mediante el método de la curva en S en este caso no son muy representativos ya que el porcentaje de crecimiento considerado es arbitrario, y ese es precisamente el valor que queremos calcular.

Finalmente adoptamos el valor medio de los cuatro métodos estudiados, ya que la hipótesis de crecimiento anual considerada al 2,00 %, entendiéndolo que es un valor de crecimiento demasiado optimista para el núcleo de Escañuela. Por tanto, quitando los datos arrojados por el método del PGOU/POTA, tendríamos los siguientes valores medios:

AÑO	ESCAÑUELA				
	MET. ARITMETICO	MET. GEOMETRICO	MET. CURVA LOGISTICA	MET. MOPU	VALOR MEDIO
2.018	953	953	971	952	<b>958</b>
<b>2.034</b>	968	968	1.071	946	<b>989</b>
<b>2.044</b>	978	978	1.173	943	<b>1.018</b>

Por tanto, se considerará una población para el año horizonte 2.034 de **989 habitantes**.

En cuanto al factor de estacionalidad, según se ha calculado en el apartado anterior, finalmente adoptaremos el siguiente valor (valor medio de los dos calculados en el apartado anterior):

$$\text{Factor de estacionalidad} = \text{valor medio } (1,29; 1,21) = 1,25$$

Así pues, la población de diseño para los años horizonte quedaría de la siguiente manera:

Población de diseño	Año 2034 (año horizonte diseño EDAR)	
	temporada baja	temporada alta
	989	<b>1.237</b>

### 1.3.4 ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES

#### 1.3.4.1 Determinación de la dotación de abastecimiento

La dotación de abastecimiento se establecerá estudiando, por un lado, las dotaciones usuales para una población como ésta, y por otro lado estudiando el consumo de agua al casco urbano de Escañuela, según los datos proporcionados por el Explotador, que en este caso es el propio Ayuntamiento, según se refleja en el apartado “1.3.2.4 Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas”.

De acuerdo a las recomendaciones de la OMS, la dotación de agua potable en este tipo de núcleos es de 250 litros por habitante y día, aunque según los datos de consumo, sean mucho más altos, vamos a considerar

Según los datos proporcionados por el explotador del servicio de abastecimiento de aguas al municipio, tal y como se indica en el apartado “1.3.2.4 Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas” se puede deducir que la dotación real, como cociente entre volumen suministrado y la población, es de:

$$\text{Dotación} = \text{volumen agua /habitantes} = 160,26 \text{ l/hab día}$$

No obstante, en el Plan Hidrológico del Guadalquivir se indica la siguiente tabla para las dotaciones a considerar según la población:

Población abastecida por el sistema	Dotación bruta máxima en l/hab/día
< 50.000	250
50.000 – 100.000	240
100.001 – 500.000	230
> 500.000	225

Teniendo en cuenta lo anterior, finalmente se adopta la siguiente dotación de abastecimiento de agua:

$$\text{Dotación de abastecimiento de agua adoptada} = 250 \text{ l/hab día}$$

#### 1.3.4.2 Determinación de la dotación de agua residual

De la dotación de abastecimiento de agua potable, el 20% se destina a uso consuntivo y pérdidas en la red, por lo que la dotación de agua residual que llegará a la depuradora la calcularemos multiplicando el caudal de la dotación de abastecimiento por un factor de 0,8.

Así pues, la dotación de agua residual será:

$$\text{Dotación de agua residual adoptada} = 250 \cdot 0,8 = 200 \text{ l/hab día}$$

#### 1.3.4.3 Caudales de cálculo de abastecimiento

##### 1.3.4.3.1 Caudal medio

Caudal medio de abastecimiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{med abast.}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} = 2,86 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med abast.}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} = 3,58 \text{ l/s}$$

##### 1.3.4.3.2 Caudal mínimo

Caudal mínimo de abastecimiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{min abast.}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} / 2,4 = 1,19 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{min abast.}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} / 2,4 = 1,49 \text{ l/s}$$

##### 1.3.4.3.3 Caudal Punta

Caudal punta de abastecimiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{punta abast.}} = \text{Para temporada baja} = Q_{\text{med}} \cdot 2,4 = 6,87 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{punta abast.}} = \text{Para temporada alta} = Q_{\text{med}} \cdot 2,4 = 8,59 \text{ l/s}$$

##### 1.3.4.3.4 Resumen

A modo de resumen, los caudales de cálculo de abastecimiento son:

	ABASTECIMIENTO			
	TEMPORADA BAJA		TEMPORADA ALTA	
	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s
<b>Q med</b>	10,30	2,86	12,89	3,58
<b>Q min</b>	4,29	1,19	5,37	1,49
<b>Q punta</b>	24,73	6,87	30,93	8,59



### 1.3.4.4 Caudales de cálculo de saneamiento

#### 1.3.4.4.1 Caudal medio

Caudal medio de saneamiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{med saneam.}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 200 \text{ l/hab/día} = 2,29 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med saneam.}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 200 \text{ l/hab/día} = 2,86 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.2 Caudal mínimo

Caudal mínimo de saneamiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{min saneam.}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 200 \text{ l/hab/día} / 2,4 = 0,95 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{min saneam.}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 200 \text{ l/hab/día} / 2,4 = 1,19 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.3 Caudal Punta

Caudal punta de saneamiento para el año horizonte 2034 (EDAR) es:

$$Q_{\text{punta saneam.}} = \text{Para temporada baja} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 5,49 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{punta saneam.}} = \text{Para temporada alta} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 6,87 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.4 Resumen

A modo de resumen, los caudales de cálculo de saneamiento son:

	SANEAMIENTO			
	TEMPORADA BAJA		TEMPORADA ALTA	
	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s
<b>Q med</b>	8,24	2,29	10,31	2,86
<b>Q min</b>	3,43	0,95	4,30	1,19
<b>Q punta</b>	19,78	5,49	24,74	6,87

El diseño y comprobaciones hidráulicas de los colectores de agrupación y los propios elementos que conformarán la EDAR se realizarán respecto al caudal de saneamiento para el año horizonte 2044. Para este año, los caudales son los siguientes:

#### 1.3.4.4.5 Caudal medio

Caudal medio de saneamiento para el año horizonte 2044 es:

$$Q_{\text{med saneam.}} = \text{Para temporada baja} = 1.018 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} = 2,95 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med saneam.}} = \text{Para temporada alta} = 1.273 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} = 3,68 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.6 Caudal mínimo

Caudal mínimo de saneamiento para el año horizonte 2044 es:

$$Q_{\text{min saneam.}} = \text{Para temporada baja} = 1.018 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} / 2,4 = 1,23 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{min saneam.}} = \text{Para temporada alta} = 1.273 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab día} / 2,4 = 1,53 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.7 Caudal Punta

Caudal punta de saneamiento para el año horizonte 2044 es:

$$Q_{\text{punta saneam.}} = \text{Para temporada baja} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 7,07 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{punta saneam.}} = \text{Para temporada alta} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 8,84 \text{ l/s}$$

#### 1.3.4.4.8 Resumen

A modo de resumen, los caudales de cálculo de saneamiento son:

	SANEAMIENTO (E.B.A.R.)			
	TEMPORADA BAJA		TEMPORADA ALTA	
	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s
<b>Q med</b>	10,60	2,95	13,26	3,68
<b>Q min</b>	4,42	1,23	5,53	1,53
<b>Q punta</b>	25,45	7,07	31,83	8,84
<b>Q max (dilución)</b>	53,02	14,73	66,30	18,42

### 1.3.5 ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN

#### 1.3.5.1 Análisis de agua residual existentes

Se ha realizado una campaña de aforos y analítica para la redacción de este proyecto que se ha desarrollado entre los días 18 y 23 de abril de 2.018.

Tras el análisis de dicho informe, se detecta que los datos de contaminación resultantes son demasiado altos para la población que existe en el núcleo de Escañuela, teniendo en cuenta que no existe actividad industrial, y que la campaña de las almazaras existentes finalizo en febrero. Se baraja la posibilidad de un error en los aforos y finalmente el día 25 de mayo se realiza una campaña de contraste para detectar posibles errores.

El informe final completo de esta campaña se adjunta en el Anejo 1.- Aforos y Análisis, en el que se recogen tanto los datos de la campaña inicial como el contraste realizado, que es el que se da por correcto.

A continuación, se adjuntan el apartado de “conclusiones” y el cuadro de “datos técnicos” de los resultados obtenidos en la campaña final (contraste), que dan una idea bastante clara de las características del agua residual del núcleo urbano de Escañuela.

## CAMPAÑA INICIAL REALIZADA EN ABRIL 2018

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Escañuela (Jaén). 18 a 23 Abril 2018.

### 5. Conclusiones

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente estudio, son las siguientes:

- El saneamiento del municipio recoge en la actualidad las aguas residuales de un censo según el I.N.E. de 930 habitantes, y en este estudio se han considerado las evacuadas a través de un único punto de vertido.
- El volumen medio de agua vertida diariamente durante el estudio fue de 238.1 m<sup>3</sup>/día, estos valores arrojan una dotación de aguas negras “per-cápita” media de 256 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar *NORMAL-ALTA* para una población de estas características.
- Las concentraciones medias de la población de los parámetros analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son *NORMALES* como se observa en la siguiente tabla:

Resumen valores diarios			
Parámetros	Media	Máxima	Normales A.R.U.
D.B.O. mg/L O <sub>2</sub>	445	507	150-500
D.Q.O. mg/L O <sub>2</sub>	806	897	350-1.000
Sólidos Suspensión mg/L	232	256	100-400
Fósforo Total mg/L P	6.58	7.38	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	64.0	73.5	25-85

- La carga equivalente media en D.B.O<sub>2</sub> oscila entre 1771 habitantes medios y 2004 habitantes máximos, cifra superiores a los 930 habitantes censados.
- Respecto a la curva de caudal, ésta nos da una gran información sobre el grado de intrusión de agua limpia incontrolada; siendo la relación **Q.min/Q.med** de 0.64 cifra *NORMAL-ALTA* respecto a los valores habituales (0.3-0.4 Normal, 0.5 Próxima, 0.6 Alta y 0.7 Muy Alta), y el **Q.max/Q.med** de 1.74 cifra *NORMAL-BAJA* para los coeficientes normales (2.0).

Página 32

CAMPAÑA DE CONTRASTE MAYO 2018

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Escañuela (Jaén). 18 a 23 Abril 2018.

### 7. Datos técnicos

	Medios	Máximos
<b>Volumen de agua residual</b>		
Por día m <sup>3</sup> /día vertidos	238.1	251.5
Por hora m <sup>3</sup> /hora Máximo	14.8	18.4
Por hora m <sup>3</sup> /hora Mínimo <sup>2</sup>	6.6	6.7
Por hora m <sup>3</sup> /hora Medios	9.9	1.5
Máximo l/seg	4.79	6.47
Media l/seg	2.76	2.91
Mínimo l/seg <sup>2</sup>	1.76	1.80
<b>Características</b>		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	445	507
Demanda Química de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	806	897
Sólidos en Suspensión mg/L	232	256
Nitrógeno Total mg/L N	64.0	73.5
<b>Cargas</b>		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	106	120
Kg/día Sólidos en Suspensión	55	61
Habitantes equivalentes (D.B.O5)	1771	2004
<b>Habitantes del núcleo urbano censados</b>		<b>930</b>
<b>Dotaciones por habitante</b>		
Gramos D.B.O. habitante y día	114	129
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	59	66
Litros habitante y día vertidos	256	270

<sup>2</sup> Consideramos como caudal mínimo, la media de todos los registros.

Página 36

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Escañuela (Jaén). 18 a 23 Abril 2018.

### 5. Conclusiones

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente estudio, son las siguientes:

- El saneamiento del municipio recoge en la actualidad las aguas residuales de un censo según el I.N.E. de 930 habitantes, y en este estudio se han considerado las evacuadas a través de un único punto de vertido.
- El volumen medio de agua vertida diariamente durante el estudio fue de 238.1 m<sup>3</sup>/día, estos valores arrojan una dotación de aguas negras "per-cápita" media de 256 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar *NORMAL-ALTA* para una población de estas características y justificado por la incorporación de agua limpia "incontrolada" del ramal izquierdo que vierte al pozo de control.
- Las concentraciones medias de la población de los parámetros analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son *NORMALES-ALTA*, que una vez corregidos por la aportación del agua limpia incontrolada del ramal izquierdo, queda de la siguiente forma:

Parámetros	Resumen valores diarios				Normales A.R.U.
	Abril 2018		Corregidos		
	Med.	Máx.	Med.	Máx.	
D.B.O. mg/L O <sub>2</sub>	445	507	295	336	150-500
D.Q.O. mg/L O <sub>2</sub>	806	897	534	594	350-1000
Sólidos Suspensión mg/L	232	256	160	176	100-400
Fósforo Total mg/L P	6.58	7.18	6.58	7.18	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	64.0	73.5	64.0	73.5	25-85

- La carga equivalente media en D.B.O<sub>5</sub> corregida oscila entre 1172 habitantes medios y 1327 habitantes máximos, cifra media próxima a los 930 habitantes censados.
- Respecto a la curva de caudal, ésta nos da una gran información sobre el grado de intrusión de agua limpia incontrolada; siendo la relación  $Q_{min}/Q_{med}$  de 0.64 cifra *NORMAL-ALTA* respecto a los valores habituales (0.3-0.4 Normal, 0.5 Próxima, 0.6 Alta y 0.7 Muy Alta), y el  $Q_{max}/Q_{med}$  de 1.74 cifra *NORMAL-BAJA* para los coeficientes normales (2.0).

Página 35

Caudales y características de los aguas residuales vertidos por la población de Escañuela (Jaén). 18 a 23 Abril 2018.

### 7. Datos técnicos

	Medios	Máximos	Corregidos	
			Medios	Máximos
<b>Volumen de agua residual</b>				
Por día m <sup>3</sup> /día vertidos	238,1	251,5	238,1	251,5
Por hora m <sup>3</sup> /hora Máximo	14,8	18,4	14,8	18,4
Por hora m <sup>3</sup> /hora Mínimo <sup>2</sup>	6,6	6,7	6,6	6,7
Por hora m <sup>3</sup> /hora Medios	9,9	1,5	9,9	1,5
Máximo l/seg	4,79	6,47	4,79	6,47
Medio l/seg	2,76	2,91	2,76	2,91
Mínimo l/seg <sup>2</sup>	1,76	1,80	1,76	1,80
<b>Características</b>				
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	445	507	295	336
Demanda Química de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	806	897	534	594
Sólidos en Suspensión mg/L	232	256	160	176
Nitrógeno Total mg/L N	64,0	73,5	64,0	73,5
<b>Cargas</b>				
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	106	120	70	80
Kg/día Sólidos en Suspensión	55	61	38	42
Habitantes equivalentes (D.B.O5)	1771	2004	1172	1327
<b>Habitantes del núcleo urbano censados</b>		<b>980</b>		<b>980</b>
<b>Dotaciones por habitante</b>				
Gramos D.B.O. habitante y día	114	129	75	86
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	59	66	41	45
Litros habitante y día vertidos	256	270	256	270

<sup>2</sup> Consideramos como caudal mínimo, la media de todos los registros.

Tal y como se puede comprobar en la tabla "resumen valores diarios", de la **campaña de contraste de mayo**, las aguas residuales del núcleo de Escañuela se encuentran dentro de los valores normales de unas aguas residuales urbanas.

#### 1.3.5.2 Habitantes equivalentes actuales deducidos de la campaña de aforos y analítica

La Directiva 91/271/CEE define el concepto de habitante equivalente (h.e) como «la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO5) de 60 g de oxígeno por día»

Por lo tanto tenemos que:

$$\text{Población equivalente} = \frac{\text{Caudal med. diario (m}^3\text{/día)} * \text{Concentración DBO5 (mg/l)}}{60 \text{ g (DBO5/día)}}$$

En el informe de la campaña de aforos y analítica (informe final de contrato) se deducen los habitantes equivalentes actuales, correspondientes al agua residual analizada:

Población Equivalente actual = 1.172 Hab. equiv.

#### 1.3.5.3 Valores de carga contaminante adoptados

Para la determinación de la carga contaminante para el diseño de la EDAR, se tendrán en cuenta los valores de contaminación obtenidos en la campaña de aforos y analítica, así como los valores usualmente utilizados para el diseño de EDARs. A continuación, se adjunta una tabla con los datos de la contaminación obtenida en los análisis realizados, valores usuales de carga contaminante para diseño de EDARs y los valores finalmente adoptados para el diseño de la EDAR de Escañuela:

#### Valores de carga contaminante

		Valores medios obtenidos	Valores usuales de diseño	Valores propuestos para diseño
DBO5	(g/hab./día)	75,27	60	75
DQO	(g/hab./día)	136,72	90	130
Sólidos en Suspensión	(g/hab./día)	40,96	60	60

### 1.3.5.4 Parámetros de diseño de la EDAR

Teniendo en cuenta los valores anteriores, finalmente obtenemos los siguientes parámetros de diseño de la EDAR:

#### Parámetros de diseño de la EDAR

DATOS DE DISEÑO EDAR	
Año horizonte	2.034
Población de diseño (época estival)	1.237
Habitantes equivalentes	<b>1.559</b>
Dotación saneamiento	200 l/hab/día
Caudal medio diario	309,19 m <sup>3</sup> /día
Carga promedio diaria DBO <sub>5</sub>	91,21 (kg/día)
Carga promedio diaria DQO	165,11 (kg/día)
Carga promedio diaria Sólidos en Susp.	49,47 (kg/día)
Temp. del agua en el mes más frío	12,7 °C

#### Requisitos que deberá cumplir el vertido de la EDAR

Los requisitos que deben cumplir los vertidos como de aguas residuales urbanas, para que sean conformes a lo dispuesto en la Directiva 91/271/CEE se indican en el siguiente cuadro:

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (b)
DBO <sub>5</sub> (c) (a 20° C sin nitrificación)	25 mg/L O <sub>2</sub>	70-80 %
DQO	125 mg/L O <sub>2</sub>	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

## 1.4 ENCUADRE TERRITORIAL

El Término Municipal de Escañuela se encuentra situado en la comarca de La Campiña de Jaén y cuenta con una extensión superficial de 13,7 km<sup>2</sup>. Su densidad de población es alta, de 69,49 habitantes por kilómetro cuadrado, situándose muy por encima de las densidades medias de la comarca de La Campiña de Jaén (38,9 hab/km<sup>2</sup>), la provincia de Jaén (48,47 hab/km<sup>2</sup>), pero algo por debajo del valor de Andalucía (89,61 hab/km<sup>2</sup>), distanciándose de la tendencia provincial, que se caracteriza por densidades poblacionales medias.

En cuanto a su ubicación, está situado a 37 km de la capital provincial, comunicado con la misma a través de las carreteras A-316, A-306 y A-311. El tiempo de recorrido está en torno a los 30 minutos.

En la siguiente imagen (origen: página web de la Diputación Provincial de Jaén) se muestra la ubicación del municipio de Escañuela dentro de la provincia de Jaén, donde aparecen todos los municipios de dicha provincia:



Como puede observarse, administrativamente, está limitado al oeste y norte por el término municipal de Arjona, al este por Torredelcampo, y al sur por Villardompardo y Torredonjimeno,

Los límites naturales no siempre coinciden con los límites administrativos, en el caso de Escañuela, el límite sur coincide en parte importante con el Arroyo de Palomeque y el Camino de las Ranillas y de los Olivos, pero el resto del término municipal se delimita de los municipios de su entorno mediante un criterio meramente político.

El término municipal de Escañuela únicamente posee un núcleo de población, no existen diseminados como tal, salvo algunos cortijos aislados, que suponen aproximadamente un 2% sobre el total del censo municipal.

Escañuela es un municipio de densidad de población media y que su crecimiento no acompaña al alto crecimiento poblacional que se está dando en los municipios de la provincia, que actúan como receptores de población procedentes de la capital provincial y de otros países.

La estructura de ocupados por actividad económica dentro de Escañuela, revela ratios muy similares al resto de núcleos rurales de la comarca y de la provincia en general. De esta manera, los datos porcentajes de ocupados en las distintas actividades económicas son las siguientes:

- Sector de la Agricultura (39,17%)
- Sector de la Construcción (31,53%)
- Sector de los Servicios (23,89%)
- Sector de la Industria (5,41%)

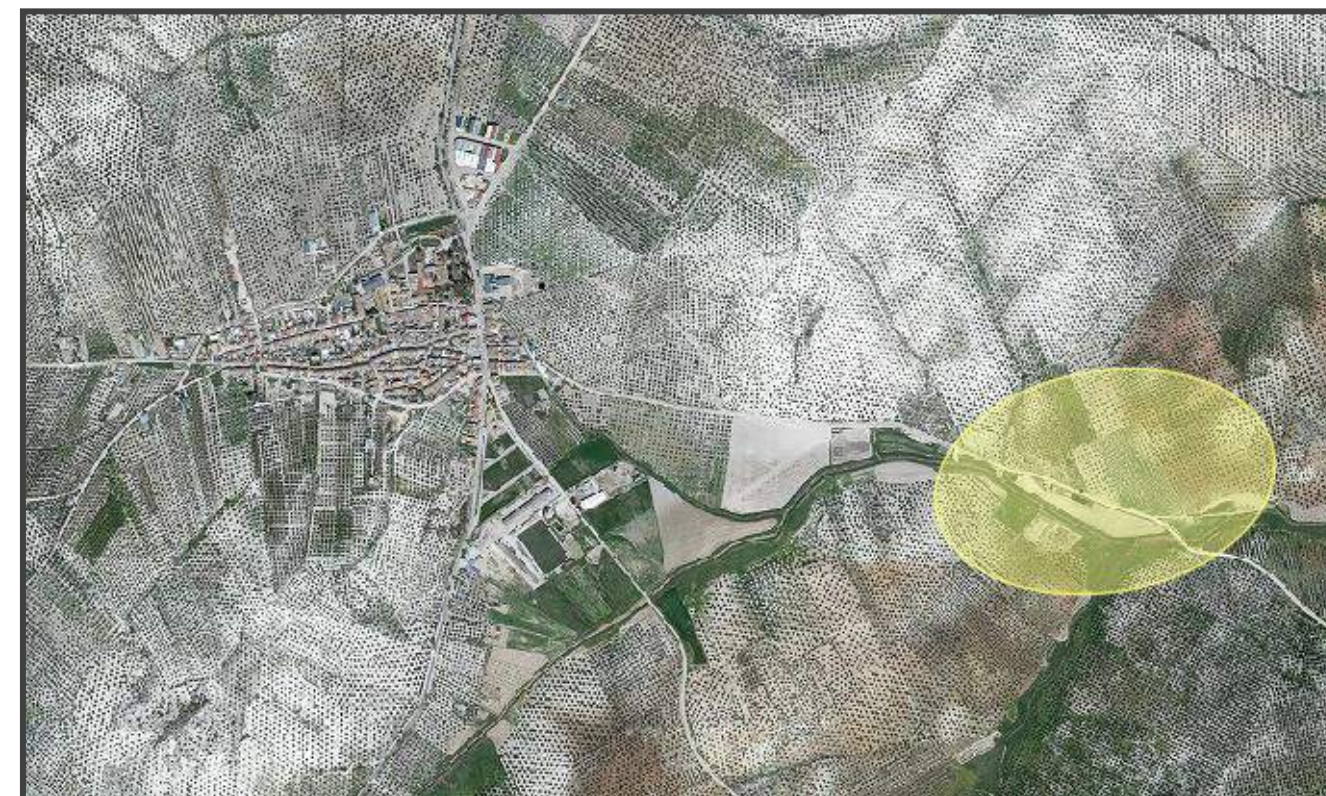
Las parcelas o terrenos donde se ha previsto ejecutar la EDAR objeto del presente Proyecto, se sitúan al sureste del núcleo urbano de Escañuela, en torno a unos 1.200 metros de distancia, en las inmediaciones del Arroyo del Salado, junto a los parajes *El Santo* y *el Barrosillo*. El acceso desde el núcleo de Escañuela hasta esta zona se realiza a través del camino denominado Calle D. Andrés Bueno Rodríguez, cuyo trazado se corresponde con el Cordel de Escañuela

Todas las ubicaciones consideradas están cultivadas de olivos, ya que no ha sido posible, teniendo en cuenta la topografía de la zona, y la premisa de realizar la concentración de vertidos en gravedad, encontrar una parcela que no esté cultivada en la actualidad.

En la siguiente imagen se muestra la localización de la zona considerada para implantación de la EDAR de Escañuela en relación al núcleo urbano (color amarillo):

## 1.5 CARTOGRAFÍA UTILIZADA

Para la redacción del presente Proyecto se han utilizado tanto cartografía existente como topografía localizada en la zona de actuación.



Como cartografía de apoyo se han empleado los Mapas Topográficos Vectoriales de Andalucía 1:10.000 confeccionados en 2007 y disponibles en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, dependiente de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía.

Los Mapas Topográficos Vectoriales de Andalucía 1:10.000 es la base cartográfica de mayor detalle con cobertura completa del territorio regional y tiene la consideración de cartografía oficial de Andalucía. El MTA10v se levantó entre 1.987 y 1.992 mediante restitución fotogramétrica a partir de fotografías aéreas con escala en torno a 1:20.000. Esta última versión de 2.006-2.007 se ha actualizado por fotointerpretación de ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 50 cm.

De esta planimetría el Término Municipal de Escañuela queda dentro de las hojas 925 y 946-, aunque particularmente la zona de estudio de implantación de la EDAR se enclava dentro de la Hoja 925.

En cuanto a la ortofotografía empleada, se trata de las imágenes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España (PNOA), disponibles en el Instituto geográfico Nacional. Estas imágenes se encuentran en coordenadas UTM, bajo el Datum ETRS89 Zona 30, realizadas en julio de 2016.

Además de la cartografía citada, se han usado los modelos digitales de elevación del terreno (MDT) disponibles en la página web “centro de descargas”, del Ministerio de Fomento, donde se facilita material gráfico en formato lidar y dwg, con nube de puntos en tres dimensiones. Esta documentación ha sido de vital importancia para la realización del estudio de inundabilidad, y el encaje de la concentración de vertidos en gravedad.

Para el encuadre geológico de la zona se ha utilizado la Hoja 1052 (Álora) del Mapa Geológico de España del Instituto geológico y minero de España.

## 1.6 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El planeamiento urbano vigente en el término municipal de Escañuela se rige por la Adaptación de las NN.SS. a la L.O.U.A., aprobadas definitivamente en fecha 30 de septiembre de 2011 y publicadas en el B.O.P. de Jaén el 27 de octubre de 2011.

Actualmente el T.M. de Escañuela se encuentra en pleno proceso de redacción – aprobación de su propio PGOU, encontrándose éste en fase de “Aprobación Provisional”.

Según lo dictaminado por el plan de ordenación urbana vigente, las parcelas propuestas para ubicar la futura EDAR se encuentra dentro de un suelo catalogado como suelo no urbanizable de carácter natural o rural común, encontrándose en las inmediaciones del suelo de especial protección contra inundaciones (debido al Arroyo Salado).

Otra Normativa de aplicación en materia de planeamiento es la “*Propuesta normativa para la regulación urbanística del suelo no urbanizable en los municipios de la Sierra de Andújar y Campiña*”, redactado por el Servicio de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Diputación Provincial de Jaén y los servicios técnicos municipales de los municipios de la Sierra de Andújar y Campiña Norte, en el año 2017. En este documento se regulan las ordenanzas a cumplir en las edificaciones ubicadas en suelo no urbanizable.

Analizadas ambas herramientas de planeamiento, las parcelas propuestas para ubicación de la E.D.A.R. respetan las mismas, y no se encuentran afectadas por ningún tipo de protección por su valor paisajístico, cultural o en razón de riesgos.

## 1.7 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA. INUNDABILIDAD

### 1.7.1 CLIMATOLOGÍA

De acuerdo con la clasificación climática propuesta por Koppen, toda la provincia de Jaén está incluida en el tipo templado cálido mediterráneo, caracterizado fundamentalmente por una estación marcadamente seca, fuerte calor estival y por unas temperaturas invernales generalmente suaves, Sin embargo, existen una serie de factores como la latitud, altitud, el relieve, etc. Que introducen variaciones en el clima.

No existen estaciones climatológicas en el municipio ni en los alrededores que nos den una información exacta de la situación climática que afecte al municipio, sin embargo, se tomarán los datos de la estación más cercana que es la de Jaén (5270B), situada a unos 580 metros de altitud y que nos puede indicar la situación que a esta cota se produce en el término de Escañuela. Los valores medios de las mínimas absolutas se sitúan por debajo de los 0º C, y a medida que aumenta la altitud existe un descenso térmico hasta alcanzar los valores más bajos sobre las partes más altas, más afectados por los vientos fríos del interior. Los valores de precipitación media en la zona están en torno a los 520 mm.

### 1.7.2 HIDROLOGÍA DE LA ZONA

#### 1.7.2.1 Introducción

Los cursos de agua presentes en el municipio desembocan en arroyos de mediana entidad que a su vez mueren en el Río Guadalquivir, hacia el norte del municipio de Escañuela. Los cauces presentes en el municipio son:

- Arroyo Salado
- Arroyo Salinas
- Arroyo Salado de Caldera
- Arroyo de Berrio
- Arroyo de Salinillas
- Arroyo de Palomeque

El cauce principal, y que es el que nos afecta para la ubicación de la EDAR, es el Arroyo del Salado, que nace en término municipal de Torredonjimeno, y discurre en su primer tramo hacia el norte, y en las inmediaciones del municipio de Escañuela, cambia su trazado hacia el noreste, desembocando en el Arroyo de los Villares (llamado Arroyo Salado de Arjona en su último tramo), afluente del Río Guadalquivir, al sur del núcleo de Marmolejo.

En general, son cursos de agua muy irregulares debido al régimen de lluvias de la zona, unas veces de régimen torrencial y otras en total estiaje, que se nutren principalmente de multitud de arroyos que bajan salvando grandes desniveles en cortas distancias, lo que implica una gran actividad erosiva.

Más concretamente y centrándonos en la zona de implantación de la depuradora objeto de este proyecto, se ha determinado la cuenca del Arroyo Salado en el punto de control más desfavorable (alternativa más lejana al inicio del cauce), como puede verse en el plano nº5. La superficie de cuenca vertiente que se ha grafiado es de 38,04 km<sup>2</sup>.

El Arroyo discurre sin encauzar en el tramo que nos ocupa, aunque un afluente del mismo si esta encauzado, mediante sección rectangular y en lámina libre, ya que discurre cruzando el núcleo de Escañuela.

A continuación, se determinará el caudal de referencia mediante los siguientes métodos, según las directrices de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, para la redacción de los estudios hidrológicos:

- Método Racional Modificado, usando la bibliografía de Máximas Lluvias diarias de la España Peninsular, y aplicación de la instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial.

Se ha realizado estudio hidrológico del Arroyo Salado, único cauce afectado por las posibles ubicaciones de la futura EDAR, según indicaciones de la Instrucción 5.1-IC Drenaje Superficial (aprobada por la ORDEN FOM/298/2016, y modificada con la ORDEN FOM/185/2017). Se desarrolla el método a continuación:

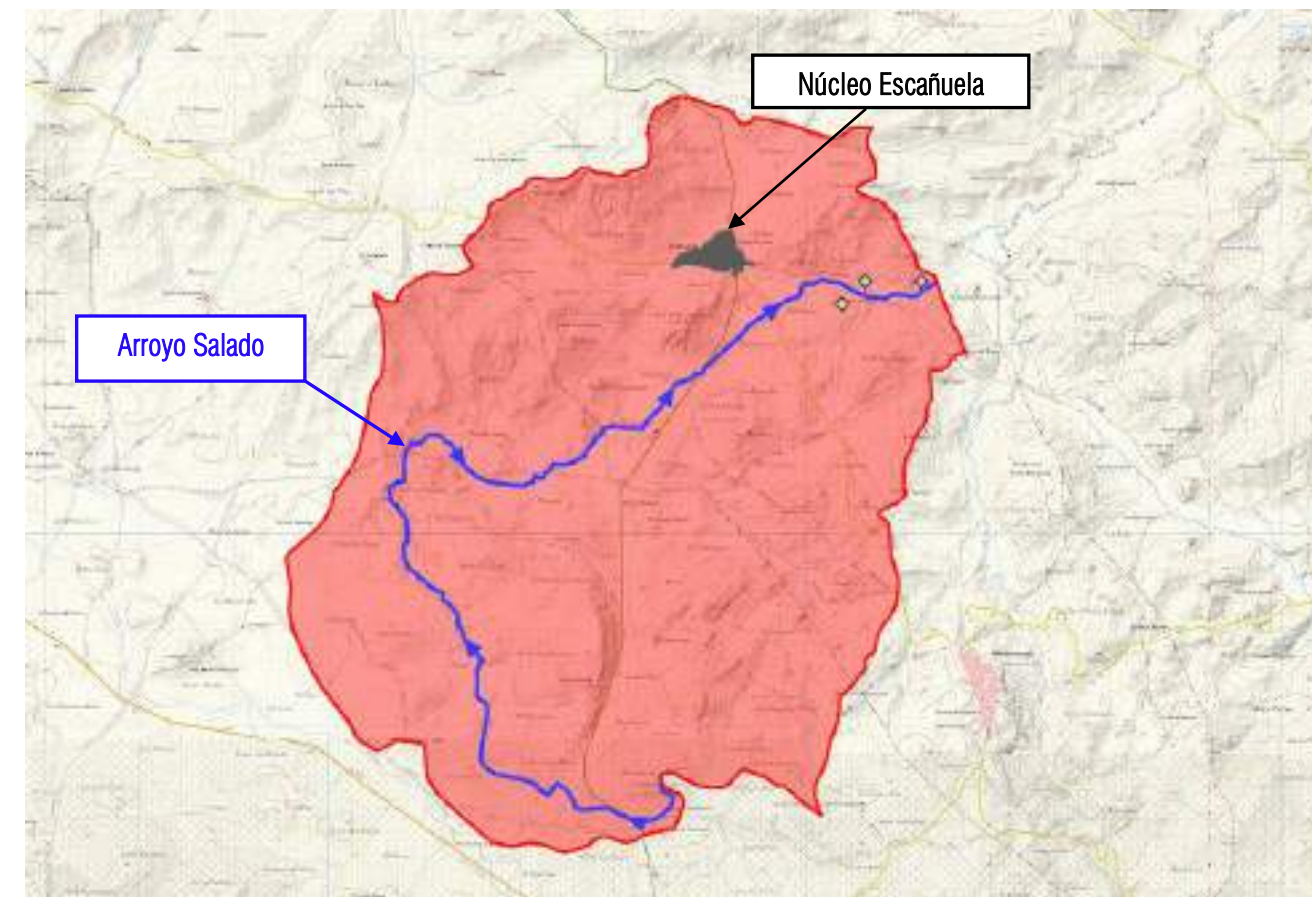
### 1.7.2.2 Cuenca de aportación

Se ha delimitado la cuenca de aportación del Arroyo Salado, para el punto de control más desfavorable, situado en el punto del cauce de menor cota, junto a la parcela de la Alternativa de ubicación nº3.

Las características físicas de la cuenca son las siguientes:

- Superficie: 38,036 Km<sup>2</sup>
- Longitud: 13,845 km
- Pendiente media: 1,80 %

En la siguiente imagen se muestra la cuenca delimitada sobre cartografía.



### 1.7.2.3 Determinación de la lluvia con determinado periodo de retorno

#### Cantidad total de lluvia en un punto

La estimación de la cantidad total de lluvia suele abordarse mediante el análisis estadístico de los datos registrados en las estaciones pluviométricas de la zona, expresando normalmente los resultados en forma gráfica como isoyetas de un determinado período de retorno.

La situación española, con una inmensa mayoría de estaciones pluviométricas que sólo registran lluvias diarias, hace que habitualmente sea ésta la duración utilizada para la obtención de las isoyetas, aunque el procedimiento para distintas duraciones sería análogo al expuesto brevemente a continuación.

En el análisis estadístico de lluvias máximas suelen emplearse modelos de series anuales de máximos, con lo que sólo se considera el mayor valor de cada uno de los años con datos, y métodos paramétricos que utilizan diversas leyes de distribución cuyos parámetros son ajustados a partir de los datos. La modelación estadística de máximas lluvias presenta análoga problemática a la existente en el caso de caudales (Ferrer, F. J. 1992), aunque más suavizada por el menor coeficiente de variación y de sesgo que suelen mostrar los datos pluviométricos. Esta modelación requiere la elección de una ley de



distribución de la población (método de estimación de parámetros y cuantiles / esquema de uso combinado, en su caso, de datos locales y regionales) por lo que un análisis completo viene definido por la combinación seleccionada de los tres factores.

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del mismo Ministerio ha elaborado, después de un exhaustivo estudio estadístico de las diferentes estaciones pluviométricas, ha creado una Guía para la determinación de las Máximas Lluvias diarias en la España peninsular. Basándose finalmente en la Ley SQRT-ET máx, su programa adjunto permite la determinación del valor P<sub>máx</sub> a través de un SIG para una malla de 2.5 km.

A continuación, se empleará estos datos para el subsiguiente cálculo de los caudales máximos, ya que su empleo garantiza la extrapolación de los datos a toda la cuenca hidrográfica.

El valor P<sub>máx</sub> se determinará totalizando los valores para toda la cuenca hidrográfica mediante un Sistema de Información Geográfica, lo que permite realizar todos los cálculos correspondientes.

Estos valores son el resultado de la aplicación informática MaxPluWin, aplicación que vuelca unos valores de P<sub>media</sub>, C<sub>v</sub> y P<sub>t</sub>, (Precipitación media anual, Coeficiente de variación y Precipitación máxima anual, respectivamente) para unas coordenadas UTM localizadas en el centro de la cuenca de aportación, y que para nuestros cálculos serán:

$$C_v=0,37 \quad P_{media}= 43 \text{ mm/día}$$

Mediante el coeficiente de variación y la precipitación media, se obtiene la precipitación de diseño para cada periodo de retorno:

Período de retorno	K <sub>t</sub>	P <sub>med</sub> (mm/día)	P <sub>max</sub> (mm/día)
2	0,9170	43,00	39,43
5	1,2320	43,00	52,98
10	1,4610	43,00	62,82
25	1,7780	43,00	76,45
50	2,0220	43,00	86,95
100	2,2810	43,00	98,08
200	2,5710	43,00	110,55
500	2,9530	43,00	126,98

#### 1.7.2.4 Cálculo de caudal

El método propuesto para estima el caudal de aguas pluviales es el Método Hidrometeorológico contenido en la Instrucción de Carreteras 5.2.-IC, válido para pequeñas cuencas.

Siendo:

- Q: Caudal para el periodo de retorno considerado (m<sup>3</sup>/s).
- C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- A: Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>).
- I<sub>t</sub> (T,t): Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h).
- K<sub>t</sub>: Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

El coeficiente de uniformidad responde a la siguiente expresión, calculándose a partir del T<sub>c</sub>:

$$K_t = 1 + \frac{I_c^{1,25}}{I_c^{1,25} + 14}$$

Para definir cada uno de los factores de la expresión anterior el estudio se estructura en tres partes:

- Definición de la cuenca y de sus parámetros principales, a partir del Estudio Geomorfológico.
  - Modelo pluviométrico, para estimar la intensidad de lluvia de cálculo (I<sub>t</sub>).
  - Modelo de infiltración del terreno, para estimar el coeficiente de escorrentía © asociado a cada periodo de retorno.
- El Valor de C es función de la precipitación máxima diaria P<sub>d</sub> y del Umbral de Escorrentía P<sub>o</sub>, que se estima de forma distribuida mediante el tratamiento de las coberturas citadas (pendientes, geología, usos del suelo).

#### 1.7.2.5 Tiempo de concentración

En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración T (h) relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula:

$$T_c = 0,3 \cdot \left( \frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$$

Donde:

- $T_c$  = Tiempo de concentración, en horas
- $L$  = Longitud del curso principal, en km
- $J$  = Pendiente media del curso principal, en m/m

Para casos en los que  $T_c < 0.25$ , se aplicará lo dispuesto en el apartado 2.2.2.5 de la Instrucción 5.2.-IC de Drenaje Superficial (cuencas secundarias):

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Donde:

- $t_{dif}$  (minutos) Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno
- $n_{dif}$  (adimensional) Coeficiente de flujo difuso
- $L_{dif}$  (m) Longitud de recorrido en flujo difuso
- $J_{dif}$  (adimensional) Pendiente media (en tanto por uno)

El tiempo de recorrido en flujo difuso se determina mediante la tabla 2.2 de la instrucción:

TABLA 2.2.- DETERMINACIÓN DE  $t_c$  EN CONDICIONES DE FLUJO DIFUSO

$t_{dif}$ (minutos)	$t_c$ (minutos)
$\leq 5$	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	$t_{dif}$
$\geq 40$	40

Aplicando estas formulaciones a cada una de nuestras cuencas, obtenemos el siguiente valor para la cuenca en estudio:

$$T_c = 4,72 \text{ h}$$

### 1.7.2.6 Estimación de la intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación  $I$ , correspondiente a un periodo de retorno  $T$ , y a una duración del aguacero  $t$ , se obtendrá por medio de la siguiente formula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

- $I(T, t)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno y a una duración del aguacero  $t$
- $I_d$  (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$ .

- $F_{int}$  (adimensional) Factor de intensidad

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el periodo de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca  $Q$ , es la que corresponde a una duración de aguacero igual al tiempo de concentración ( $t=t_c$ ) de dicha cuenca.

#### 1.7.2.6.1 Intensidad media diaria de precipitación corregida ( $I_d$ )

Se corresponde con la siguiente formula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

- $I_d$  (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T$
- $P_d$  (mm) Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno  $T$  (en este caso  $P_d = 77$  mm,  $T$  7 años; obtenido del MAXPLUWIN)
- $K_A$  (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca. Se adopta la siguiente expresión:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

En nuestro caso toma el siguiente valor:

$$K_A = 0,895$$

#### 1.7.2.6.2 Factor de intensidad $F_{int}$

El factor de intensidad es el valor máximo de los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max (F_a, F_b)$$

- $F_a$  (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I1/I_d$ )
- $F_b$  (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo

En este caso, solo se tendrá en cuenta el valor  $F_a$ , ya que no se dispone de valores fiables en pluviómetros de la zona. Se estima  $F_a$  de la siguiente forma:

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

- $I_1/I_d$  (adimensional) Índice de torrencialidad, que se determina en función de la zona geográfica.
- $T$  (horas) duración del aguacero. Se tomara  $t=t_c$ .

Se adjunta el mapa con los índices de torrencialidad (figura 2.4 de la instrucción):



Se adopta el valor 9.

### 1.7.2.7 Escorrentía

Parte de las precipitaciones atmosféricas se infiltran en el terreno, denominándose escorrentía a la fracción del agua de lluvia que discurre por el terreno.

El coeficiente de escorrentía depende de las características geológico-geotécnicas del terreno, del uso que tiene el suelo y del tiempo transcurrido desde la precipitación anterior.

#### 1.7.2.7.1 Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía  $P_o$ , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_o = P_{oi} \cdot \beta$$

donde:

- $P_{oi}$  (mm) → Valor inicial de escorrentía (tabla 2.3)
- $\beta$  (adimensional) → Coeficiente corrector de escorrentía, que atiende a la siguiente expresión:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_m) \cdot F_T$$

Los suelos se clasifican en los siguientes Grupos:

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Arenosa-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a Grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a Moderado
C	Lenta	Media a Pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o Muy Pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía

La elección del tipo de suelo se simplifica con el siguiente gráfico:

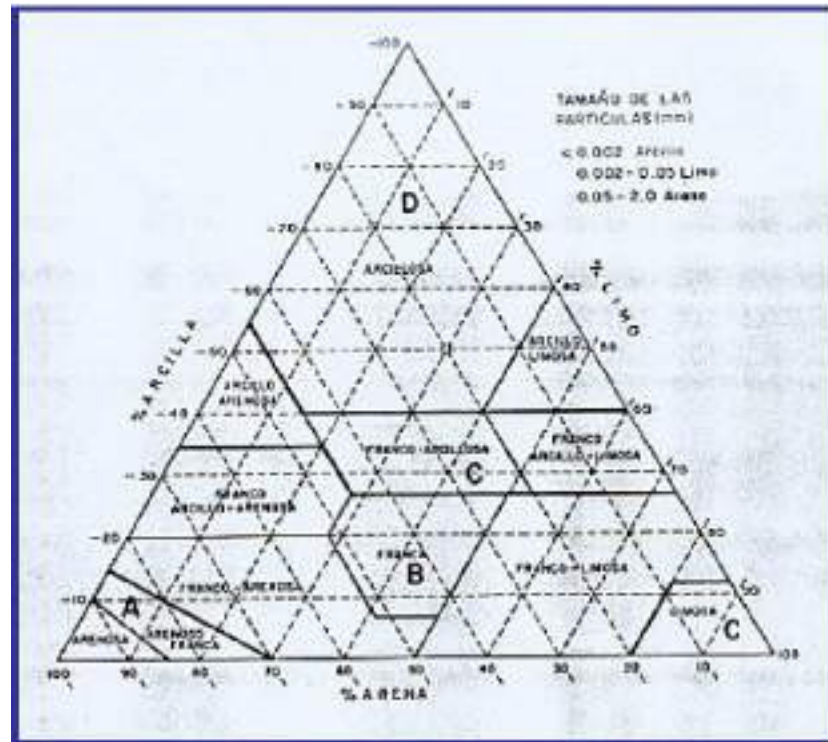
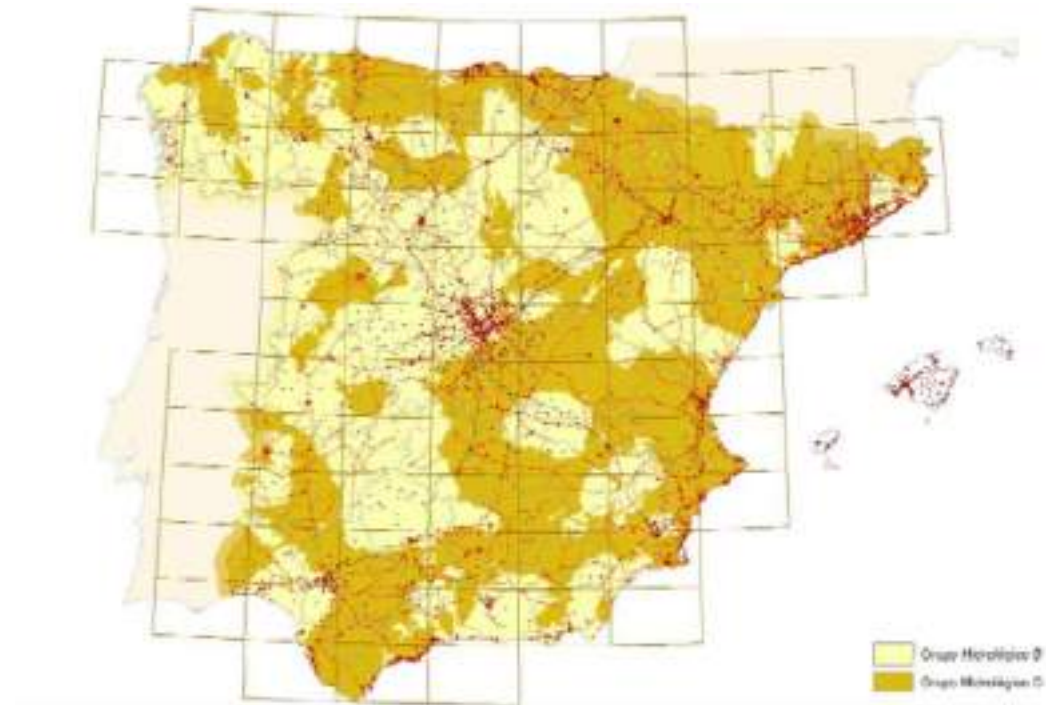


Diagrama triangular para determinación de la textura

Por zonificación, se puede estimar el grupo hidrológico del suelo, como muestra la figura 2.7.



Teniendo en cuenta el mapa de la figura, se caracteriza el suelo como tipo C, para las dos cuencas estudiadas.

Para determinar el valor inicial del coeficiente de escorrentía se usa la tabla 2.3 de la instrucción 5.2-IC. En nuestro caso las cuencas en estudio contienen siguientes usos del suelo que a continuación se indican (según planos de usos del suelo facilitados por la Red de Información Ambiental de la Junta de Andalucía, REDIAM), con indicación del valor del coeficiente de escorrentía, según dicha tabla:

- Estructura urbana  $\rightarrow P_0 = 1$  mm
- Cultivo leñoso olivar  $\rightarrow P_0 = 15$  mm
- Cultivo herbáceo de regadío  $\rightarrow P_0 = 12$  mm
- Pastizal  $\rightarrow P_0 = 8$  mm

Se indica a continuación, la participación de cada uso de suelo en la totalidad de la cuenca:

- Estructura urbana:  $S_1 = 1,32$  %
- Cultivo leñoso olivar:  $S_2 = 95,76$  %
- Cultivo herbáceo de regadío:  $S_3 = 2,44$  %
- Pastizal:  $S_4 = 0,47$  %

Para el caso del coeficiente corrector de escorrentía ( $\beta$ ), tomaremos los valores de la tabla 2.5, teniendo en cuenta que nos encontramos en la Región 53 (según la figura 2.9).



FIGURA 2.9 - REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA:  
VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58

Por lo tanto, se extraen los siguientes datos para la región 53:

- $\beta_m = 2,10$
- $\Delta_{50} = 0,25$
- $F(T=5) = 0,87$
- $F(T=25) = 1,16$
- $F(T=50) = 1,23$  (por interpolación)
- $F(T=100) = 1,38$
- $F(T=500) = 1,56$

Aplicando la formulación para los valores obtenidos de la región 53 se obtiene el valor corrector de escorrentía siguiente:

$$\beta = (\beta_m * \Delta_{50}) * F_T$$

- $\beta(T=5) = 1,610$
- $\beta(T=25) = 2,146$

- $\beta(T=50) = 2,276$
- $\beta(T=100) = 2,553$
- $\beta(T=500) = 2,886$

Por tanto, el valor del umbral de escorrentía corregido  $P_0$ , para cada periodo de retorno será el siguiente:

- $P_0(T=5) = 23,67$
- $P_0(T=25) = 31,56$
- $P_0(T=50) = 33,47$
- $P_0(T=100) = 37,55$
- $P_0(T=500) = 42,45$

Durante la redacción del estudio hidrológico del proyecto de construcción, se procederá a la realización de un estudio más exhaustivo consultando a la Administración Hidráulica competente en cuanto a la aplicación del coeficiente corrector del umbral de escorrentía anterior.

#### 1.7.2.7.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía  $C$  define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad  $I$ , y depende de la razón entre la precipitación diaria  $P_d$  correspondiente al periodo de retorno y al umbral de escorrentía  $P_0$  a partir del cual se inicia ésta.

Si  $P_d > P_0$  (en caso contrario, se tomará  $C = 0$ ), el coeficiente de escorrentía viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

$C$	(adimensional)	Coeficiente de escorrentía
$P_d$	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno $T$ considerado (epígrafe 2.2.2.2).
$K_A$	(adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (epígrafe 2.2.2.3).
$P_0$	(mm)	Umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.2).

A continuación, se muestran el resultado del coeficiente de escorrentía para cada periodo de retorno:

Periodo de retorno	Intensidad media	Intensidad precipitación	Coefficiente medio escorrentía
T (años)	Id (mm/h)	I (T,tc) mm/h	C
5	1,9748	6,99	0,1482
10	2,3419	8,29	0,1565
25	2,8500	10,09	0,1694
50	3,2411	11,48	0,1889
100	3,6563	12,95	0,1904
500	4,7334	16,76	0,2301

### 1.7.2.8 Resultados cálculo de caudales

A partir de los valores deducidos de todos los parámetros que intervienen en el modelo de transformación lluvia-escorrentía que se propone (Método Hidrometeorológico), los caudales estimados de cálculo para cada periodo de retorno considerado:

Periodo de retorno	Intensidad media	Intensidad precipitación	Coefficiente medio escorrentía	Coefficiente uniformidad	Caudal Total
T (años)	Id (mm/h)	I (T,tc) mm/h	C	Kt	Qt (m3/s)
5	1,9748	6,99	0,1482	1,3321	<b>14,58</b>
10	2,3419	8,29	0,1565	1,3321	<b>18,26</b>
25	2,8500	10,09	0,1694	1,3321	<b>24,06</b>
50	3,2411	11,48	0,1889	1,3321	<b>30,50</b>
100	3,6563	12,95	0,1904	1,3321	<b>34,69</b>
500	4,7334	16,76	0,2301	1,3321	<b>54,27</b>

### 1.7.3 INUNDABILIDAD

En el presente apartado se estudia la inundabilidad del cauce del Arroyo Salado de las posibles ubicaciones de la parcela para la nueva EDAR. En el plano nº6 se muestra la llanura de inundabilidad calculada para un periodo de retorno de 500 años.

El caudal de diseño para T 500 años más desfavorable es de **54,27 m³/s**, ya que este valor se ha calculado con el área más conservadora para las tres ubicaciones posibles, situando el punto de control de cálculo junto a la parcela de la Alternativa 3, punto más alejado del origen del Arroyo Salado. En el Proyecto de Construcción se incluirá el estudio de inundabilidad realizado (mediante aplicación de HEC-RAS y ARC-VIEW, bajo módulo de HEC-Geo Ras).

En la zona de estudio, el Arroyo Salado no se encuentra canalizado, aunque si un afluente del mismo que cruza el núcleo de Escañuela (no nos afecta). Las tres alternativas consideradas en la ubicación se han situado fuera de la llanura inundable calculada para la lluvia de diseño de periodo de retorno de 500 años. La ubicación del arroyo Salado en las inmediaciones de la zona de estudio nos afecta de distinta manera según la ubicación de las parcelas a considerar, y por otro lado, para el acceso a la misma. Se indica a continuación la afección del cauce a la parcela en las implantaciones consideradas:

- Ubicación Alternativas 1 y 3. Ambas parcelas se sitúan en la margen izquierda del Arroyo Salado, y el acceso se realizará desde la C/ Andrés Bueno Rodríguez (Cordel de Escañuela), siendo necesario ejecutar un nuevo tramo de camino de acceso hasta la parcela de la nueva EDAR. Puesto que el citado cordel discurre en este tramo por la margen izquierda del cauce, realizar el nuevo tramo de acceso no tendrá dificultades ni afecta al Dominio Público Hidráulico.
- Ubicación Alternativa 2. En este caso, la parcela se sitúa en la margen derecha del Arroyo Salado, y, puesto que el acceso se debe realizar desde la C/ Andrés Bueno Rodríguez, sería necesaria la ejecución de una obra de paso sobre el arroyo para acceder a la parcela.

## 1.8 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA. HIDROGEOLOGÍA

### 1.8.1 INTRODUCCIÓN

#### 1.8.1.1 Situación y morfología

La zona de estudio para la ubicación de la nueva EDAR se sitúa al Este del núcleo urbano de Escañuela, entre los parajes *El Santo y Barrosillo*, a unos 1.200 metros de distancia, junto a la calle D. Andrés Bueno Rodríguez, camino que coincide con el Cordel de Escañuela. La altitud media de la zona en estudio está en torno a los 300 metros.

Como accidente destacable en la parcela sólo cabe mencionar el arroyo ya citado que discurre en este tramo paralelo al Cordel de Escañuela, condicionando la situación de la nueva EDAR por la posible inundabilidad por dicho cauce: Arroyo Salado.

#### 1.8.1.2 Encuadre geológico

La geología de la zona en cuestión se describe en la Memoria y en la Hoja nº 925 (18-37) de PORCUNA del Mapa Geológico de España (1: 50.000).

Geográficamente, la zona se encuentra enmarcada en plena Depresión del Guadalquivir, limitada esta última por la Meseta Ibérica al Norte y las Cordilleras Béticas al Sur.

A rasgos generales, la Depresión del Guadalquivir se caracteriza por importantes fenómenos tectónicos, entre los cuales adquieren primordial interés por los deslizamientos de masas por gravedad en ambiente submarino. Estos deslizamientos de

materiales se denominan "nappes de glissement" u "olistostromas". En la zona objeto de la actuación se consideran afectados por dos olistostromas: el primero constituido por materiales esencialmente triásicos, y un segundo constituido por margas verdes y/o rojizas que caracteriza el Oligoceno y el Eoceno Superior.

## 1.8.2 ESTRATIGRAFÍA

### 1.8.2.1 Generalidades

Se distinguen tres grandes unidades con sus facies asociadas, pertenecientes al Mioceno Medio y Superior, al tiempo que se han diferenciado varias formaciones cuaternarias que completan el cuadro cartográfico.

Las zonas estudiadas para ubicación de la depuradora se ubican en dos unidades, como se observa en el plano nº4: Unidad Olistostrómica y Unidad de Castro del Río. Se describen ambas a continuación:

#### 1.8.2.1.1 *Unidad Olistostrómica (1)*

El espesor de esta unidad no es posible calcularlo, puesto que no se dispone de otros materiales más antiguos, que sirvan de substrato de referencia. Según datos de sondeos, en Carmona el espesor del Olistostroma varía de N a S entre 300 m y 1846 m. Parece ser que la potencia de esta unidad deslizada disminuye considerablemente hacia posiciones más septentrionales del área fuente. Así pues, se puede suponer que en la Hoja estudiada (Porcuna), dicha unidad tenga una morfología cuneiforme y un espesor en torno a 500 metros.

La litología se compone esencialmente de materiales de diversa naturaleza, como son arcillas y margas de colores variados, areniscas rojas, dolomías (2), yesos (3), que se reconocen claramente como procedentes de unidades triásicas. Además, se han reconocido margas, margocalizas y areniscas calcáreas, pertenecientes al Cretácico y paleógeno (4). También existen materiales margosos del Mioceno Inferior y parte del Medio (Langhiense inferior).

Todos estos materiales de naturaleza y procedencia variada determinan la Unidad Olistostrómica. Unidad constituida principalmente por una mezcla caótica de dichos materiales donde se reconocen los Olistolitos. Estos se presentan en afloramientos bajo dos modalidades, una de forma más o menos tabular y otra redondeada o subredondeada. En ambos casos corresponden a elementos deslizados que no han sufrido deformación acusada, únicamente manifiestan zonas brechificadas en los márgenes de los mismos. El tamaño de los olistolitos suele variar entre algunos metros y varios hectómetros.

En ocasiones la Unidad Olistostrómica se observa bien estratificada. Estratificación puesta de manifiesto por el acúmulo de clastos angulosos o subangulosos que constituyen auténticos niveles de conglomerados o brechas. Estas brechas suelen tener

escasa matriz arenoarcillosa que soporta los cantos. Otras veces los niveles estratificados los forman materiales arcillosos de tonos variados; estos niveles ofrecen un aspecto hojoso, análogo al observado en deslizamientos actuales en taludes de carreteras. En ambos casos, los elementos litológicos observados pertenecen a diversas unidades estratigráficas reconocidas en otros sectores de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas.

En resumen, los olistolitos constituyen paquetes o bloques deslizados que pueden preservar la estructura interna o no. Además se reconocen fenómenos de transporte en masa constituidos por "debris-flows" y "mud-flows". Los primeros pueden proceder de la disgregación de los olistolitos, de hecho las litologías son idénticas y lo único que difiere es el tamaño; los segundos se producen cuando el deslizamiento afecta a materiales más margosos.

La edad de la Unidad Olistostrómica ha sido definida por ROLDAN y GARCIA CORTES (1988), como Langhiense superior-Serravaliense inferior. Se ha datado la Unidad suprayacente como Serravaliense medio-superior-Tortonense inferior. Los cantos embebidos en la Unidad Olistostrómica, no dan nunca edades superiores al Langhiense inferior.

Así, la Unidad Olistostrómica se habría depositado, en la HUJd de Porcuna, entre el Langhiense Superior y el Serravaliense inferior-medio.

#### 1.8.2.1.2 *Unidad de Castro del Río*

Los afloramientos de esta unidad aparecen salpicados en la Hoja de Porcuna, sobre la unidad anterior, ocupando los relieves topográficamente más altos.

La inexistencia de afloramientos continuos, así como la falta de contactos precisos entre esta Unidad y las que la delimitan, impide conocer con exactitud el espesor de la misma. Sin embargo, a juzgar por el desarrollo cartográfico y el espesor de las secciones estratigráficas levantadas, la potencia que se estima debe ser superior a 300 m.

Dadas las grandes dimensiones cartográficas de esta Unidad y la incertidumbre acerca del espesor de la misma, no es clara su morfología. No obstante, a grandes rasgos puede considerarse como tabular.

Se distinguen tres tipos de facies, aunque cartográficamente estén representados dos, por tener escasa entidad el tercero. Dichos tipos de facies son los siguientes:

- a) Facies de arenas silíceas.
- b) Facies de arenas silíceas y margas (5 y 6).

c) Facies de margas blancas y calcarenitas (7 y 8).

En el caso que nos ocupa, las posibles ubicaciones de la parcela de la futura EDAR solo estarían afectadas por la Facies de margas blancas y calcarenitas, que vamos a definir a continuación.

Estas facies constituidas esencialmente por margas calcáreas blancas, con intercalaciones de calcarenitas. Los afloramientos de margas blancas suelen presentarse masivos y muy tectonizados; ocasionalmente se les aprecia una tenue laminación paralela debida a la presencia de niveles milimétricos de limos silíceos. A veces las margas tienen un porcentaje elevado de diatomeas, llegando a constituir auténticos estratos diatomíticos. Tradicionalmente a estas facies se les ha denominado albarizas y/o moronitas.

Se han detectado también brechas intraformacionales en estas facies de margas y calcarenitas. Las brechas se observan bien en un afloramiento que hay 3 km al Sur de Porcuna, en el arroyo que hay junto a la carretera que va de esta localidad a Higuera de Calatrava.

Estas facies de margas blancas aún contienen esporádicos niveles de materiales cuarzosos, algunos de ellos de marcado carácter turbidítico. Esto se interpreta como los últimos períodos de actividad de los sistemas turbidíticos, que dieron lugar a la facies de arenas silíceas y margas. En este mismo sentido apunta la presencia de abundante fauna resedimentada, con idénticas características, y presumiblemente de la misma procedencia que tenían las facies turbidíticas.

El predominio de margas blancas y la presencia de niveles diatomíticos, interpretados como material autóctono de la cuenca, sugiere que la misma ha dejado de recibir sustanciales cantidades de aportes terrígenos, para dar paso a una sedimentación margosa autóctona, que termina por cubrir las facies anteriormente descritas.

### 1.8.3 TECTÓNICA

#### 1.8.3.1 Introducción

Como se ha comentado antes, los materiales más antiguos localizados en la Hoja de Porcuna, pertenecen a la Unidad Olistostrómica datada como Langhiense superior-Serravaliense inferior.

Esta Unidad se compone esencialmente de materiales generados por procesos gravitatorios, fenómenos que marcan la influencia de la tectónica sobre el proceso sedimentario, donde se identifican elementos procedentes de la Cordillera Bética.

De acuerdo con los procesos de deslizamiento, la naturaleza y procedencia de los materiales, así como con las paleopendientes deducidas en base a los fenómenos de "slumping" observados, debe existir una etapa como actividad tectónica de levantamiento, de edad intraLanghiense pre-Langhiense superior. Esta etapa genera la Unidad Olistostrómica a partir del Desmantelamiento, por elevación, de las Zonas Externas ubicadas en posiciones más meridionales.

A continuación, en el Serravaliense medio aproximadamente, se detecta una discordancia angular, entre las unidades Olistostrómica y de Castro del Río. Discordancia que debe estar condicionada por una nueva etapa o impulso tectónico de levantamiento, intra-Serravaliense, que ocasiona un nuevo surco, con pi relleno de la Unidad de Castro del Río y sus facies asociadas.

Hacia el Tortoniense medio y/o superior se produce un nuevo levantamiento de las Zonas Externas, que origina una flexura de zócalo, produciendo una nueva cuenca y la invasión del mar sobre el borde de la Meseta. En este proceso de flexura las unidades mencionadas anteriormente se ven implicadas en una etapa de plegamiento, pero en ningún caso la U. de Castro del Río constituye elementos englobados (olistolitos) dentro de la U. Olistostrómica.

La cuenca así diseñada es cubierta por materiales margosos y detríticos, que pueden marcar el principio de una transgresión, al tiempo que se distribuyen discordantemente sobre la Unidad Olistostrómica y la Unidad de Castro del Río. En definitiva sería la etapa intra-Tortoniense, bien representada en otras partes de la Cordillera.

En una etapa tardiorogénica tendría lugar la formación de sistemas de fracturas. Fracturas que son difícilmente detectables dada la plasticidad de los terrenos; no obstante, cabe destacar un grupo de fallas de componente E-NE, que son muy coincidentes con las directrices tectónicas de la Cordillera.

#### 1.8.4 GEOMORFOLOGÍA

El relieve que muestra la zona de actuación es muy homogéneo, constituido esencialmente por formas suaves de lomas redondeadas. Dicho relieve se conforma a partir de materiales principalmente margosos de edad neógena.

Ocasionalmente y de forma esporádica, aparecen algunos espolones o salientes rocosos de litología arenoso-calcárea, que se muestran más resistentes a la erosión.

Las comunicaciones entre los distintos núcleos de la Hoja 925 (Porcuna) en general son buenas y abundantes, dada la gran cantidad de núcleos urbanos existentes en la mencionada Hoja. Sólo en épocas lluviosas parte de los caminos se hacen impracticables, por la cantidad de barro existente y la degradación de 105 mismos al transitar por ellos vehículos agrícolas.



La red hidrográfica está condicionada sobre manera por la naturaleza del substrato, de litología margosa preferentemente. Esta litología, junto con el escaso relieve existente, origina barrancos suaves y poco desarrollados.

La no presencia de un río importante de curso continuo, controla en gran medida, que el nivel base de erosión sea muy débil. Este aspecto conlleva que la incisión de la red fluvial sea considerablemente mínima.

Toda la red fluvial existente en la zona se comporta con cursos periódicos y especialmente secos durante casi todo el año. Únicamente en épocas de tormenta es cuando suelen transportar agua; la impermeabilidad de los materiales por donde discurre el agua, no permite la generación de acuíferos importantes.

La distribución de la red hidrográfica no está sujeta a factores tectónicos, ya que no existen encajamientos preferenciales según direcciones de fractura.

Aunque en esta Hoja (925) no hay zonas endorreicas apreciables, si existen áreas de difícil drenaje para épocas torrenciales importantes, por la morfología extremadamente plana del relieve. Este aspecto ocasiona que en determinadas circunstancias se produzca un deterioro grande en las zonas de cultivo y consecuentemente, importantes pérdidas económicas. Existen dos áreas que presentan estas características, a unos 4 km al Este de Porcuna, que a veces suele incluso cortar la Carretera Nacional 324 de Córdoba-Jaén. La otra está situada 3 km al Sur de Higuera de Arjona. Referente a la zona de actuación, en los periodos de lluvias torrenciales, la zona sureste del municipio a veces sufre inundaciones debido al desbordamiento del Arroyo Salado (como puede verse en el plano nº6).

Dentro de este sistema morfogénico existen dos unidades morfogénicas diferentes. Por un lado, los glacis y por otro, los desprendimientos de ladera; éstos a veces se asocian y constituyen unidades mixtas. Los glacis, en esta Hoja, son escasos y presentan una litología y génesis muy similar a los rellenos coluviales mencionados anteriormente. Únicamente se ha detectado una superficie de glacis importante al NE de Porcuna, que se ha desarrollado a partir de los niveles calcareníticos ligeramente buzantes al Norte.

Los fenómenos de desprendimiento localizados en esta Hoja, pueden clasificarse en dos grupos. Por un lado, los desprendimientos generados a partir de un flujo que ocasionan las coladas de barro. Por otro, los desprendimientos de ladera más o menos profundos que producen grandes bloques.

Las coladas de barro se deben a fenómenos de *sollfluxión*, que adquieren gran importancia en las inmediaciones de Villardompardo y Escañuela, especialmente en la ladera oriental próxima al Arroyo de Salado, cauce situado junto a las parcelas estudiadas para ubicación de la EDAR.

Debido al intenso cultivo agrícola existente en la zona, tanto los lóbulos como las cicatrices de desprendimiento, se encuentran muy degradados, por lo que la observación es muy dificultosa.

### 1.8.5 HISTORIA GEOLÓGICA

Durante el Mioceno Medio y Superior este Dominio, se configuró como una cuenca con subsidencia diferencial, con un borde activo de levantamiento (Cordilleras Béticas) y un borde pasivo de antepaís (Meseta Ibérica). Esta subsidencia dio lugar a un surco, a lo largo de un proceso tectosedimentario que quedó reflejado por la implantación de varias unidades deposicionales.

Estas unidades sedimentarias, que se generan en unos intervalos de tiempo concretos, originan las unidades descritas en el epígrafe de Estratigrafía.

Sobre sedimentos anteriores al Langhiense superior se deposita una unidad compleja, de edad Langhiense superior-Serravallense inferior generada por acusados fenómenos de deslizamiento. Estos fenómenos se asocian a una tectónica activa, que produce un fuerte levantamiento del borde meridional de la cuenca. Al mismo tiempo se genera un surco más al Norte que recibe cantidades importantes de olistostromas (Unidad Olistostrómica).

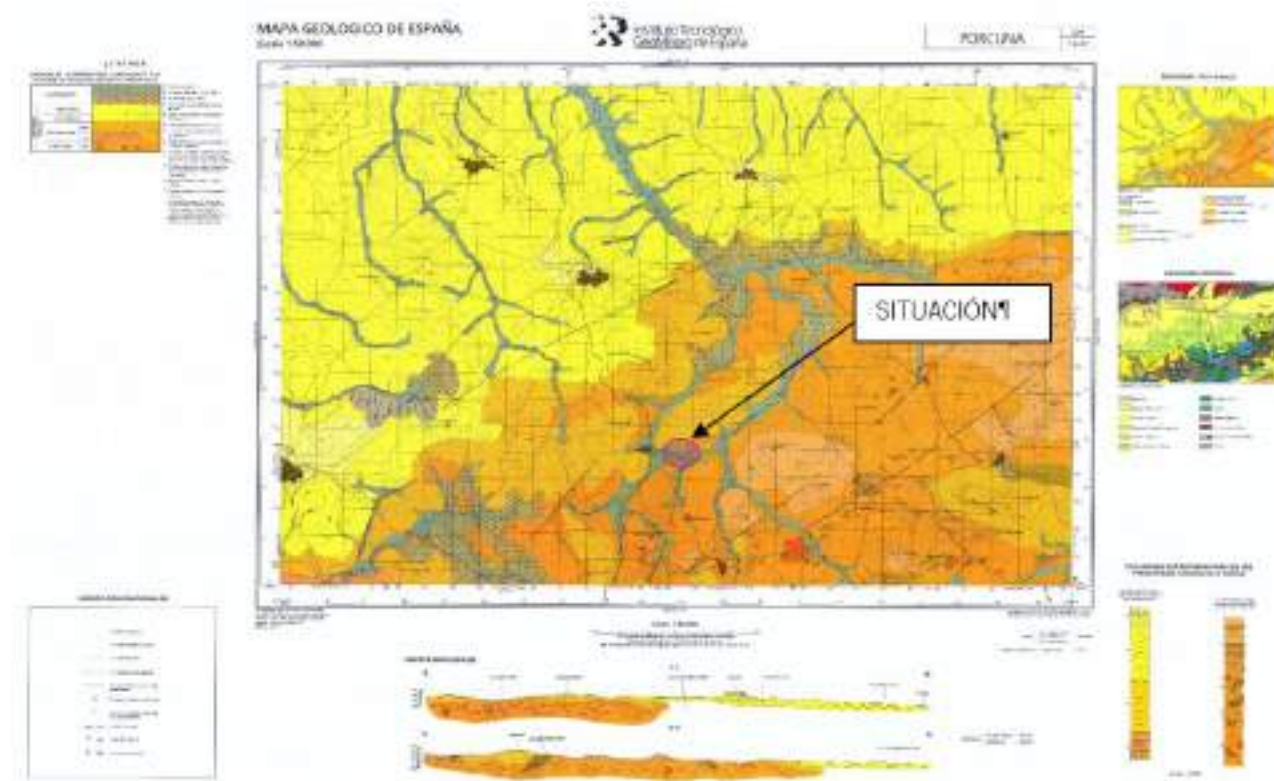
La cuenca configurada debería tener áreas donde no llegaran los materiales deslizados, especialmente hacia zonas más septentrionales. En estas zonas es donde debe existir la sedimentación autóctona de la cuenca y que es sincrónica con el depósito de la Unidad Olistostrómica; en el sector de estudio dicha sedimentación autóctona no aflora.

El mecanismo tectónico-sedimentario que controla la implantación de esta Unidad, debió ser similar al que produjo la etapa anterior, con la diferencia de que en este caso los movimientos de elevación y subsidencia, debieron ser de menor envergadura dada la ausencia de olistostromas en esta etapa.

Antes de producirse el depósito de los materiales correspondientes al Tortoniense superior-Messiniense, se origina una nueva flexura en la que los materiales previamente depositados se pliegan. Este plegamiento, de la Unidad Olistostrómica y la U. de Castro del Río observado en superficie, es tanto más acusado cuanto más al Sur se está de la cuenca de depósito, mientras que hacia el Norte la deformación es casi inexistente.

Esta flexura ocasiona una transgresión en el Tortoniense superior y acontece en el ámbito de la Hoja una sedimentación constituida por depósitos de margas grises-azuladas, interpretados como sedimentos de cuenca.

A continuación, se incluye la imagen de la hoja 925 del Instituto Geológico Minero de España:



### 1.8.6 CONCLUSIÓN

Las obras que se van a ejecutar no requieren que el terreno disponga de una gran capacidad portante puesto que no suponen cargas significativas a transmitir al suelo, por lo que, en principio, es posible construirlos con cimentación directa, sin tratamientos especiales.

En cuanto a las excavaciones, los terrenos en cuestión admiten taludes razonables, teniendo en cuenta que éstas no son importantes (4 ó 5 m.), aunque según el buzamiento de los estratos, en el caso de que aparezcan filitas o pizarras, deberán tenderse más los taludes. Para los terraplenes, bastará con taludes 3/2 (H/V). No obstante, para una mayor definición de los taludes a adoptar, se estará a lo que resulte de los ensayos geotécnicos.

### 1.9 APTITUD DEL TERRITORIO FRENTE A NUEVAS INFRAESTRUCTURAS

A continuación, se adjunta el mapa de "Bases de referencia medioambientales" (obtenido de la Red de Información Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, REDIAM) que reúne la información más relevante en cuanto a espacios que tienen algún tipo de protección por parte de la administración ambiental en Andalucía. Contiene los límites de los espacios que componen la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía en sus diversas categorías (EENNPP de la Ley 2/89, Red Natura 2000, Humedales incluidos en el Convenio Ramsar, Reservas de la Biosfera, etc.), las zonificaciones de los grados de protección en los espacios que cuentan con Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN), el recorrido de las Vías Pecuarias y la localización de los Montes públicos.

En este se puede comprobar que en la zona de actuación únicamente se ve afectada por la existencia de una vía pecuaria: Cordel de Escañuela:



Mapa de bases de referencia medioambientales

#### 1.9.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y POSIBLES AFECCIONES

En la zona donde se estudia la ubicación de la EDAR, no se tiene conocimiento de la existencia de ninguna infraestructura, únicamente existen parcelas cultivadas de olivos, el Arroyo Salado, y el cordel de Escañuela (C/ Andres Bueno Rodríguez).

En la zona de estudio de ubicación de la nueva EDAR no existen riesgos geológicos y geomorfológicos, tal y como se desprende de las conclusiones del apartado “1.8.- Geología, Geotecnia e Hidrogeología” del presente estudio.

La zona de estudio de ubicación de la nueva EDAR no son zonas de Espacios Naturales Protegidos, aunque se encuentra cerca de una vía pecuaria (Cordel de Escañuela), y en las inmediaciones de la zona inundable del Arroyo Salado.

Referente al Cordel de Escañuela, si comentar que el colector de agrupación de vertidos afectará a esta vía pecuaria en cualquier trazado posible, al igual que el acceso a las parcelas consideradas. El cordel coincide con camino público, por lo que no afectará en materia de expropiaciones o servidumbres. Desde el punto de vista de implantación de la futura EDAR, las tres alternativas consideradas están fuera del deslinde de dicho cordel (estableciendo un ancho legal de 37,5 metros).

Según el PGOU (Adaptación de las Normas Subsidiarias), las zonas en estudio para la implantación de la nueva EDAR son compatibles con este fin (*suelo no urbanizable*).

La zona de estudio de ubicación de la nueva EDAR no está clasificada como Monte Público, no se ha localizado ninguna zona de protección arqueológica en la zona de estudio de ubicación de la nueva EDAR y no se han localizado zonas de fauna protegidas en la zona de estudio de ubicación de la nueva EDAR.

En cuanto a la afección de la flora y cubiertas vegetales, la zona objeto de estudio está muy antropizada, y principalmente la zona se encuentra cubierta de cultivos de olivar, en los que además de este se pueden apreciar algunas “malas hierbas” fundamentalmente en linderos, y en canales y alguna surgencia de agua se pueden observar diferentes especies de cañas como la caña común (*Arundo donax*), el carrizo (*Phragmites australis*) o *Miscanthus spp.* Ninguna de estas especies requiere ningún tipo de protección especial.

## 2. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

### 2.1 PROPOSICIÓN Y VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se analizan las distintas alternativas que se van a estudiar tanto para la ubicación de la nueva EDAR como para el sistema de tratamiento propuesto.

#### 2.1.1 PROPOSICIÓN Y VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍA DE DEPURACIÓN

Los pequeños núcleos urbanos por su propia localización geográfica y grado de desarrollo presentan una problemática específica que dificulta la provisión de los servicios de saneamiento y depuración.

En esta problemática destacan que:

- Los efluentes depurados deben cumplir normativas de vertido estrictas.
- El hecho de no poder aprovechar las ventajas que supone la economía de escala como consecuencia de su pequeño tamaño, lo que conduce a que los costes de implantación, mantenimiento y explotación por habitante sean elevados. Además, en poblaciones dispersas los costes de saneamiento se incrementan notablemente.
- La escasa capacidad técnica y económica para el mantenimiento y explotación de estaciones de tratamiento de aguas residuales.

Por todo ello, a la hora de seleccionar soluciones para el tratamiento de las aguas residuales generadas, entendemos que, en los pequeños núcleos de población, debe darse prioridad a aquellas tecnologías que:

- Presenten un gasto energético mínimo, evitando, en lo posible, el empleo de dispositivos electromecánicos y recurriendo principalmente al uso de sistemas de oxigenación naturales.
- Requieran un mantenimiento y explotación simples.
- Garanticen un funcionamiento eficaz y estable frente a las grandes oscilaciones de caudal y carga en el influente a tratar, circunstancias que se suelen dar en los pequeños municipios.
- Simplifiquen la gestión de los lodos generados en los procesos de depuración.
- Presenten un bajo impacto ambiental sonoro y una buena integración en el medio ambiente.

Las tecnologías de depuración de aguas residuales urbanas que reúnen estas características se conocen bajo el nombre genérico de “Tecnologías no Convencionales” (TNC). Este tipo de tecnologías requieren actuaciones de bajo impacto ambiental, logrando la reducción de la carga contaminante con costes de operación inferiores a los de los tratamientos convencionales y con unas necesidades de mantenimiento sin grandes dificultades técnicas, lo que permite su explotación por personal no especializado.

En la actualidad para el tratamiento de las aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones como es el caso, se recurre tanto a la instalación de Tecnologías Convencionales como no Convencionales. La realidad constata que los dos tipos de tecnologías son válidas para depurar los vertidos generados, pero la realidad también evidencia que en los pequeños núcleos de población,

por las características anteriormente mencionadas, se debe dar prioridad a la elección de sistemas de depuración de tecnologías robustas y de bajo coste de explotación y mantenimiento. Sin embargo, a la hora de instalar este tipo de tecnologías, se tendrá muy en cuenta que su “simplicidad” de operación y mantenimiento, no implica “simplicidad” de diseño, lo que lamentablemente y en muchas ocasiones, se ha asimilado de forma errónea. No se ha prestado la suficiente atención a la fase de dimensionamiento del sistema de tratamiento ni a la posterior etapa constructiva. Estas deficiencias han tenido su reflejo en numerosas instalaciones en las que no se alcanzan los rendimientos esperados.

A continuación, se describen las distintas tecnologías planteadas inicialmente.

#### 2.1.1.1 Proposición inicial de alternativas

A continuación, pasamos a describir distintas tecnologías No Convencionales, Convencionales e Intermedias que se plantean inicialmente, describiendo cada una de ellas, indicando ventajas e inconvenientes, para más adelante realizar con ellas un análisis multicriterio donde se deduzca la más adecuada en nuestro caso.

Las tecnologías planteadas inicialmente son las siguientes:

- 1.- Contactores Biológicos Rotativos (CBR)
- 2.- Humedales Artificiales
- 3.- Lechos bacterianos
- 4.- Aireación Prolongada

#### 1 - CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS (TECNOLOGIA INTERMEDIA ENTRE CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL)

Los Contactores Biológicos Rotativos (CBR), son sistemas de tratamiento en los que los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica se hallan adheridos a un material soporte, que gira semisumergido en el agua a depurar. Con ello se pone a la biomasa en contacto, alternativamente, con el agua residual a tratar y con el oxígeno atmosférico.

Dentro de los CBR cabe distinguir entre:

- **Biodiscos:** el soporte para la fijación bacteriana está constituido por un conjunto de discos de material plástico de 2 a 4 m de diámetro. Los discos se mantienen paralelos y a corta distancia entre ellos gracias a un eje central que pasa a través de sus centros.
- **Biocilindros:** constituyen una modificación del sistema de Biodiscos. En ellos, el rotor es una jaula cilíndrica perforada, que alberga en su interior un relleno de material plástico, al que se fija la biomasa bacteriana.

Los CBR operan bajo cubierta para evitar daños en la biomasa por la acción de los agentes meteorológicos.

Las plantas diseñadas para operar con sistemas de CBR presentan tratamientos previos (Desbaste, Desarenado y Desengrasado) y Primarios (Decantación). En las pequeñas instalaciones se puede sustituir el Tratamiento Primario por sistemas de Tamizado, Tanques Imhoff o Lagunas Anaerobias. Las Lagunas Anaerobias o los Tanques Imhoff pueden ser utilizados, a su vez, para la estabilización de fangos procedentes de los Decantadores Secundarios.

#### Rendimientos medios de depuración:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO <sub>5</sub>	80-90
DQO	75-85
N	20-35
P	10-30
Coliformes Fecales	80-90

#### Dominio de aplicación:

El rango más frecuente de aplicación de este tipo de tecnologías se sitúa por debajo de los 5000 h.e.

#### Ventajas (frente a las Tecnologías Convencionales)

- Menor consumo de energía.
- No es necesario recircular fangos del Decantador Secundario a la zona biológica, al ser suficiente la concentración de biomasa bacteriana que se haya adherida al soporte.
- Mejor comportamiento ante la presencia de tóxicos, pues la flora bacteriana no permanece inmersa en el agua de forma continuada, sino que una gran parte del tiempo se encuentra en contacto con el aire en condiciones de recuperarse.
- No precisa de un control de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico. Todo ello hace que la explotación sea más simple.
- Facilidad de construcción gradual. Al tratarse de un proceso de construcción modular, se puede efectuar la gradual ampliación del mismo en función de las necesidades de depuración.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.
- Al estar generalmente ubicadas las unidades de CBR en recintos cubiertos, se mantiene una temperatura más elevada del agua a depurar, con lo que se mejora el rendimiento en periodos fríos.

### Inconvenientes (frente a las Tecnologías no Convencionales)

- Los costes de instalación son elevados.
- Generación de lodos en el proceso, que deben ser estabilizados.
- Equipos específicos sujetos a patentes.

### 2- HUMEDALES ARTIFICIALES (TECNOLOGIA NO CONVENCIONAL)

Los Humedales Artificiales son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (normalmente menos de 1 m), plantados con plantas propias de zonas húmedas (macrófitos acuáticos “carrizos”) y en los que los procesos de depuración se ejecutan de forma simultánea mediante acciones físicas, químicas y biológicas. El influente que se aplica al sistema suele sufrir un Desbaste y Tratamiento Primario (generalmente en Tanques Imhoff o Fosas Sépticas).

Tipos de procesos:

- Humedal Artificial de Flujo Libre (FL). Se suele emplear como Tratamiento Avanzado de las aguas residuales. Consta de un conjunto de balsas o canales paralelos, con vegetación emergente y niveles de agua poco profundos (0,1-0,6 m). Generalmente la alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Horizontal (FSH). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada y con Tratamiento Primario, fluye horizontalmente a través de un medio poroso (gravilla, grava), confinado en un canal impermeable, en el que se implanta vegetación emergente, preferentemente carrizo. La alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical (FSV). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada y Tratamiento Primario, fluye verticalmente a través de un medio poroso (arena, gravilla), y se recogen en una red de drenaje situada en el fondo del Humedal, que conecta con chimeneas de aireación.

Rendimientos medios de depuración:

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO <sub>5</sub>	80-90
DQO	75-85
N	35-50
P	20-35
Coliformes Fecales	99-99,9

### Dominio de aplicación:

El rango más frecuente de aplicación de este tipo de tecnologías se sitúa por debajo de los 2000 h.e.

### Ventajas

- Sencillez operativa, limitándose a la retirada de residuos del Pretratamiento y al corte y retirada de la vegetación una vez seca.
- Inexistencia de averías, al carecer de equipos mecánicos.
- El sistema puede operar sin ningún coste energético.
- Sistemas flexibles y poco susceptibles a cambios en caudales y carga.
- La biomasa vegetal actúa como aislante del sedimento, lo que asegura la actividad microbiana todo el año.
- En los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial, al circular el agua por debajo de la superficie del sustrato, no se generan malos olores ni proliferación de mosquitos.
- Nulo impacto ambiental sonoro.
- No se generan olores.
- Perfecta integración en el medio rural.
- Creación y restauración de zonas húmedas aptas para potenciar la biodiversidad, la educación ambiental y las zonas de recreo.

### Inconvenientes

- Exigencia de mayor superficie de terreno para su implantación que las Tecnologías Convencionales de depuración (unos 5 m<sup>2</sup>/h.e.).
- Generación de lodos en el tratamiento primario, si bien, se emplean Tanques Imhoff o Fosas Sépticas, la retirada de estos lodos se espacia en el tiempo.
- Necesidad de 2 ó 3 estaciones de crecimiento de las plantas para alcanzar máximos rendimientos.
- Pérdidas de caudal por evapotranspiración, con aumento de la salinidad en los efluentes depurados.
- En los Humedales Artificiales de Flujo Libre, al circular el agua por encima de la superficie del sustrato, se produce la proliferación de mosquitos.

El Tanque Imhoff (utilizado como tratamiento primario en este sistema) es un dispositivo que permite un Tratamiento Primario de las aguas residuales urbanas, mediante la eliminación de la materia orgánica particulada sedimentable y de los flotantes. La fracción orgánica de los sólidos sedimentados se mineraliza vía anaerobia.

Constan de un único depósito en el que se separan la zona de sedimentación, que se sitúa en la parte superior, de la de digestión de los sólidos decantados, que se ubica en la zona inferior del depósito. La configuración de la apertura que comunica ambas zonas impide el paso de gases y partículas de fango desde la zona de digestión a la de decantación, evitándose que estos gases afecten a la sedimentación de los sólidos en suspensión.

**Dominio de aplicación:** El Tanque Imhoff se emplea como tratamiento previo a sistemas de aplicación al terreno, y como Tratamiento Primario, previo a Humedales Artificiales, Contactores Biológicos Rotativos o Lechos Bacterianos (propuestos para este proyecto).

El límite de aplicación suele fijarse en los 300-500 habitantes, si bien, pueden implantarse varios módulos con los que se incrementa el rango de aplicación. Por otro lado, y dado que no constituyen un sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas en sí mismo, conviene complementarlos con otras tecnologías de tratamiento.

### **3 - LECHOS BACTERIANOS (TECNOLOGIA INTERMEDIA ENTRE CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL)**

Los Lechos Bacterianos, conocidos también como Filtros Percoladores, constan de una cuba o depósito donde se ubica un relleno de gran superficie específica, sobre el que se desarrolla una película biológica. El agua residual se distribuye homogéneamente por la parte superior del relleno y por goteo atraviesa el lecho filtrante. La ventilación del Lecho (aporte de oxígeno para la oxidación de la materia orgánica), se produce a través de unas ventanas inferiores en el depósito. Esta ventilación se produce de forma natural, por el efecto de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del Lecho. Por la parte inferior del sistema se recoge el agua tratada junto con flóculos bacterianos desprendidos del soporte, enviándose a un Decantador Secundario, donde se separan los efluentes depurados de los lodos generados en el proceso. Como relleno, en la actualidad se va imponiendo el empleo de materiales plásticos, sobre los que se desarrolla la película bacteriana.

Cabe distinguir entre **Lechos Bacterianos:**

**De baja carga:** dispositivos de depuración sencillos con los que se consiguen efluentes estables y altamente nitrificados. Pueden absorber grandes variaciones de carga en el agua residual bruta, alcanzando elevados rendimientos de eliminación de carga orgánica.

**De alta carga:** se precisa recirculación, que puede efectuarse con el efluente final del sistema o con el efluente del propio Lecho. Los objetivos de esta recirculación son: realizar la autolimpieza del Lecho, sembrar con microorganismos las aguas residuales antes de su entrada al Lecho y diluir la concentración de las aguas residuales influentes.

Las plantas diseñadas para operar con sistemas de Lechos Bacterianos no difieren mucho en su esquema de las que emplean con Tecnologías Convencionales. Los tratamientos previos (Desbaste, Desarenado, Desengrasado) y Primarios (Decantadores Primarios) son similares, si bien, en las pequeñas instalaciones se puede sustituir el Tratamiento Primario por sistemas de Tamizado, Tanques Imhoff o Lagunas Anaerobias. Las Lagunas Anaerobias o los Tanques Imhoff pueden ser utilizados, a su vez, para la estabilización de los fangos procedentes de los Decantadores Secundarios.

**Rendimientos medios de depuración:**

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO <sub>5</sub>	80-90
DQO	75-85
N	20-35
P	10-35
Coliformes Fecales	80-90

**Dominio de aplicación:**

El rango más frecuente de aplicación de este tipo de tecnologías se sitúa por debajo de los 5000 h.e.

**Ventajas (frente a las Tecnologías Convencionales)**

- Menor consumo de energía.
- No precisa de un control de nivel de oxígeno disuelto ni de sólidos en suspensión en el Reactor Biológico. Todo ello hace que la explotación sea más simple.
- No se forman aerosoles, con lo que se evita la inhalación de microgotas de agua por los operarios.
- Bajo nivel de ruidos por la escasa potencia instalada.

**Inconvenientes (frente a las Tecnologías no Convencionales)**

- Los costes de instalación son elevados por el coste del relleno plástico.
- Generación de lodos en el proceso, que deben ser estabilizados.

### **4 - AIREACION PROLONGADA (TECNOLOGIA CONVENCIONAL)**

La Aireación Prolongada es una modificación del proceso de Lodos Activos para el tratamiento biológico de las aguas residuales en condiciones aeróbicas, encuadrándose dentro de las llamadas Tecnologías Convencionales.

Las plantas más comunes son las de tipo prefabricada en las que el agua residual tras una etapa de Pretratamiento, se introduce en una Cuba de Aireación o Reactor Biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos (Lodos Activos) al que se denomina "licor mezcla".

Las condiciones aerobias en el Reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del licor mezcla, evitando la sedimentación de los flóculos en el Reactor.

Tras un cierto tiempo de permanencia en el Reactor, el licor mezcla se pasa a un Decantador o Clarificador, que puede estar anexo a la cuba o estar incluido dentro de la misma, y cuya función es separar el efluente depurado de los lodos (nuevas células). Parte de los lodos se recirculan de nuevo al Reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto se purgan periódicamente.

Se distinguen, pues, dos operaciones diferenciadas:

- La oxidación biológica, que transcurre en el Reactor o Cuba de Aireación.
- La separación sólido-líquido, que se lleva a cabo en un Decantador o Clarificador.

La Aireación Prolongada opera con cargas orgánicas muy bajas y altos tiempos de aireación, prescindiendo de la Decantación Primaria, y generando fangos estabilizados, que tan sólo precisan ser deshidratados antes de su disposición final.

**Rendimientos medios de depuración:**

Parámetro	% Reducción
SS	80-90
DBO <sub>5</sub>	85-95
DQO	80-90
N	30-40
P	20-30
Coliformes Fecales	85-95

**Dominio de aplicación:**

La Aireación Prolongada es un sistema que se suele aplicar para el tratamiento de las aguas residuales de poblaciones menores de 10.000 habitantes. Empleándose en plantas prefabricadas (que suelen ir enterradas), para la depuración de pequeñas aglomeraciones: urbanizaciones, escuelas, campings, etc.

### 2.1.1.2 Estudio de costes

En el presente apartado se estudian los costes derivados de cada uno de los sistemas de depuración inicialmente propuestos.

A continuación, estudiaremos en detalle cada uno de los capítulos que influyen en el coste económico de implantación y explotación de cada una de las alternativas planteadas, con el fin de que podamos valorar en términos de costes económicos

totales cada una de ellas. Para ello se ha consultado el "Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones" (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Año 2.010).

#### 2.1.1.2.1 Costes de primera instalación

##### Terrenos

Podemos estimar las necesidades de superficie según los siguientes valores típicos:

1.- Contactores biológicos rotativos (CBR):  $\text{aprox. } 0,35 \text{ m}^2/\text{h.e.} = 0,35 \times 1.559 = 545 \text{ m}^2$

2.- Humedales artificiales:  $\text{aprox. } 4 \text{ m}^2/\text{h.e.} = 4 \times 1.559 = 6.235 \text{ m}^2$

3.- Lechos bacterianos:  $\text{aprox. } 0,35 \text{ m}^2/\text{h.e.} = 0,35 \times 1.559 = 545 \text{ m}^2$

4.- Aireación prolongada:  $\text{aprox. } 0,30 \text{ m}^2/\text{h.e.} = 0,30 \times 1.559 = 467 \text{ m}^2$

Considerando una reserva de 1/3 para las superficies indicadas, obtenemos finalmente la superficie aproximada necesaria para cada uno de los sistemas:

1.- Contactores biológicos rotativos (CBR): 709 m<sup>2</sup>

2.- Humedales artificiales: 6.235 m<sup>2</sup> (\*)

3.- Lechos bacterianos: 709 m<sup>2</sup>

4.- Aireación prolongada: 608 m<sup>2</sup>

(\*) En el caso de humedales artificiales, no se ha afectado por el factor 1,3, porque ya entendemos que el criterio de 4 m<sup>2</sup>/h.e. es un número bastante optimista.

Hay que tener en cuenta que cuanto menor es el grado de tecnificación electromecánica de una depuradora, mayor es la superficie unitaria requerida para la misma, y viceversa.

##### Obras de Conexión y adecuación arroyo

Serán necesarias las siguientes obras de conexión para la nueva EDAR:

##### Obras de conexión:

- Agrupación de vertidos. Será necesaria la ejecución de un colector de PVC en diámetro 315 mm, con un trazado medio (depende de la ubicación exacta de la parcela) de 1.500 metros, que discurrirá, en gravedad, desde el vertido actual en el Arroyo Camino El Conde, hasta la nueva parcela, de forma paralela al camino de acceso (C/ Andrés Bueno Rodríguez). Se estima una inversión de 250.000 €.

- Adecuación de acometida eléctrica: Se realizará desde el poste de la línea de media tensión situado más cercano a las ubicaciones. Habrá que realizar una nueva línea de unos 1.100 m (hasta la parcela más lejana), estimándose un presupuesto aproximado de 290.000 €.
- Acometida de agua potable: la acometida tendrá una longitud de 1500 metros, suponiendo por tanto una inversión de 37.000 €.
- Conexión camino de acceso: para el acceso se utilizará (en todas las alternativas) el camino existente Calle D. Andrés Bueno Rodríguez; solo será necesario ejecutar el nuevo tramo que discorra entre este camino y la parcela finalmente ocupada. Se estima, como valor medio, la necesidad de ejecutar unos 210 metros de nuevo camino, suponiendo una inversión aproximada de 7.500 €.

Total obras de conexión suponen un total de: **584.500,00 €**.

En este caso estas obras de conexión son similares para todas las alternativas,

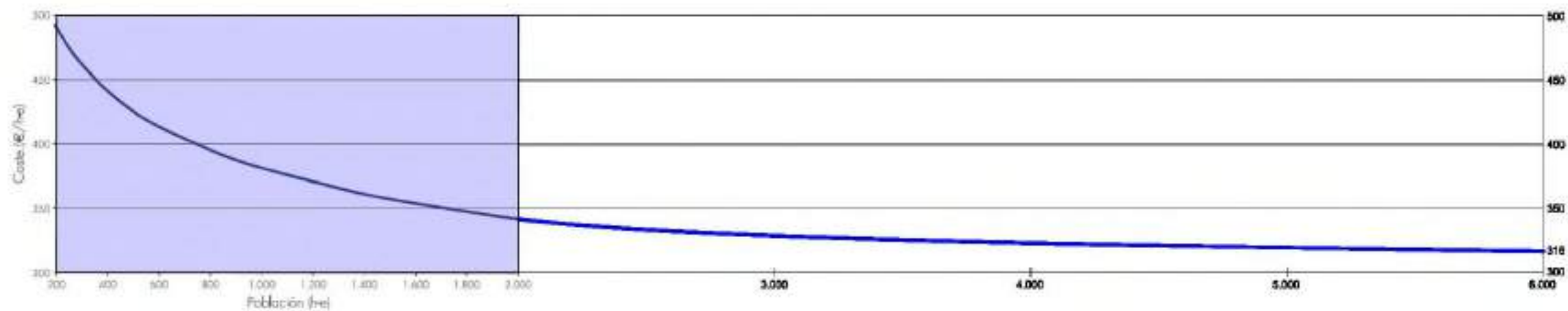
#### Instalaciones de depuración

Los costes de primera instalación de plantas depuradoras se deducen basándose en dos factores; tipo de proceso y población equivalente, y se obtienen extrapolando valores de las tablas incluidas en el "Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones" (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Año 2010). A continuación, se adjuntan los cuadros de ratios de costes de implantación por habitante equivalente, así como la valoración para cada uno de los sistemas:



1.- Contactores biológicos rotativos (CBR):

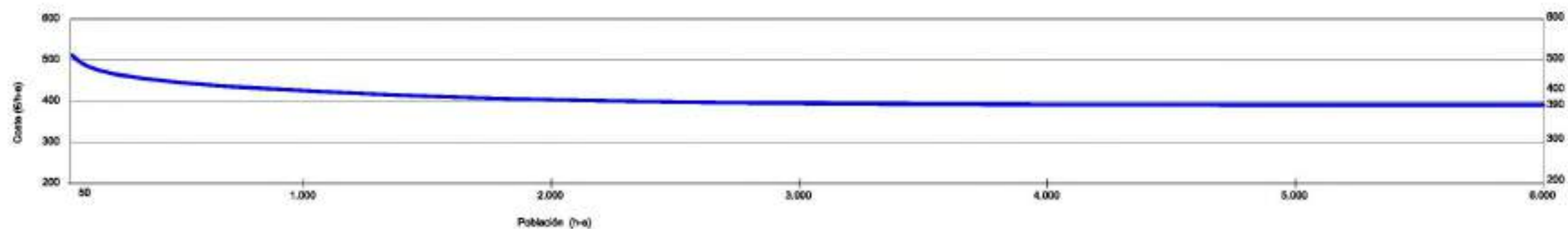
Figura 7.50 Costes de implantación de CBR en función de la población equivalente servida



$$\text{Coste} = \text{hab. equiv.} \times 290 = 1.559 \times 290 = 452.110 \text{ €}$$

2.- Humedales artificiales:

Figura 6.13. Costes de implantación por población equivalente servida de Humedales Artificiales

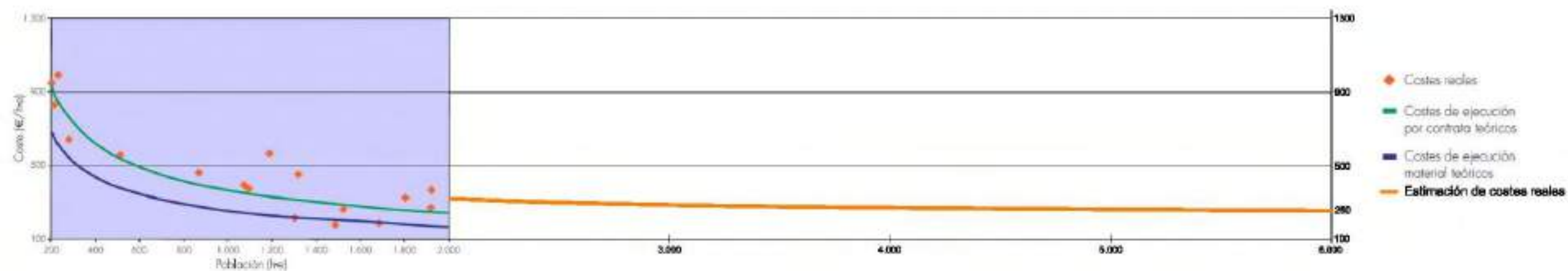


Nota: debido a que la tabla anterior en el manual indicado llega hasta 950 hab-equiv., se ha elaborado esta tabla con ratios extraídos de otros proyectos con este sistema de depuración.

$$\text{Coste} = \text{hab. equiv.} \times 300 = 1.559 \times 300 = 467.700 \text{ €}$$

3.- Lechos bacterianos:

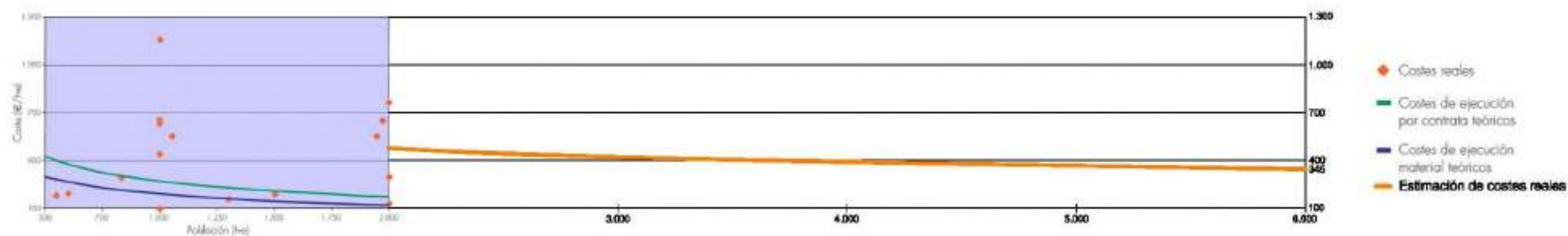
Figura 7.34. Costes de implantación de Lechos Bacterianos en función de la población equivalente servida



$$\text{Coste} = \text{hab. equiv.} \times 355 = 1.559 \times 355 = 553.445 \text{ €}$$

4.- Aireación prolongada:

Figura 7.9. Costes de implantación por población equivalente servida de Aireaciones Prolongadas



$$\text{Coste} = \text{hab. equiv.} \times 410 = 1.559 \times 410 = 639.190 \text{ €}$$

### 2.1.1.2.2 Costes de explotación y mantenimiento

Para calcular los costes de explotación y mantenimiento de los diferentes sistemas propuestos, se ha consultado el “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones” (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Año 2010), de donde se han deducido los datos para elaborar estos costes.

A continuación, se adjuntan las tablas de costes anuales de explotación y mantenimiento para cada uno de los sistemas propuestos. Estas tablas, que han sido elaboradas para la población de diseño (1.559 hab. equiv.) indican el coste anual de las tareas de explotación y mantenimiento, así como la repercusión por habitante equivalente:

<b>CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS</b>	
<b>Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)</b>	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Extracc. y gestión fangos	7.016 €
Decantador secundario (CBR)	1.248 €
Consumo energético	2.111 €
Costes de mantenimiento	7.488 €
Controles analíticos	1.200 €
<b>total coste anual</b> .....	<b>23.711 €</b>
<b>total coste 15 años</b> .....	<b>355.662 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.e. - año) .....</b>	<b>15,21 €</b>
<b>(h.e. = 1.559)</b>	

<b>HUMEDALES ARTIFICIALES</b>	
<b>Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)</b>	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	2.600 €
Pretratamiento	707 €
Tratamiento primario	32 €
Extracc. y gestión fangos	3.274 €
Humedales artificiales	3.877 €
Consumo energético	210 €
Costes de mantenimiento	6.585 €
Controles analíticos	1.200 €
<b>total coste anual</b> .....	<b>18.486 €</b>
<b>total coste 15 años</b> .....	<b>277.287 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.e. - año) .....</b>	<b>11,86 €</b>
<b>(h.e. = 1.559)</b>	

<b>LECHOS BACTERIANOS</b>	
<b>Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)</b>	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Extracc. y gestión fangos	7.016 €
Decantador primario	1.248 €
Consumo energético	3.323 €
Costes de mantenimiento	9.728 €
Controles analíticos	1.200 €
<b>total coste anual</b> .....	<b>27.163 €</b>
<b>total coste 15 años</b> .....	<b>407.445 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.e. - año) .....</b>	<b>17,42 €</b>
<b>(h.e. = 1.559)</b>	

<b>AIREACIÓN PROLONGADA</b>	
<b>Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)</b>	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Cuba biológica - decantador secundario	3.194 €
Extracc. y gestión fangos	11.693 €
Consumo energético	7.016 €
Costes de mantenimiento	7.500 €
Controles analíticos	1.200 €
<b>total coste anual</b> .....	<b>35.250 €</b>
<b>total coste 15 años</b> .....	<b>528.756 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.e. - año) .....</b>	<b>22,61 €</b>
<b>(h.e. = 1.559)</b>	

### 2.1.1.2.3 Resumen de costes

Como resumen de los apartados anteriores adjuntamos el siguiente cuadro:

<b>OPCIONES SISTEMA DE TRATAMIENTO EDAR</b>				
<b>Resumen Estudio Económico</b>				
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>(CBR)</b>	<b>(Humed. artificiales)</b>	<b>(Lechos Bacterianos)</b>	<b>(Aireación Prolongada)</b>
Habitantes equivalentes	1559 Habit. Equiv.			
Superficie necesaria (m2)	709,00	6.236,00	709,00	608,00
Coste terrenos (€)	2.836,00	24.944,00	2.836,00	2.432,00
Coste conex. y adecuación (€)	303.000,00	303.000,00	303.000,00	303.000,00
Coste de construcción EDAR (€)	452.110,00	467.700,00	553.445,00	639.190,00
Coste de explot. y mantenim. 15 años (€)	355.662,00	277.286,72	407.445,01	528.756,48
<b>Coste total</b> .....	<b>1.113.608,00</b>	<b>1.072.930,72</b>	<b>1.266.726,01</b>	<b>1.473.378,48</b>
<b>Coste €/ m3 agua depurada ...</b>	<b>0,65</b>	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	<b>0,86</b>

(\*) En coste de conexión y adecuación, no se ha incluido el nuevo colector de agrupación de vertidos.

### 2.1.1.3 Análisis multicriterio tecnología de depuración

#### 2.1.1.3.1 Introducción

En el presente apartado se analizan y valoran mediante distintos criterios las distintas alternativas de tecnología de depuración seleccionadas, de manera que se pueda deducir finalmente la más adecuada para el caso que nos ocupa. A continuación, pasamos a describir el proceso de realización de este estudio multicriterio.

#### 2.1.1.3.2 Descripción de la metodología

El proceso a seguir será la realización de un análisis multicriterio sobre una matriz de evaluación en el que se analizan para cada alternativa los indicadores considerados y se le adjudica un peso a cada uno de ellos en función de la importancia considerada.

Los indicadores y pesos adoptados para la valoración de cada una de las alternativas estudiadas son los indicados en la tabla siguiente:

INDICADOR	PONDERACIÓN
<b>01.- CRITERIOS ECONÓMICOS</b>	<b>45,00</b>
Costes de Implantación	20,00
Costes de explotación y mantenimiento	25,00
<b>02.- CRITERIOS TÉCNICOS</b>	<b>30,00</b>
Superficie necesaria para implantación	8,00
Niveles de tratamiento alcanzado	4,00
Versatilidad (adapt. a variaci. caudal y carga contam.)	4,00
Producción de fangos generados	4,00
Complejidad en la explotación y mantenimiento	10,00
<b>03.- CRITERIOS AMBIENTALES</b>	<b>25,00</b>
Producción de malos olores	13,00
Generación de ruidos	7,00
Integración paisajística	5,00
<b>TOTAL .....</b>	<b>100,00</b>

Las puntuaciones que se le asignarán a cada indicador (que serán de 0 a 1), se realizarán según los criterios que se detallan a continuación. Una vez obtenidas las puntuaciones para cada indicador, se multiplicarán por el factor de ponderación indicado en la tabla anterior. Este resultado, que denominaremos Puntuación Ponderada, será el número asignado a cada indicador para cada una de las alternativas.

De cada alternativa se tomará la suma global de las Puntuaciones Ponderadas. Este valor será el que determine la idoneidad de cada una de las alternativas en función de los indicadores estudiados, y por lo tanto la alternativa con mayor valor será la más favorable del estudio.

#### 2.1.1.3.3 Asignación de puntuaciones

A continuación, pasamos a asignar las puntuaciones a cada uno de los indicadores, indicando el criterio seguido para determinar la asignación para cada uno de ellos. Para la asignación de las puntuaciones de los criterios técnicos y ambientales se ha consultado el “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones” (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Año 2010), siguiendo los criterios definidos en el mismo.

Para poder entender todos los cuadros que se van a ir mostrando a continuación, adjuntamos los acrónimos utilizados para cada una de las tecnologías de depuración:

Tratamiento	Acrónimo
Contactador Biológico Rotativo	CBR
Lecho Bacteriano	LB
Aireación prolongada	AP
Humedal Artificial (flujo subsuperficial horizontal / vertical)	HFSH / HFSV

*Acrónimos empleados para las tecnologías de depuración*

### CRITERIOS ECONÓMICOS

#### COSTES DE IMPLANTACIÓN

En este indicador se analizan costes de implantación de la EDAR. Aquí se incluye la valoración de los terrenos, de las obras de conexión, adecuación arroyo y las obras de construcción de la EDAR.

Costes de implantación de los distintos sistemas de depuración	
1.- Contactores biológicos rotativos (CBR):	757.946 €
2.- Humedales artificiales:	795.644 €
3.- Lechos bacterianos:	859.281 €
4.- Aireación prolongada:	944.622 €

A la alternativa más económica se le asignará un valor 1,00. Al resto de alternativas se les asignará un valor inferior a 1,00 reducido proporcionalmente al aumento del presupuesto.

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 1,00 \quad \text{LB} = 0,88 \quad \text{AP} = 0,80 \quad \text{HF} = 0,95$$

### COSTES DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este indicador se analizan costes de explotación y mantenimiento de los sistemas propuestos.

Los costes de explotación y mantenimiento de los sistemas propuestos, calculados para un periodo de 15 años se indican a continuación. Aquí se han tenido en cuenta costes de funcionamiento, consumo energético, mantenimiento y controles analíticos de cada uno de los sistemas propuestos, tal y como se deduce en apartados anteriores.

Costes de explotación y mantenimiento durante 15 años	
1.- Contactores biológicos rotativos (CBR):	355.662 €
2.- Humedales artificiales:	277.286 €
3.- Lechos bacterianos:	407.445 €
4.- Aireación prolongada:	528.756 €

A la alternativa más económica se le asignará un valor 1,00. Al resto de alternativas se les asignará un valor inferior a 1,00 reducido proporcionalmente al aumento de los costes.

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,78 \quad \text{LB} = 0,68 \quad \text{AP} = 0,52 \quad \text{HF} = 1,00$$

### CRITERIOS TÉCNICOS

#### SUPERFICIE NECESARIA PARA LA IMPLANTACIÓN

A la alternativa que necesita menor superficie se le asignará un valor 1,00. Al resto de alternativas se les asignará un valor inferior a 1 reducido proporcionalmente al aumento de la superficie necesaria

Superficie necesaria	
1.- Contactores biológicos rotativos (CBR):	709 m <sup>2</sup>
2.- Humedales artificiales:	6.236 m <sup>2</sup>
3.- Lechos bacterianos:	709 m <sup>2</sup>
4.- Aireación prolongada:	608 m <sup>2</sup>

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,8 \quad \text{LB} = 0,8 \quad \text{AP} = 1,00 \quad \text{HF} = 0,3$$

#### NIVELES DE TRATAMIENTO ALCANZADO

A la alternativa que logra unas mayores reducciones se le asignará un valor 1,00. A la alternativa que logra unas menores reducciones se le asignará un valor 0,50. Al resto se les asignará valores intermedios.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.3. Niveles de tratamiento alcanzado según la tecnología implantada

Tecnología	Nivel de tratamiento	Características					
		SS (%)	DBO <sub>5</sub> (%)	DQO (%)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (%)	N <sub>T</sub> (%)	P <sub>T</sub> (%)
CBR	Secundario o Secundario con nitrificación <sup>2</sup>	85-95	85-95	80-90	60-80	20-35	10-35
LB	Secundario o Secundario con nitrificación <sup>2</sup>	85-95	85-95	80-90	60-80	20-35	10-35
AP	Secundario con nitrificación o Secundario con eliminación de N <sub>T</sub> <sup>2</sup>	85-95	85-95	80-90	90-95	80-85	20-30
HFSH	Secundario	90-95	85-90	80-90	20-25	20-30	20-30
HFSV	Secundario con nitrificación	90-95	90-95	80-90	60-70	60-70	20-30

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,50 \quad \text{LB} = 0,50 \quad \text{AP} = 0,75 \quad \text{HF} = 1,00$$

#### VERSATILIDAD DEL TRATAMIENTO

En este factor se analiza la capacidad de adaptación a variaciones diarias del caudal y de la carga contaminante del agua residual influente.

Al del extremo menor se le asignará un valor 0,20 y al del extremo mayor se le asignará un valor 1,00. Al resto se les asignará un incremento de 0,2 según la posición establecida en la tabla, en orden creciente de los escalones.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.7. Clasificación de las tecnologías según su capacidad de adaptación a variaciones diarias de caudal y carga contaminante

Capacidad de adaptación de las diferentes tecnologías a las variaciones diarias de caudal y carga contaminante				
- —————> +				
AP	CBR / LB / MBBR	SBR / HFSV / FT <sub>m</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP	HFSH	LA

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,40 \quad \text{LB} = 0,40 \quad \text{AP} = 0,20 \quad \text{HF} = 0,80$$

### PRODUCCIÓN DE FANGOS GENERADOS

En este factor se analiza la cantidad de fangos generados, analizándose desde el punto de vista técnico.

Al del extremo menor se le asignará un valor 1,00 y al del extremo mayor se le asignará un valor 0,20. Al resto se les asignará un incremento de 0,20 según la posición establecida en la tabla, en orden decreciente de los escalones.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.9. Clasificación de las tecnologías según la cantidad de fangos generados

Cantidad de fangos generados				
- —————> +				
LA	FT <sub>m</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP / HFSV / HFSH	LB <sup>1</sup> / CBR <sup>1</sup>	MBBR <sup>2</sup>	AP / SBR

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,60 \quad \text{LB} = 0,60 \quad \text{AP} = 0,20 \quad \text{HF} = 0,80$$

### COMPLEJIDAD EN LA EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este factor se analiza la complejidad en la explotación y mantenimiento de los distintos sistemas.

Al del extremo menor se le asignará un valor 1,00 y al del extremo mayor se le asignará un valor 0,14. Al resto se les asignará un incremento de 0,143 según la posición establecida en la tabla, en orden decreciente de los escalones.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.12. Clasificación de tecnologías según su complejidad en la explotación y mantenimiento

Complejidad de explotación y mantenimiento						
- —————> +						
LA	HFSH	HFSV / FT <sub>m</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP	CBR	MBBR	LB	AP / SBR

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,57 \quad \text{LB} = 0,28 \quad \text{AP} = 0,14 \quad \text{HF} = 1$$

### CRITERIOS AMBIENTALES

#### PRODUCCIÓN DE MALOS OLORES

En este factor se analiza el potencial de cada una de las tecnologías para generar malos olores.

Al del extremo menor se le asignará un valor 1,00 y al del extremo mayor se le asignará un valor 0,20. Al resto se les asignará un incremento de 0,20 según la posición establecida en la tabla, en orden decreciente de los escalones.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.14. Clasificación de las tecnologías según su potencial para generar malos olores

Potencial para la generación de malos olores				
- —————> +				
AP / SBR	LB <sup>1</sup> / MBBR <sup>1</sup> / CBR <sup>1</sup>	LB <sup>2</sup> / MBBR <sup>2</sup> / CBR <sup>2</sup> / HFSV / FT <sub>m</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP	HFSH	LA

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,80 \quad \text{LB} = 0,80 \quad \text{AP} = 1,00 \quad \text{HF} = 0,40$$

### GENERACIÓN DE RUIDOS

En este factor se analiza el potencial de cada una de las tecnologías para generar ruidos.

Al del extremo menor se le asignará un valor 1,00 y al del extremo mayor se le asignará un valor 0,33. Al resto se les asignará un valor de 0,66.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.15. Clasificación de tecnologías según su potencial para generar ruidos

Potencial para la generación de ruidos <sup>1</sup>		
-	→	+
LA / HFSV / HFSH / FT <sub>tot</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP	CBR / LB	AP / SBR / MBBR

<sup>1</sup> No se considera la adopción de medidas especiales para mitigar los impactos sonoros.

Los valores asignados son:

$$\text{CBR} = 0,66 \quad \text{LB} = 0,66 \quad \text{AP} = 0,33 \quad \text{HF} = 1,00$$

### INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

En este factor se analiza la integración paisajística de cada una de las tecnologías.

Al del extremo menor se le asignará un valor 0,25 y al del extremo mayor se le asignará un valor 1,00. Al resto se les asignará un incremento de 0,25 según la posición establecida en la tabla, en orden creciente de los escalones.

Para esta valoración se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10.16. Clasificación de tecnologías según su integración paisajística

Integración paisajística			
-	→	+	
LB	CBR / AP / SBR / MBBR	FT <sub>tot</sub> / FIA / FIA <sub>v</sub> / IP	LA / HFSV / HFSH

2.1.1.3.4 *Matriz de evaluación*

A continuación, se adjunta la matriz de evaluación calculada con los datos obtenidos anteriormente:

<b>MATRIZ MULTICRITERIO (Sistema de Depuración)</b>									
<b>INDICADOR</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>							
		<b>ALTERNATIVA 1 CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS</b>		<b>ALTERNATIVA 2 HUMEDALES ARTIFICIALES</b>		<b>ALTERNATIVA 3 LECHOS BACTERIANOS</b>		<b>ALTERNATIVA 4 AIREACIÓN PROLONGADA</b>	
		<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>
<b>01.- CRITERIOS ECONÓMICOS</b>	<b>45,00</b>								
Costes de Implantación	20,00	1,00	20,00	0,95	19,00	0,88	17,60	0,80	16,00
Costes de explotación y mantenimiento	25,00	0,78	19,50	1,00	25,00	0,68	17,00	0,52	13,00
<b>02.- CRITERIOS TÉCNICOS</b>	<b>30,00</b>								
Superficie necesaria para implantación	8,00	0,80	6,40	0,30	2,40	0,80	6,40	1,00	8,00
Niveles de tratamiento alcanzado	4,00	0,50	2,00	1,00	4,00	0,50	2,00	0,75	3,00
Versatilidad (adapt. a variaciones caudal y carga contam.)	4,00	0,40	1,60	0,80	3,20	0,40	1,60	0,20	0,80
Producción de fangos generados	4,00	0,60	2,40	0,80	3,20	0,60	2,40	0,20	0,80
Complejidad en la explotación y mantenimiento	10,00	0,57	5,70	1,00	10,00	0,28	2,80	0,14	1,40
<b>03.- CRITERIOS AMBIENTALES</b>	<b>25,00</b>								
Producción de malos olores	13,00	0,80	10,40	0,40	5,20	0,80	10,40	1,00	13,00
Generación de ruidos	7,00	0,66	4,62	1,00	7,00	0,66	4,62	0,33	2,31
Integración paisajística	5,00	0,50	2,50	1,00	5,00	0,25	1,25	0,50	2,50
<b>TOTAL PUNTUACIÓN OBTENIDA .....</b>	<b>100,00</b>		<b>75,12</b>		<b>84,00</b>		<b>66,07</b>		<b>60,81</b>



### 2.1.1.3.5 Conclusiones

A la vista del análisis multicriterio realizado para la elección del sistema de tratamiento, consideramos que la alternativa más idónea es la **ALTERNATIVA 2: HUMEDALES ARTIFICIALES**.

## 2.1.2 PROPOSICIÓN Y VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE IMPLANTACIÓN DE LA NUEVA EDAR

Se redacta el presente apartado con el objeto de valorar las ventajas e inconvenientes de cada una de las alternativas de implantación de la nueva EDAR, a fin de poder determinar cuál es la implantación más adecuada realizando un análisis multicriterio de las mismas.

### 2.1.2.1 Proposición inicial de alternativas

A continuación, pasamos a describir las distintas alternativas planteadas inicialmente para la implantación de la nueva EDAR, describiendo para cada una de ellas ventajas e inconvenientes para más adelante realizar con ellas un análisis multicriterio donde se deduzca la situación más adecuada en nuestro caso.

En las siguientes imágenes se representan las tres alternativas de implantación que se van a estudiar:

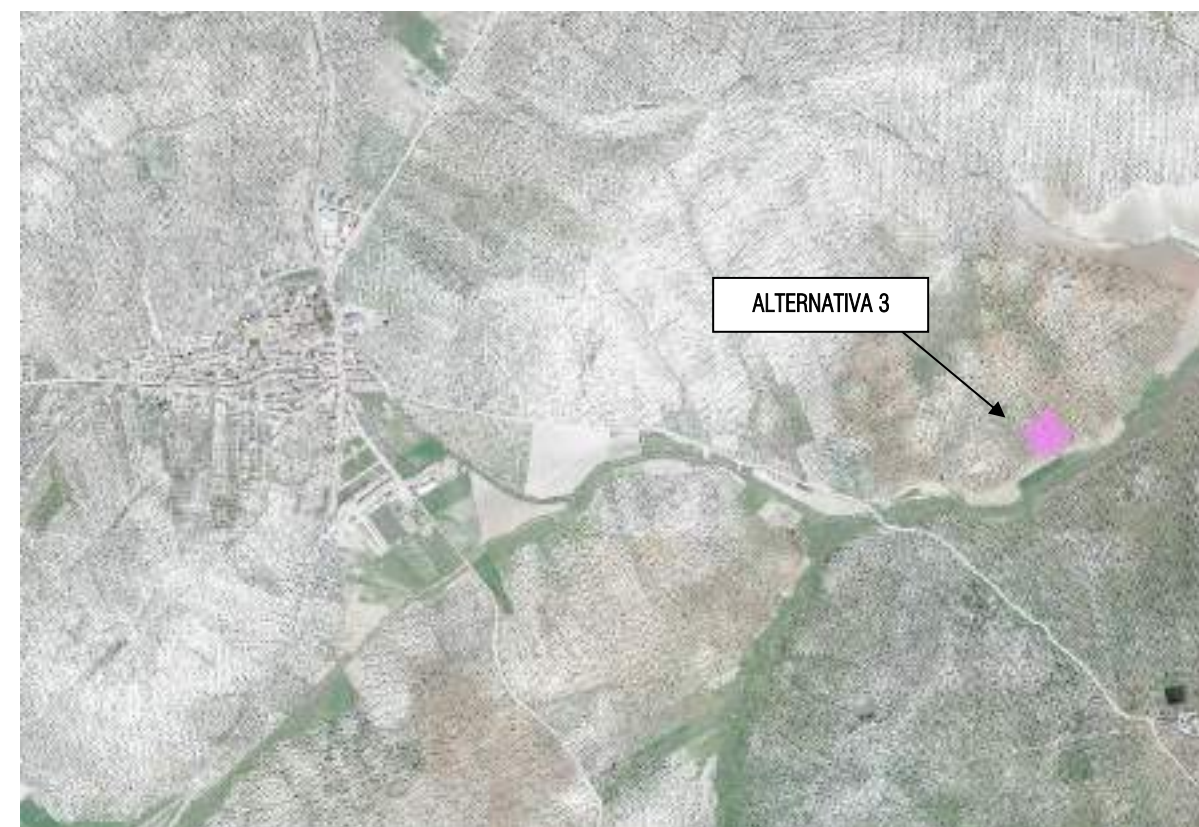
Alternativa 1



Alternativa 2



Alternativa 3



### ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 se sitúa en el margen izquierdo del arroyo Salado y paralelo a éste, fuera de la zona de dominio público del mismo. Según las zonas delimitadas en el plan de ordenación urbana, se sitúa fuera de la zona de riesgo por inundación del citado arroyo.

A continuación, indicamos las ventajas e inconvenientes de esta implantación:

#### Ventajas:

- Parcela disponible para adquisición por el Ayuntamiento de Escañuela.
- Acceso cercano a la C/ Don Andrés Bueno Rodríguez, por lo que solo necesita un pequeño tramo de nuevo camino.
- La entrada de las aguas residuales queda resuelta con nuevo colector en gravedad desde el punto de vertido único existente.
- No necesita grandes movimientos de tierras o acondicionamiento de parcela.
- Se sitúa a más de 1 km del núcleo de población
- No es necesario ejecutar obra de paso para el Arroyo Salado para acceder a la parcela.

#### Inconvenientes:

- Las acometidas a realizar (abastecimiento, electricidad) distan aproximadamente 1 km con de la ubicación.

### ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 se sitúa en el margen derecho del arroyo Salado al otro lado del camino existente, en la zona donde se ubican actualmente las ruinas de un antiguo molino.

La superficie prevista es de aprox. 2.800 m<sup>2</sup>. En principio no hay indicaciones del Ayuntamiento de Escañuela como que esta parcela pueda estar disponible.

A continuación, indicamos las ventajas e inconvenientes de esta implantación:

#### Ventajas:

- No es necesario bombeo para trasladar el agua de saneamiento.
- Mayor proximidad de acometidas de abastecimiento y electricidad con respecto a las otras alternativas

#### Inconvenientes:

- Necesidad de ejecutar obra de paso para acceder a la parcela desde la C/ Don Andrés Bueno Rodríguez. Dificultad técnica y mayor coste económico.
- La parcela tiene visibilidad desde la zona de desarrollo futuro del pueblo (zona sur), por lo que no queda integrada suficientemente.
- Es necesario realizar movimientos de tierras, aunque no del orden que son necesarios en la Alternativa 3
- Esta parcela en principio no consta como prioritaria en cuanto a disponibilidad por parte del Ayuntamiento de Escañuela, pero sería posible la opción a compra.

### ALTERNATIVA 3

La alternativa 3 se sitúa en la margen izquierda del Arroyo Salado, unos 500 metros aguas abajo de la Alternativa 1.

#### Ventajas:

- No necesario ejecutar bombeo para el nuevo colector, consiguiéndose pendientes más favorables del colector que en el resto de alternativas.
- Se sitúa a 1.500 metros del núcleo poblacional, con lo que puede ser la más idónea desde el punto de vista de olores e integración ambiental y urbana.

#### Inconvenientes:

- La lejanía a las redes para realizar acometidas es mucho mayor que en las alternativas, por lo que encarece bastante la inversión.
- El nuevo colector de saneamiento tendría una longitud mucho mayor que en las otras alternativas.
- Se estarían ocupando zonas de servidumbre del arroyo por la nueva EDAR.

### **2.1.2.2 Análisis multicriterio alternativas de implantación de la nueva EDAR**

#### *2.1.2.2.1 Introducción*

En el presente apartado se analizan y valoran mediante distintos criterios las distintas alternativas de implantación de EDAR, de manera que se pueda deducir finalmente la más adecuada para el caso que nos ocupa. A continuación, pasamos a describir el proceso de realización de este estudio multicriterio.

### 2.1.2.2.2 Descripción de la metodología

El proceso a seguir será la realización de un análisis multicriterio sobre una matriz de evaluación en el que se analizan para cada alternativa los indicadores considerados y se le adjudica un peso a cada uno de ellos en función de la importancia considerada.

Los indicadores y pesos adoptados para la valoración de cada una de las alternativas estudiadas son los indicados en la tabla siguiente:

INDICADOR	PONDERACIÓN
<b>01.- CRITERIOS ECONÓMICOS</b>	<b>28,00</b>
Adecuación terreno (excavaciones/rellenos)	10,00
Necesidad de bombeo para elevar agua resid. a implantación	18,00
<b>02.- CRITERIOS TÉCNICOS</b>	<b>38,00</b>
Proximidad a redes existentes (saneam., electr. abast...)	8,00
Necesidad de bombeo para elevar agua resid. a implantación	9,00
Acceso	5,00
Facilidad para disponibilidad de los terrenos	10,00
Idoneidad geotécnica y topográfica	5,00
<b>03.- CRITERIOS AMBIENTALES</b>	<b>34,00</b>
Situación con respecto a D.P.H.	6,00
Afección a especies vegetales	6,00
Volumen de residuos generado	5,00
Integración paisajística	6,00
Proximidad a zonas residenciales	6,00
Proximidad a caminos existentes (olores / ruidos)	5,00
<b>TOTAL .....</b>	<b>100,00</b>

Las puntuaciones que se le asignarán a cada indicador (que serán de 0 a 1), se realizarán según los criterios que se detallan a continuación. Una vez obtenidas las puntuaciones para cada indicador, se multiplicarán por el factor de ponderación indicado en la tabla anterior. Este resultado, que denominaremos Puntuación Ponderada, será el número asignado a cada indicador para cada una de las alternativas.

De cada alternativa se tomará la suma global de las Puntuaciones Ponderadas. Este valor será el que determine la idoneidad de cada una de las alternativas en función de los indicadores estudiados, y por lo tanto la alternativa con mayor valor será la más favorable del estudio.

### 2.1.2.2.3 Asignación de puntuaciones

A continuación, pasamos a asignar las puntuaciones a cada uno de los indicadores, indicando el criterio seguido para determinar la asignación para cada uno de ellos.

En el caso que nos ocupa, que se están analizando parcelas muy similares y cercanas, no existe mucha diferencia

### CRITERIOS ECONÓMICOS

#### ADECUACIÓN DEL TERRENO (EXCAV. / RELLENOS)

En este indicador se analizan costes derivados de adecuación del terreno para la implantación de la EDAR.

Costes aprox. de adecuación del terreno	
Alternativa 1	10.000 €
Alternativa 2	15.000 €
Alternativa 3	25.000 €

A la alternativa más económica se le asignará un valor 1,00. Al resto de alternativas se les asignará un valor inferior a 1,00 reducido proporcionalmente al aumento del presupuesto.

Los valores asignados son: Alternativa 1 = 1 Alternativa 2 = 0,50 Alternativa 3 = 0,70

#### NECESIDAD DE REALIZAR BOMBEO PARA ELEVAR AGUA RESID. A IMPLANTACIÓN (por motivos económicos de consumo energético)

En este indicador se analiza el inconveniente de tener que realizar o no un bombeo para elevar el agua residual a la nueva implantación.

En el caso que nos ocupa, al tener que cruzar al menos bajo un cauce, será necesaria la implantación de una instalación de bombeo para impulsar las aguas hasta la obra de llegada. Por tanto, asignamos a todas un valor de 0.

## CRITERIOS TÉCNICOS

### PROXIMIDAD A LAS REDES EXISTENTES

En este indicador se analiza la facilidad para la conexión a las redes existentes de abastecimiento, electricidad y saneamiento (sin valorar la necesidad de bombeo para éste último, que ya se ha valorado anteriormente).

A la alternativa con mayor proximidad / facilidad a estas conexiones se le asignará un valor 1,00 al resto se les dará un valor entre 1 y 0.50 según la proporción en relación a la lejanía de las redes de acometida.

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,8    Alternativa 2 = 1    Alternativa 3 = 0,50**

### NECESIDAD DE REALIZAR BOMBEO PARA ELEVAR AGUA RESID. A IMPLANTACIÓN (por motivos de dificultad en el mantenimiento y fiabilidad en el funcionamiento)

En este indicador se analiza el inconveniente por motivos de dificultad en el mantenimiento y fiabilidad en el funcionamiento de tener que realizar o no un bombeo para elevar el agua residual a la nueva implantación.

Como se ha indicado anteriormente, en todos los casos será necesaria la implantación de una instalación de impulsión. Por tanto, asignamos a todas un valor de 0.

### ACCESO

En este indicador se analiza la facilidad de acceso a las distintas implantaciones.

A la alternativa con mayor facilidad de acceso, y menor longitud de camino nuevo necesario, se le asignará un valor 1,00 y al resto se les dará un valor entre 1 y 0,50, por lejanía al camino principal de acceso, y por necesidad de realizar obra de paso sobre el Arroyo Salado (se da únicamente esta necesidad en la Alternativa 2).

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 1,00    Alternativa 2 = 0,50    Alternativa 3 = 0,70**

### DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS

En este indicador se analiza la facilidad en la disponibilidad de los terrenos donde se plantea cada una de las ubicaciones.

A la alternativa con mayor facilidad en la disponibilidad se le asignará un valor 1,00 y al resto se les dará un valor 0,50. En el caso que nos ocupa, las alternativas 1 y 3 están cultivadas con olivos en la actualidad; la alternativa 2 posee cultivos herbáceos. La valoración de este criterio depende del valor que le demos al precio de compra.

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 1,00    Alternativa 2 = 0,50    Alternativa 3 = 1,00**

### IDONEIDAD GEOTÉCNICA Y TOPOGRÁFICA

En este indicador se analiza la facilidad para la implantación desde el punto de vista geotécnico y topográfico.

En principio geotécnicamente las tres alternativas resultarían iguales por encontrarse en una zona muy reducida y no haber grandes cambios geotécnicos que puedan verse a simple vista, sin embargo, por tener que realizar un desmonte previo se valorará mejor en este sentido las alternativas 1 y 2. Así, geotécnicamente le asignaremos un valor 0,50 a las alternativas 1 y 2 y 0,25 a la alternativa 3.

En cuanto a topografía, teniendo en cuenta la fisionomía de las tres zonas de implantación, asignaremos los siguientes valores: alternativa 1 asignamos un valor de 0,25, alternativa 2 asignamos un valor de 0,35 y alternativa 3 asignamos un valor de 0,10. Así pues las valoraciones finales de este apartado quedarían así:

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,75    Alternativa 2 = 0,85    Alternativa 3 = 0,35**

### CRITERIOS AMBIENTALES

#### SITUACIÓN CON RESPECTO A D.P.H.

En este indicador se analiza afección de la nueva ubicación con respecto al Dominio Público hidráulico del arroyo. Las tres alternativas están cercanas al Arroyo Salado. Las alternativas con mayor proximidad se le dará un valor 0,50 y al más alejado un valor 1,00

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,50    Alternativa 2 = 0,50    Alternativa 3 = 1,00**

#### VOLUMEN DE RESÍDUOS GENERADO

En este indicador se analizan la afección de los residuos generados en la construcción de cada una de las alternativas de implantación. Como la diferencia fundamental entre cada una de las alternativas estudiadas va a ser el material sobrante de excavación (volumen no compensado en movimientos de tierras), que deberá llevarse a vertedero autorizado, éste es el

dato que se va a analizar para valorar este factor. En la siguiente tabla se adjuntan los volúmenes aproximados de material de desmonte a vertedero para cada una de las alternativas.

Volumen aprox. de excavación sobrante (a vertedero autorizado)	
Alternativa 1	500 m <sup>3</sup>
Alternativa 2	100 m <sup>3</sup>
Alternativa 3	1.500 m <sup>3</sup>

A la alternativa con menos volumen de excavación sobrante se le asignará un valor 1,00. A la alternativa con más volumen de excavación sobrante se le asignará un valor 0,00 y al resto un valor intermedio proporcionalmente al volumen.

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,75 Alternativa 2 = 1,00 Alternativa 3 = 0,55**

#### AFECCIÓN A ESPECIES VEGETALES

En este indicador se analiza la afección de cada una de las alternativas de implantación sobre las especies vegetales existentes.

Se han analizado las especies vegetales existentes en la zona de ubicación de las alternativas, recogiendo las mismas en el siguiente cuadro, así como la presencia o no en cada una de las alternativas, y la indicación de si se trata o no de una especie protegida.

VEGETACIÓN			PRESENCIA EN ZONA DE ALTERNATIVAS		
Nombre científico	Nombre común	Protección	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
<i>Arundo donax</i>	caña común	No		X	
<i>Retama shaerocarpa</i>	Retama	No	X	X	
<i>Phragmites australis</i>	carrizo	No		X	
<i>Quercus rotundifolia</i>	Encina	No			X

*Presencia de especies vegetales en zonas de implantación de EDAR*

Teniendo en cuenta la tabla anterior, los valores asignados para cada una de las alternativas se indican a continuación.

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,7 Alternativa 2 = 0,5 Alternativa 3 = 0,7**

#### INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

En este indicador se analiza la integración paisajística de cada una de las alternativas sin realizar ningún tratamiento adicional. En este sentido, la alternativa 2 se considera la que quedaría menos integrada, por cercanía al núcleo, y porque se vería desde la zona sur (en fase de desarrollo). La alternativa 3 es la más lejana al núcleo, por lo que sería la más integrada; por último, la alternativa 1 está en un punto intermedio.

En este caso consideramos que las tres alternativas deberían tener la misma valoración en este apartado.

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,70 Alternativa 2 = 0,50 Alternativa 3 = 1,00**

#### PROXIMIDAD A ZONAS RESIDENCIALES

En este indicador se analiza la proximidad a zonas de edificaciones residenciales, por la afección de ruidos / olores

En este caso, las alternativas 1 y 2 se encuentran a una distancia similar al núcleo urbano, y con mayor cercanía que la alternativa 3, ya que es la más alejada (la valoramos con la mejor nota).

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,50 Alternativa 2 = 0,40 Alternativa 3 = 1,00**

#### PROXIMIDAD A CAMINOS EXISTENTES (RUIDOS / OLORES)

En este indicador se analiza la proximidad a zonas de paso por la afección de ruidos / olores

En este caso las tres alternativas se encuentran relativamente cerca de estos caminos, pero con diferencia, la alternativa 3 es la más alejada (la valoramos con la mejor nota); las alternativas 1 y 2 se encuentran a la misma distancia del camino (Cordel de Escañuela).

Los valores asignados son: **Alternativa 1 = 0,50 Alternativa 2 = 0,50 Alternativa 3 = 1,00**

2.1.2.2.4 *Matriz de evaluación*

A continuación, se adjunta la matriz de evaluación calculada con los datos obtenidos anteriormente:

<b>MATRIZ MULTICRITERIO (Implantación)</b>							
<b>INDICADOR</b>	<b>PONDERACIÓN</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>					
		<b>ALTERNATIVA 1</b>		<b>ALTERNATIVA 2</b>		<b>ALTERNATIVA 3</b>	
		<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>
<b>01.- CRITERIOS ECONÓMICOS</b>	<b>28,00</b>						
Adecuación terreno (excavaciones/rellenos)	10,00	1,00	10,00	0,60	6,00	0,10	1,00
Necesidad de bombeo para elevar agua resid. a implantación	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>02.- CRITERIOS TÉCNICOS</b>	<b>38,00</b>						
Proximidad a redes existentes (saneam., electr. abast...)	8,00	0,80	6,40	1,00	8,00	0,50	4,00
Necesidad de bombeo para elevar agua resid. a implantación	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acceso	5,00	1,00	5,00	0,50	2,50	0,70	3,50
Facilidad para disponibilidad de los terrenos	10,00	1,00	10,00	0,50	5,00	1,00	10,00
Idoneidad geotécnica y topográfica	5,00	0,75	3,75	0,85	4,25	0,35	1,75
<b>03.- CRITERIOS AMBIENTALES</b>	<b>34,00</b>						
Situación con respecto a D.P.H.	6,00	0,50	3,00	0,50	3,00	1,00	6,00
Afección a especies vegetales	6,00	0,70	4,20	0,50	3,00	0,70	4,20
Volumen de residuos generado	5,00	0,75	3,75	1,00	5,00	0,55	2,75
Integración paisajística	6,00	1,00	6,00	1,00	6,00	0,00	0,00
Proximidad a zonas residenciales	6,00	0,50	3,00	0,40	2,40	1,00	6,00
Proximidad a caminos existentes (olores / ruidos)	5,00	0,50	2,50	0,50	2,50	1,00	5,00
<b>TOTAL PUNTUACIÓN OBTENIDA .....</b>	<b>100,00</b>		<b>57,60</b>		<b>47,65</b>		<b>44,20</b>

#### 2.1.2.2.5 Conclusiones

A la vista del análisis multicriterio realizado, consideramos que la alternativa de implantación más idónea es la:

#### ALTERNATIVA 1

#### 2.1.3 Proposición de alternativas para colector de Agrupación de Vertidos

Teniendo en cuenta la alternativa seleccionada para implantación de la futura EDAR, existen dos opciones a considerar para el nuevo colector de saneamiento, que debe discurrir desde el punto de vertido único existente en Escañuela, hasta la nueva EDAR.

En el plano 7 se ha plasmado la solución más económica, pero existen dos opciones posibles para la agrupación de vertidos con la finalidad de realizar un mejor encaje técnico. Las dos opciones son las siguientes:

- Opción 1: solución grafiada en el plano 7, conexiones, en la que se ejecuta colector desde el punto de vertido existente en arroyo (cauce tributario del Arroyo Salado) hasta la parcela seleccionada para la EDAR. Esta solución es más económica, pero va muy ajustada de pendiente (0,3%), debido a que la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir recomienda ejecutar los cruces subterráneos de canalizaciones al menos a 1,5 metros del lecho del cauce. Esto genera profundidades bastante elevadas para dicha pendiente, no aconsejable para aguas residuales. Por ello, lo que se propone es la implantación de una instalación de impulsión en la zona intermedia de la canalización por gravedad.
- Opción 2: esta opción nace de la complejidad técnica de ejecución de un colector con pendiente tan reducida y con necesidad de impulsión intermedia como la opción 1. Es por ello que se realiza una propuesta con un trazado desde el pozo de saneamiento que existe en el puente de paso de la Calle Andrés Bueno Rodríguez sobre el arroyo encauzado que atraviesa el núcleo de población. Este pozo es el anterior al pozo existente en el punto de vertido. Si acometemos en este punto, que está a mayor cota que el vertido, se consigue una pendiente mayor, funcionando mejor hidráulicamente. Sin embargo, su inconveniente es que las zonas de futuro desarrollo urbanístico, que se sitúan en la parte sur del núcleo, tendrán que acometer a este nuevo colector, cuyo trazado dista bastante del mismo; en caso de la opción 1, con ejecutar saneamiento hasta el vertido actual sería suficiente.

En ambos casos, el trazado afecta a la vía pecuaria: Cordel de Escañuela.

En el plano nº12 se muestran las dos opciones posibles de colector de agrupación de vertidos.

## 2.2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Tal y como se deduce de los estudios multicriterio realizados tanto para la implantación de la EDAR como para la tecnología de depuración a aplicar, las alternativas seleccionadas son las indicadas a continuación:

- Implantación ..... ALTERNATIVA 1
- Sistema de depuración ..... HUMEDALES ARTIFICIALES

A continuación, pasamos a describir cada uno de ellos detalladamente.

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN DE IMPLANTACIÓN SELECCIONADA

La implantación seleccionada se sitúa en el margen izquierdo del arroyo Salado, y al norte del Cordel de Escañuela (C/ Don Andrés Bueno Rodríguez), al este del núcleo de población, y a una distancia del mismo de 1.250 metros.

La situación de la futura EDAR queda fuera de la zona de riesgo de inundación, que viene definida en los planos de planeamiento vigente (Adaptación de las Normas Subsidiarias).

La superficie prevista, puesto que la solución seleccionada es Humedales Artificiales, es del entorno de 7.000 m<sup>2</sup>. La ubicación está situada en dos parcelas, las cuales el Ayuntamiento de Escañuela indica como posibles de opción a compra.

Para realizar la plataforma de la nueva EDAR es necesario realizar un movimiento de tierras de muy poca entidad, ya que la tipología de depuración seleccionada es compatible con parcela con desnivel, ya que las lagunas se implantan escalonadas (fase 1 y fase 2). Los taludes tendrán una altura máxima de entre 3 y 5 m.

El acceso a las instalaciones se hará desde el camino coincidente con el cordel de Escañuela (coincidente con la calle D. Andrés Bueno Rodríguez), sin necesidad de ejecutar obras de paso ni construcciones auxiliares.

### 2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE DEPURACIÓN SELECCIONADA

A continuación, hacemos una descripción de la alternativa de depuración seleccionada, indicándose asimismo las dimensiones de los elementos previstos. Estas dimensiones son el resultado del predimensionamiento que se ha realizado para el estudio de alternativas, pero es importante tener en cuenta que una vez que se realice el dimensionamiento definitivo, las dimensiones de algunos de los elementos que integran el proceso podrán sufrir algunos cambios.

A continuación, hacemos una descripción de la alternativa de depuración seleccionada, indicándose asimismo las dimensiones de los elementos previstos. Estas dimensiones son el resultado del predimensionamiento que se ha realizado para el estudio de alternativas, pero es importante tener en cuenta que una vez que se realice el dimensionamiento definitivo, las dimensiones de algunos de los elementos que integran el proceso podrán sufrir algunos cambios.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN

Los Humedales Artificiales son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (normalmente menos de 1 m), plantados con plantas propias de zonas húmedas (macrófitos acuáticos “carrizos”) y en los que los procesos de depuración se ejecutan de forma simultánea mediante acciones físicas, químicas y biológicas. El influente que se aplica al sistema suele sufrir un Desbaste y Tratamiento Primario (generalmente en Tanques Imhoff o Fosas Sépticas).

Las tipologías de proceso son las siguientes:

- Humedal Artificial de Flujo Libre (FL). Se suele emplear como Tratamiento Avanzado de las aguas residuales. Consta de un conjunto de balsas o canales paralelos, con vegetación emergente y niveles de agua poco profundos (0,1-0,6 m). Generalmente la alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Horizontal (FSH). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada y con Tratamiento Primario, fluye horizontalmente a través de un medio poroso (gravilla, grava), confinado en un canal impermeable, en el que se implanta vegetación emergente, preferentemente carrizo. La alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical (FSV). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada y Tratamiento Primario, fluye verticalmente a través de un medio poroso (arena, gravilla), y se recogen en una red de drenaje situada en el fondo del Humedal, que conecta con chimeneas de aireación.

El rango más frecuente de aplicación de este tipo de tecnologías se sitúa por debajo de los 2000 h.e.

La Ventajas de este sistema de depuración son las siguientes:

- Sencillez operativa, limitándose a la retirada de residuos del Pretratamiento y al corte y retirada de la vegetación una vez seca.
- Inexistencia de averías, al carecer de equipos mecánicos.
- El sistema puede operar sin ningún coste energético.
- Sistemas flexibles y poco susceptibles a cambios en caudales y carga.

- La biomasa vegetal actúa como aislante del sedimento, lo que asegura la actividad microbiana todo el año.
- En los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial, al circular el agua por debajo de la superficie del sustrato, no se generan malos olores ni proliferación de mosquitos.
- Nulo impacto ambiental sonoro.
- No se generan olores.
- Perfecta integración en el medio rural.
- Creación y restauración de zonas húmedas aptas para potenciar la biodiversidad, la educación ambiental y las zonas de recreo.

Por otro lado, los inconvenientes que presenta este sistema serían los siguientes:

- Exigencia de mayor superficie de terreno para su implantación que las Tecnologías Convencionales de depuración (unos 5 m<sup>2</sup>/h.e.).
- Generación de lodos en el tratamiento primario, si bien, se emplean Tanques Imhoff o Fosas Sépticas, la retirada de estos lodos se espacia en el tiempo.
- Necesidad de 2 o 3 estaciones de crecimiento de las plantas para alcanzar máximos rendimientos.
- Pérdidas de caudal por evapotranspiración, con aumento de la salinidad en los efluentes depurados.
- En los Humedales Artificiales de Flujo Libre, al circular el agua por encima de la superficie del sustrato, se produce la proliferación de mosquitos.

### LÍNEA DE AGUA

#### Aliviadero de entrada

Se contempla la instalación de una arqueta de alivio que limite el caudal máximo influente de la planta a un caudal 5 veces el caudal medio de diseño.

#### Pozo de gruesos

Dado que el agua residual llegará impulsada a la EDAR, la eliminación de gruesos se realizará previa a dicha impulsión.

#### Pretratamiento

Se contemplan dos equipos compactos de pretratamiento (2 líneas de pretratamiento por tener alto coeficiente estival), diseñado para una capacidad máxima de 63 m<sup>3</sup>/h, compuesto de:



- Tamiz tornillo con compactación de montaje en carcasa.
- Depósito de desarenado del tipo longitudinal, provisto de cubierta desmontable, con sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a flotación de grasas y sobrenadantes.
- Transportador a sinfín horizontal para alimentación del sinfín de extracción.
- Transportador a sinfín de extracción inclinado para transportar, secar estáticamente y descargar en un contenedor mediante una tolva a 1.500 mm de altura.
- Desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenado.

Dimensiones generales:

Equipo completo: 6.300 x 1.210 x 3.750 mm (largo x ancho x alto)

En paralelo a este equipo, para utilización en caso de emergencia, se dispone un tamiz compactador, con luz de paso 5 mm, y ejecutado en los mismos materiales que el equipo principal.

#### Aliviadero y reparto a balsas 1ª etapa

A la salida del pretratamiento, el agua se conduce mediante una conducción hasta la arqueta de reparto, mediante sifón, a las balsas de primera etapa.

Desde ésta, podemos derivar el caudal a tratar indistintamente hacia cualquiera de las líneas de proceso mediante sendas compuertas murales.

Esta arqueta tiene una misión adicional, en el cuerpo común aguas arriba, que es aliviar el exceso de caudales que no admite el tratamiento biológico. Hay que recordar que el proceso biológico admite 2,4 veces el caudal medio de diseño, mientras que el pretratamiento se ha diseñado hasta 5 veces este caudal medio. Este alivio se consigue mediante un doble vertedero de 1 m. de longitud.

#### Salida balsas 1ª etapa y reparto a balsas 2ª etapa

En la arqueta de reunión del agua resultante de la primera etapa, se instala nuevamente una arqueta con sifón que reparte el agua "semitratada" a las balsas de 2ª etapa. el agua se conduce mediante una conducción hasta la arqueta de reparto, mediante sifón, a las balsas de primera etapa.

#### Arqueta de salida y toma de muestras

Junto a las balsas de 2ª etapa se instalará una arqueta de salida donde se tomarán las muestras del agua ya tratada, medición de caudal y a partir de ella se ejecuta el colector emisario de vertido al medio.

#### LÍNEA DE FANGOS

Esta tipología de sistema de depuración no posee línea de fangos como tal, puesto que la única gestión a realizar de los fangos generados durante el proceso es la limpieza de las balsas con una frecuencia aproximada de una vez cada 10 años. Esto será variable según se observe el funcionamiento de la misma, y se estime necesario.

#### **2.2.3 OBRAS DE CONEXIÓN**

Como puede observarse en los planos nº7 y 11 un colector para la agrupación de vertidos, que discurre desde el punto de vertido único existente hasta la nueva la parcela de la futura EDAR.

El Ejido, Enero de 2.019

Los Autores del Proyecto:

Constan las firmas

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Ingeniero Técnico de Obras Públicas

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Ingeniero Técnico de Obras Públicas



APÉNDICE.  
INFORME CAMPAÑA AFOROS Y ANALITICAS



**Caudales y características de las aguas  
residuales vertidas por la población de  
Esañuela (Jaén) .**



**Caudales y características de las aguas  
residuales vertidas por la población de  
Esañuela (Jaén) .**

**Elaborado por DBO5 S.L.**

Aprobado por:

Constan las firmas

Fdo.: xxxxxxxxxxxxxxxx  
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. Introducción y objetivos	3
2. Campaña de muestreo y aforos	5
2.1. Muestreos - Metodología	10
2.1.1. Muestreos en continuo – 24 horas	11
2.1.2. Muestreos puntuales	13
2.2. Medidas de caudales	13
2.3. Incidencias surgidas durante la toma de muestras	15
2.3.1. Lluvias	15
2.3.2. Merms de agua	15
2.3.3. Vertidos	15
2.3.4. Agua de dilución	16
3. Caudales	18
3.1. Caudales vertidos	19
4. Características	26
5. Conclusiones	34
6. Metodología	36
7. Datos técnicos	38



## **1. Introducción y objetivos**



## 1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de **AIMA INGENIERÍA SLP** y en él se reflejan los resultados de la campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población jienense de Escañuela (930 habitantes)<sup>1</sup>. El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.
- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.
- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia “incontrolada”, etc.
- Dar cumplimiento a la directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales (artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

<sup>1</sup> Habitantes del núcleo urbano según el Instituto Nacional de Estadística.



## 2. Campaña de muestreo y aforos



## 2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de Escañuela, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en el único punto existente:

1. **Colector Principal Tipo A único - P1 en adelante.** Colector de cemento circular Ø 50 cm.

De esta manera, se han conseguido cuantificar la totalidad de las cargas evacuadas por la población.

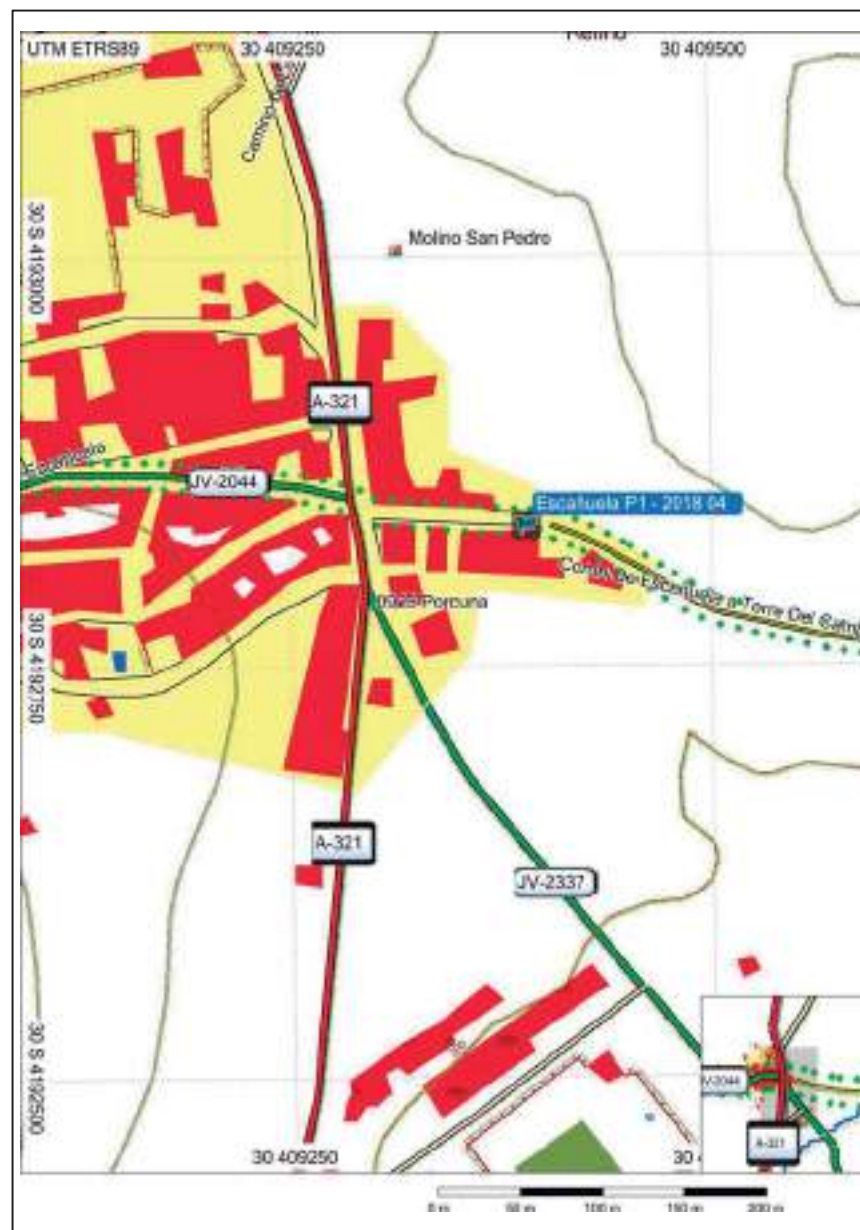
El cronograma seguido, durante la campaña desarrollada entre el 18 y 23 de abril de 2018, quedaría de la siguiente forma:

Colector	P.1
Metodología de aforo	Verted 90º
Precisión l/seg.	± 6.1 %
Tipo de registro de caudal	En continuo
Días de registro de caudal <sup>2</sup>	5
Frecuencia del registro	10 min.
Nº de registros caudal para muestreo	720
Días de muestreo	5
Tipo de muestreo	En continuo
Frecuencia del muestreo	15 min
Muestras 24 h analizadas	5

Diariamente el muestreo comenzaba en torno a las 12:10 horas, considerándose un día de trabajo a veinticuatro horas de recogidas de muestras ininterrumpidamente desde esta hora tal y como se indica en la siguiente tabla:

Planning de recogida de muestras					
Día	Día inicio	Día fin	H. inicio	H. fin	Días de semana
1	18/04/2018	19/04/2018	12:10 h.	12:10 h.	Miércoles-Jueves
2	19/04/2018	20/04/2018	12:10 h.	12:10 h.	Jueves-Viernes
3	20/04/2018	21/04/2018	12:10 h.	12:10 h.	Viernes-Sábado
4	21/04/2018	22/04/2018	12:10 h.	12:10 h.	Sábado-Domingo
5	22/04/2018	23/04/2018	12:10 h.	12:10 h.	Domingo-Lunes

<sup>2</sup> Se entiende por día de registro, al computo de caudales obtenidos durante 24 horas de registro, no teniendo por qué coincidir con un día concreto, ya que los aforos no se inician a las 0:00 horas.



Localización del punto de estudio en Escañuela (Jaén).



## DATOS TÉCNICOS

### 1.- Datos identificativos

Población: Escañuela (Jaén)  
 Denominación: Punto P.1 (único)  
 Coordenadas WGS84 409390 X 4192836 Y Zona: 30S UTM

### 2.- Caudales

m<sup>3</sup>/día: 238,1  
 l/seg max. 6,47 l/seg med. 2,76 l/seg min. 1,76  
 Relaciones: 1. Q.max/Q.med: 2,35 2. Q.min/Q.med: 0,64

### 3.- Características

Materia orgánica:	Medio	Nutrientes:	Medio
D.B.O.:	<u>445 mg/l O<sub>2</sub></u>	Nitrógeno total:	<u>64,0 mg/l N</u>
D.Q.O.:	<u>806 mg/l O<sub>2</sub></u>	Fósforo total:	<u>6,58 mg/l P</u>
S.S.:	<u>232 mg/l</u>		

### 4.- Carga equivalente

1771 habit. equiv. medios 2004 habit. equiv. máximos

## FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO



## DATOS TÉCNICOS CORREGIDOS

### 1.- Datos identificativos

Población: Escañuela (Jaén)  
 Denominación: Punto P.1 (único)  
 Coordenadas WGS84 409390 X 4192836 Y Zona: 30S UTM

### 2.- Caudales

m<sup>3</sup>/día: 238,1  
 l/seg max. 6,47 l/seg med. 2,76 l/seg min. 1,76  
 Relaciones: 1. Q.max/Q.med: 2,35 2. Q.min/Q.med: 0,64

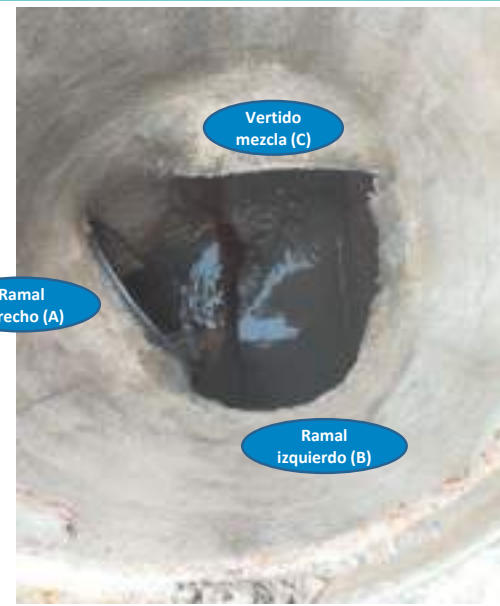
### 3.- Características

Materia orgánica:	Medio	Nutrientes:	Medio
D.B.O.:	<u>295 mg/l O<sub>2</sub></u>	Nitrógeno total:	<u>64,0 mg/l N</u>
D.Q.O.:	<u>534 mg/l O<sub>2</sub></u>	Fósforo total:	<u>6,58 mg/l P</u>
S.S.:	<u>160 mg/l</u>		

### 4.- Carga equivalente

1172 habit. equiv. medios 1327 habit. equiv. máximos

## FOTOGRAFÍAS DEL PUNTO





## 2.1 Muestreos - Metodología

Según la Norma ISO-5667-1 sobre el diseño de los programas de muestreo, estos deben de realizarse durante periodos en los cuales la calidad del agua puede variar.

En las A.R.U. este ciclo ocurre cada 24 horas, salvo que por la presencia de vertidos de otros factores estacionales (lluvia, migración de la población, etc) tenga una duración mayor. En estos casos, sería necesario la realización de campañas analíticas complementarias que estimasen las características de los vertidos contaminantes de origen desconocido.

El presente estudio está referido a la calidad del agua para el periodo estudiado, en el cual se ha considerado que los parámetros analizados son estables y las anomalías detectadas en la línea urbana se repiten al menos una vez a la semana y cada tres días en la línea industrial.

La recogida de muestras en los puntos principales Tipo A se ha realizado en continuo de forma automática, considerándose en cualquier caso una jornada de muestreo como la toma de muestras durante 24 horas.

La aplicación de técnicas de muestreo correctas es fundamental para la realización de cualquier trabajo analítico. El principio de que *“un análisis nunca puede ser mejor que la muestra que representa”* tiene para estos trabajos una “dramática” vigencia.

Para calcular el número de muestras mínimo que sería necesario tomar, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{2K\sigma}{\sqrt{n}}$$

donde:

**L** = Nivel de confianza elegido (10%) sobre la medida real.

**K** = Es un valor que depende del nivel de confianza exigido según la tabla, en nuestro caso el 95%.

Nivel de confianza %	99	98	95	90	80	68	50
K	2.58	2.33	1.96	1.64	1.28	1.00	0.67

$\sigma$  = Desviación típica de la medida del parámetro, pondremos que la DBO<sub>5</sub> es el parámetro más desfavorable con un 15% de variación.

**n** = nº de muestras a tomar.



El número mínimo de muestras a tomar sería de 5.

Esta cifra esta ampliamente superado por las 96 sub-muestras que se han tomado diariamente en los puntos significativos.

Con este tipo de muestreo, no han quedado cuantificadas las variaciones anormales que se produzcan en otras épocas del año, y para cuya caracterización sería necesario realizar campañas de muestreo adicionales.

### 2.1.1. Muestreos en continuo - 24 horas

Se instaló un muestreador automático que tenía una programación tal, que cada vez que transcurrían 15 minutos procedía, mediante una bomba peristáltica, a la toma de una submuestra. Las cuatro submuestras de la misma hora se almacenaron en un mismo frasco. Al finalizar la jornada, las 24 muestras independientes obtenidas se mezclaron entre sí ponderadamente al caudal, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea correspondiente al agua vertida durante veinticuatro horas que se enviaba al laboratorio para su análisis.

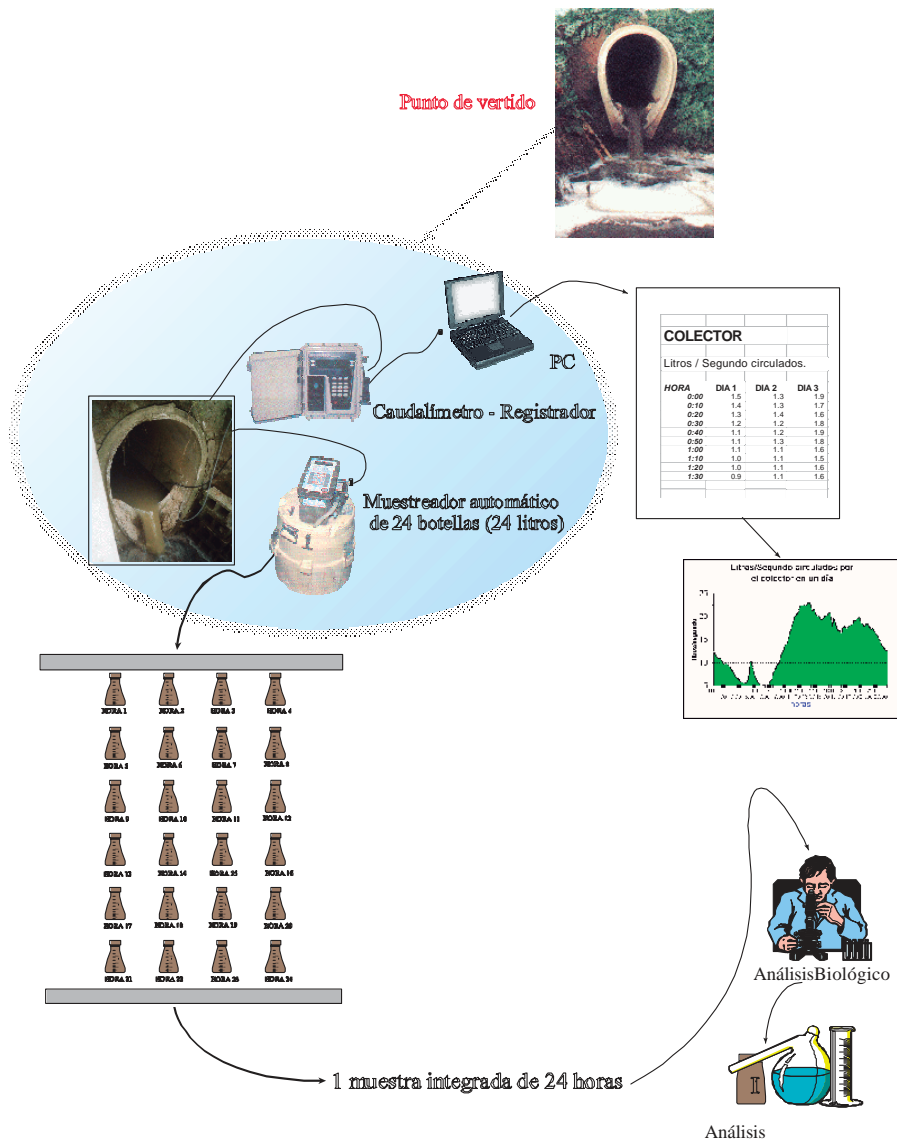
El tomamuestras tenía un dispositivo que almacenaba el agua refrigerada, preservándola de su degradación (4 °C aprox). Los parámetros analizados no se han visto afectados por este sistema de muestreo, ya que las técnicas analíticas permiten el almacenamiento en frío para todos los parámetros durante al menos 24-48 horas.

En las 24 muestras del tomamuestras se analizó in situ la conductividad y pH, y se observó si visualmente presentaban alguna anomalía.





## Esquema muestreo y analisis de muestra diarias



Muestreo y lectura de caudales registrados.

### 2.1.2. Muestras puntuales

No se realizó toma de muestras puntual.

Al terminar la jornada, las muestras eran transportadas en frío y oscuridad al laboratorio D.B.O<sub>5</sub> S.L. de Sevilla, donde inmediatamente después de la recepción, se procedía al análisis de D.B.O<sub>5</sub> y sólidos en suspensión. El tiempo máximo transcurrido desde la última toma hasta el inicio del análisis fue siempre inferior a lo establecido en la Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

### 2.2. Medidas de caudales

Dependiendo de la importancia del punto y de la dificultad de la instalación del medidor primario, los caudales pueden ser medidos empleando diferentes metodologías. Los principales métodos que existen para la medida de caudales son:

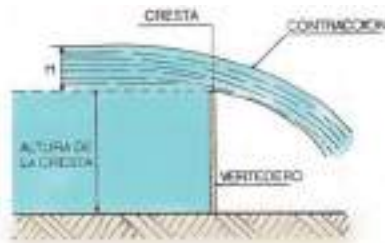
1. Descarga directa mediante vertedero.
2. Área - Velocidad.
3. Volumétrico - Gravimétrico
4. Concentraciones

El vertedero es, junto con el volumétrico, uno de los métodos más exactos para la medida de caudal siempre y cuando las condiciones para las que se determinaron, los coeficientes de descarga, se reproduzcan aproximadamente en los aforos.



El área-velocidad está sujeto a una mayor incertidumbre, por ser necesario que la sección mojada sobrepase varios cm la sonda de velocidad (no ocurre así durante la noche).

Por otra parte las sondas o molinetes empleados para la determinación de la velocidad, si bien son previamente calibrados en laboratorio, no puede asegurarse que en las condiciones específicas del colector en el que se encuentren instalados midan correctamente, ya que hay factores externos como; turbulencias, ruido de fondo, concentraciones de sólidos en suspensión, salinidad, etc... que distorsionan en medida y no pueden ser evaluados para su corrección. Otro inconveniente es que para determinar el caudal requiere además realizar la medida del nivel del agua de forma simultánea.



Elementos a considerar de un vertedero



Esquema de medida de caudal por el sistema de vertedero, la altura  $H$  es proporcional al caudal circulante, no siendo necesario medir otra variable.

El vertedero por contra requiere únicamente que esté correctamente construido e instalado, y que la medida del nivel de la lámina de agua sea correcta; esto es más fácil de determinar que la velocidad, pues mediante una simple regla puede ser validada la lectura.

En el punto estudiado los caudales fueron medidos empleando el método de descarga directa mediante un sistema de Vertedero 90°, a cuyo vertedero se le acopló un registrador de nivel por presión. Los aforos se realizaban en continuo, almacenándose la media del caudal circulante cada 10 minutos. Periódicamente, los niveles de lámina de agua eran medidos por el técnico de D.B.O5 S.L. y contrastados con las medidas elaboradas por el caudalímetro. De esta forma, se constató que los registros eran correctos, pues el procedimiento únicamente tiene en cuenta la altura de la lámina de agua.



Verificación del caudal instantáneo realizada mediante medida de la altura de la lámina de agua.

## 2.3 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

### 2.3.1 Lluvias

Se registraron precipitaciones a partir de la noche del domingo 22 y durante algunas horas de la madrugada del lunes 23 de abril 2018, descartándose los botes 4, 7, 8 y 9 del tomamuestras afectados y sustituyéndose por valores medios los registros de caudal afectados. El resto de la campaña fue realizado en tiempo seco.

### 2.3.2 Mermas de agua

Han quedado sin “contabilizar” las pérdidas de agua por roturas de colectores o captaciones de agua para riego no observadas, y algunos colectores de muy escasa entidad no medidos.

### 2.3.3 Vertidos

No se registraron vertidos durante la realización del presente estudio.

En la página siguiente se incluyen las observaciones visuales registradas sobre las muestras de integración.



### 2.3.4 Agua de dilución

A la finalización de los trabajos el 23 abril 2018, se observó que la carga contaminante medida era superior a la esperada, por lo que se realizó una nueva analítica y aforo del punto estudiado el día 25 de mayo 2018, en cada uno de los colectores que recoge el punto estudiado. El esquema de la situación de los mismos es el siguiente:



Analítica realizada:

Punto	DQO mg/L O <sub>2</sub>	Sól. Susp. mg/L	C.E. µS.	m <sup>3</sup> /día
Ramal derecho (A)	961	195	1621	93.3
Ramal izquierdo (B)	272	39	1136	105.4
Vertido mezcla (C)	636	134	1299	198.7

Se da la circunstancia que la incorporación del agua limpia en el ramal izquierdo no es detectable, dando una apariencia de que el agua está homogeneizada en el punto de unión de los dos ramales, cuando en realidad no lo está. Este efecto se ha tenido en cuenta en los datos obtenidos y se han ajustado, obteniéndose los factores de corrección 0.66 para D.B.O. y D.Q.O. y 0.69 para Sól. Susp. en base a los cocientes resultantes de los valores de D.Q.O. y Sól. Susp. del vertido y ramal derecho respectivamente.



## Escañuela (Jaén)

Vertidos y observaciones visuales

nº muestra	Punto P.1 (único)					
	Hora	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	4 <sup>o</sup> día	5 <sup>o</sup> día
1	21:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
2	22:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
3	23:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
4	0:00	No hay	No hay	No hay	No hay	Lluvia
5	1:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
6	2:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
7	3:00	No hay	No hay	No hay	No hay	Lluvia
8	4:00	No hay	No hay	No hay	No hay	Lluvia
9	5:00	No hay	No hay	No hay	No hay	Lluvia
10	6:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
11	7:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
12	8:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
13	9:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
14	10:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
15	11:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
16	12:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
17	13:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
18	14:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
19	15:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
20	16:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
21	17:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
22	18:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
23	19:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
24	20:00	No hay	No hay	No hay	No hay	No hay



### 3. Caudales



### 3. Caudales

#### 3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña, arrojaron los siguientes valores más representativos:

Caudales medios más representativos	
l/seg. máximos	4.79
l/seg. medios	2.91
l/seg. mínimos	1.80
Total m <sup>3</sup> /día	251.5
m <sup>3</sup> /h. medios	9.9
m <sup>3</sup> /h. mínimos	6.6
m <sup>3</sup> /h. máximos	18.4

En las páginas siguientes se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados.



## Escañuela (Jaén)

### Punto P.1 (único)

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Mié-Jue	Jue-Vie	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Valores medios totales	
<i>Día inicio</i>	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018		
<i>HORA/fin</i>	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018	Media	Máximo
12:10	2,76	2,67	2,63	3,66	4,63	3,27	4,63
12:20	3,03	2,76	2,81	3,50	4,18	3,26	4,18
12:30	3,27	2,91	2,83	3,48	4,44	3,39	4,44
12:40	3,52	2,77	2,85	3,35	4,19	3,34	4,19
12:50	3,72	2,81	2,80	3,48	4,26	3,41	4,26
13:00	3,30	2,82	2,49	3,46	3,93	3,20	3,93
13:10	3,27	2,94	2,38	3,77	3,66	3,20	3,77
13:20	3,23	2,88	2,52	3,55	3,65	3,17	3,65
13:30	3,34	2,72	2,67	3,21	3,64	3,12	3,64
13:40	3,26	2,78	2,57	3,26	3,78	3,13	3,78
13:50	3,00	3,10	2,48	3,32	3,35	3,05	3,35
14:00	2,96	3,08	2,32	3,12	3,37	2,97	3,37
14:10	2,95	2,70	2,44	3,00	3,16	2,85	3,16
14:20	2,91	2,75	2,35	3,08	3,16	2,85	3,16
14:30	2,90	2,89	2,68	3,32	3,11	2,98	3,32
14:40	2,81	3,04	2,65	3,45	3,13	3,02	3,45
14:50	3,09	3,15	2,35	3,71	3,17	3,10	3,17
15:00	3,19	3,00	2,76	3,29	3,10	3,07	3,29
15:10	3,31	3,26	3,11	3,14	3,38	3,24	3,38
15:20	3,30	3,23	2,65	3,23	3,71	3,23	3,71
15:30	3,19	3,10	2,70	3,50	3,49	3,19	3,50
15:40	3,13	3,08	2,75	3,27	3,25	3,10	3,27
15:50	3,04	2,84	2,77	3,39	3,21	3,05	3,39
16:00	3,21	2,67	3,02	3,52	3,41	3,17	3,52
16:10	3,19	2,65	2,56	3,60	3,33	3,07	3,60
16:20	3,00	2,64	2,45	3,60	3,66	3,07	3,66
16:30	2,94	2,86	2,56	3,72	3,31	3,08	3,72
16:40	3,14	2,44	2,78	4,26	3,28	3,18	4,26
16:50	3,16	2,30	2,40	3,65	2,84	2,87	3,65
17:00	3,01	2,44	2,48	3,34	2,97	2,85	3,34
17:10	2,66	2,36	2,67	3,05	3,39	2,83	3,39
17:20	2,65	2,60	2,40	2,74	3,16	2,71	3,16
17:30	2,74	2,54	2,69	2,80	3,02	2,76	3,02
17:40	2,83	2,33	2,55	3,00	3,25	2,79	3,25
17:50	2,81	2,25	2,75	3,55	2,97	2,87	3,55
18:00	2,70	2,58	2,68	3,21	2,87	2,81	3,21
18:10	2,59	2,29	2,61	2,85	3,39	2,75	3,39
18:20	2,69	2,24	2,74	2,67	3,01	2,67	3,01
18:30	2,75	2,37	3,19	2,68	2,75	2,75	3,19
18:40	2,85	2,39	3,41	2,53	2,93	2,82	3,41
18:50	2,95	2,50	3,63	3,24	3,07	3,08	3,63
19:00	3,14	2,52	3,68	4,54	3,03	3,38	4,54
19:10	3,43	2,59	3,49	3,68	3,24	3,29	3,68
19:20	3,50	2,68	3,64	2,96	2,99	3,16	3,64
19:30	3,25	2,36	3,49	2,59	2,87	2,91	3,49
19:40	3,00	2,38	3,44	2,76	2,88	2,89	3,44
19:50	2,81	2,48	3,21	3,10	3,40	3,00	3,40
20:00	2,82	2,31	3,21	2,84	2,74	2,78	3,21
20:10	2,91	2,35	3,25	3,06	2,77	2,87	3,25
20:20	2,88	2,69	3,22	3,09	3,00	2,98	3,22
20:30	3,01	2,54	3,77	3,22	3,09	3,13	3,77
20:40	3,06	3,01	4,37	3,37	2,94	3,35	4,37
20:50	3,15	3,63	5,87	3,30	3,04	3,80	5,87
21:00	3,69	3,27	6,05	3,67	3,46	4,03	6,05
21:10	3,77	3,50	6,16	4,01	3,56	4,20	6,16
21:20	4,36	3,24	6,47	3,98	3,80	4,37	6,47
21:30	3,98	3,57	4,51	3,47	3,32	3,77	4,51



## Escañuela (Jaén)

### Punto P.1 (único)

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Mié-Jue	Jue-Vie	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Valores medios totales	
<i>Día inicio</i>	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018		
<i>HORA/fin</i>	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018	Media	Máximo
21:40	3,88	3,89	3,40	3,32	3,23	3,54	3,89
21:50	3,51	3,97	4,10	3,10	3,51	3,64	4,10
22:00	3,45	3,54	3,75	3,33	3,43	3,50	3,75
22:10	3,48	3,44	3,50	3,42	3,49	3,47	3,50
22:20	3,29	3,51	3,19	2,94	3,34	3,25	3,51
22:30	3,17	3,55	3,32	2,86	2,96	3,17	3,55
22:40	3,02	3,60	3,09	2,83	2,91	3,09	3,60
22:50	3,00	3,47	3,28	2,78	2,82	3,07	3,47
23:00	3,15	3,75	3,03	2,61	<b>3,13</b>	3,13	3,75
23:10	3,06	3,06	3,00	2,45	<b>2,89</b>	2,89	3,06
23:20	2,83	3,42	3,17	2,43	<b>2,96</b>	2,96	3,42
23:30	2,69	2,73	3,08	2,52	<b>2,75</b>	2,75	3,08
23:40	2,68	2,59	2,84	2,58	<b>2,67</b>	2,67	2,84
23:50	2,74	2,45	2,71	2,80	<b>2,67</b>	2,67	2,80
0:00	2,58	2,46	2,49	2,74	2,84	2,62	2,84
0:10	2,55	2,44	2,35	2,43	2,73	2,50	2,73
0:20	2,49	2,19	2,20	2,34	2,43	2,33	2,49
0:30	2,33	2,14	2,18	2,31	2,33	2,26	2,33
0:40	2,28	2,53	2,31	2,31	2,67	2,42	2,67
0:50	2,22	2,05	2,12	2,15	2,35	2,18	2,35
1:00	2,26	2,02	2,03	2,26	2,16	2,15	2,26
1:10	2,16	2,06	2,32	2,26	2,03	2,17	2,32
1:20	2,11	2,01	1,98	2,34	1,97	2,08	2,34
1:30	2,06	2,01	2,16	2,12	1,87	2,04	2,16
1:40	2,05	1,97	2,05	2,02	1,82	1,98	2,05
1:50	1,99	1,90	2,08	1,93	1,81	1,94	2,08
2:00	1,97	2,01	2,14	2,04	1,85	2,00	2,14
2:10	1,90	1,88	1,98	2,24	<b>2,00</b>	2,00	2,24
2:20	1,99	1,87	2,17	1,88	<b>1,98</b>	1,98	2,17
2:30	1,91	1,83	1,87	2,04	<b>1,91</b>	1,91	2,04
2:40	1,92	1,85	2,07	1,96	<b>1,95</b>	1,95	2,07
2:50	1,86	1,83	1,81	2,00	<b>1,87</b>	1,87	2,00
3:00	2,01	1,79	1,77	2,06	2,90	2,11	2,90
3:10	1,98	1,78	1,73	1,84	2,62	1,99	2,62
3:20	1,96	1,80	1,78	1,81	2,69	2,01	2,69
3:30	1,94	2,05	1,77	1,86	2,47	2,02	2,47
3:40	1,92	1,80	1,73	1,83	<b>1,82</b>	1,82	1,92
3:50	1,92	1,80	1,94	1,78	<b>1,86</b>	1,86	1,94
4:00	1,77	1,77	1,80	1,87	<b>1,80</b>	1,80	1,87
4:10	1,78	1,76	1,77	1,99	<b>1,83</b>	1,83	1,99
4:20	1,88	1,75	1,74	2,09	<b>1,87</b>	1,87	2,09
4:30	2,06	1,75	1,77	1,91	2,74	2,05	2,74
4:40	2,16	1,76	1,73	1,91	2,37	1,98	2,37
4:50	2,08	1,99	1,74	1,92	2,24	2,00	2,24
5:00	1,92	1,82	1,75	1,93	2,46	1,97	2,46
5:10	1,88	1,79	1,77	1,94	2,09	1,89	2,09
5:20	1,98	1,78	2,03	1,83	2,11	1,95	2,11
5:30	2,03	1,88	1,76	1,85	1,94	1,89	2,03
5:40	2,00	1,88	1,74	1,82	2,17	1,92	2,17
5:50	1,91	1,86	1,70	1,81	1,91	1,84	1,91
6:00	1,89	1,84	1,73	2,06	1,88	1,88	2,06
6:10	1,89	1,84	1,77	1,81	1,82	1,83	1,89
6:20	1,90	2,00	1,72	1,78	1,85	1,85	2,00
6:30	1,86	1,87	1,76	1,83	1,86	1,84	1,87
6:40	1,85	1,90	1,79	1,80	1,84	1,83	1,90
6:50	1,84	1,99	2,00	1,87	1,94	1,93	2,00
7:00	1,96	2,05	1,76	1,87	2,55	2,04	2,55



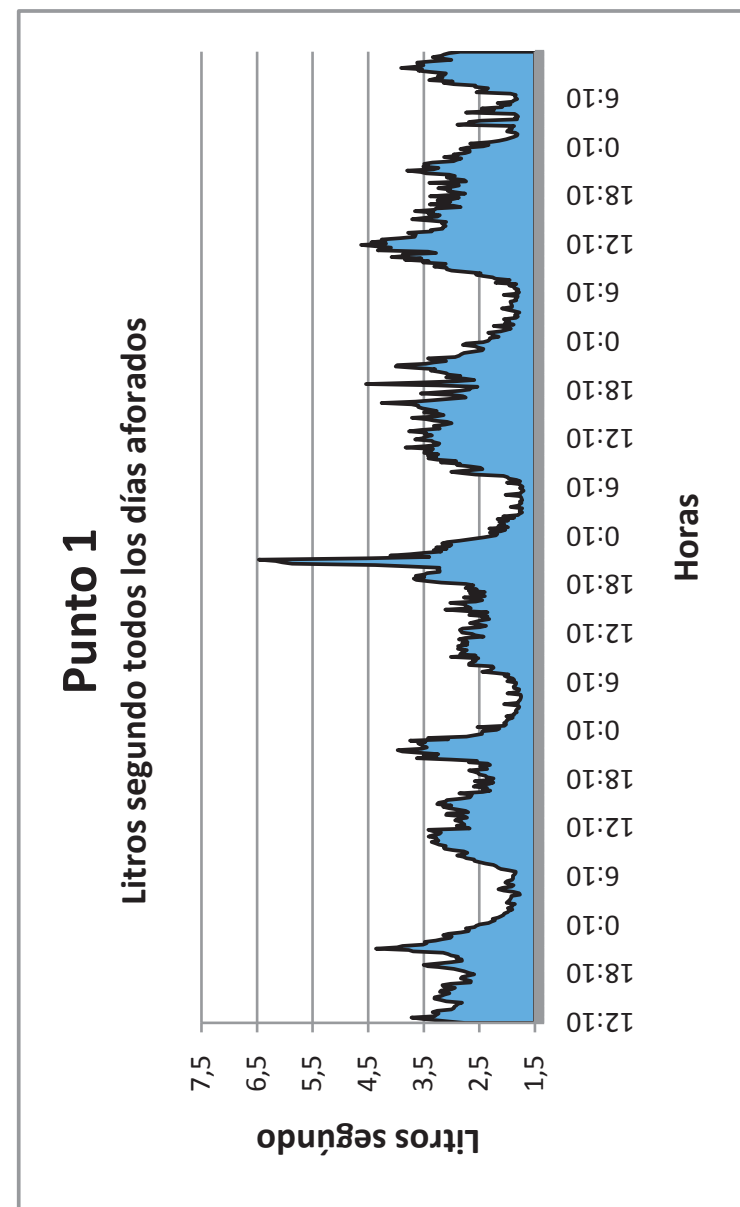
## Escañuela (Jaén)

### Punto P.1 (único)

Litros / segundo circulados.

Día de semana	Mié-Jue	Jue-Vie	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Valores medios totales	
Día inicio	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	Media	Máximo
HORA/fin	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018		
7:10	2,11	1,97	1,83	1,96	2,45	2,06	2,45
7:20	2,16	2,19	1,97	1,83	2,37	2,11	2,37
7:30	2,20	2,45	1,99	2,21	2,34	2,24	2,45
7:40	2,25	2,30	2,06	2,14	2,58	2,26	2,58
7:50	2,39	2,28	2,57	1,95	2,57	2,35	2,57
8:00	2,49	2,24	2,80	2,21	2,96	2,54	2,96
8:10	2,59	2,26	3,01	2,26	3,14	2,65	3,14
8:20	2,59	2,69	2,73	2,44	2,98	2,68	2,98
8:30	2,73	2,68	2,44	2,56	3,40	2,76	3,40
8:40	2,78	2,63	2,48	2,48	3,30	2,74	3,30
8:50	2,90	2,57	2,66	2,74	3,16	2,80	3,16
9:00	2,77	2,62	2,90	3,00	3,25	2,91	3,25
9:10	2,72	2,52	2,85	3,09	3,12	2,86	3,12
9:20	2,78	3,01	3,19	3,09	3,10	3,03	3,19
9:30	2,98	2,57	2,92	3,31	3,37	3,03	3,37
9:40	3,13	2,84	3,26	3,15	3,60	3,19	3,60
9:50	3,14	2,82	3,42	3,10	3,53	3,20	3,53
10:00	3,10	2,77	3,27	3,51	3,91	3,31	3,91
10:10	3,22	2,72	3,43	3,41	3,62	3,28	3,62
10:20	3,29	2,89	3,24	3,84	3,51	3,35	3,84
10:30	3,36	2,84	3,49	3,54	3,61	3,37	3,61
10:40	3,24	2,88	3,49	4,08	3,62	3,46	4,08
10:50	3,27	2,72	3,36	3,78	3,34	3,29	3,78
11:00	3,27	2,81	3,33	3,88	3,00	3,26	3,88
11:10	3,41	2,71	3,83	3,28	3,17	3,28	3,83
11:20	3,33	2,75	3,47	3,42	3,34	3,26	3,47
11:30	3,22	2,87	3,24	4,33	3,19	3,37	4,33
11:40	3,19	2,75	3,22	4,13	3,13	3,28	4,13
11:50	3,33	2,42	3,32	4,09	3,04	3,24	4,09
12:00	3,42	2,57	3,36	4,35	2,84	3,31	4,35
<b>Máximo</b>	4,36	3,97	6,47	4,54	4,63	4,79	6,47
<b>Media</b>	2,75	2,54	2,75	2,84	2,91	2,76	2,91
<b>Mínimo</b>	1,77	1,75	1,70	1,78	1,80	1,76	1,80
<b>m3/día</b>	237,3	219,3	237,2	245,2	251,5	238,1	251,5

Valores afectados por lluvias sustituidos por valores medios.



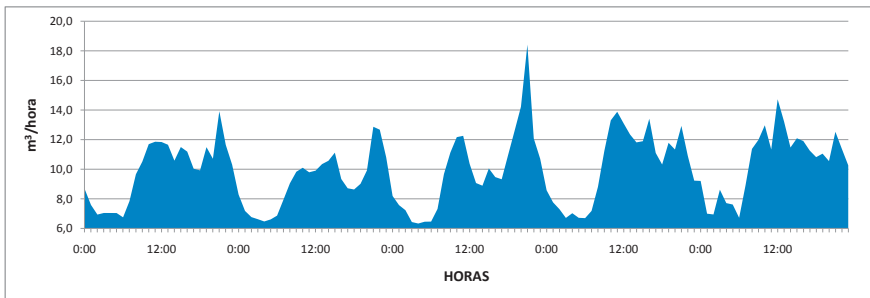


## Escañuela (Jaén)

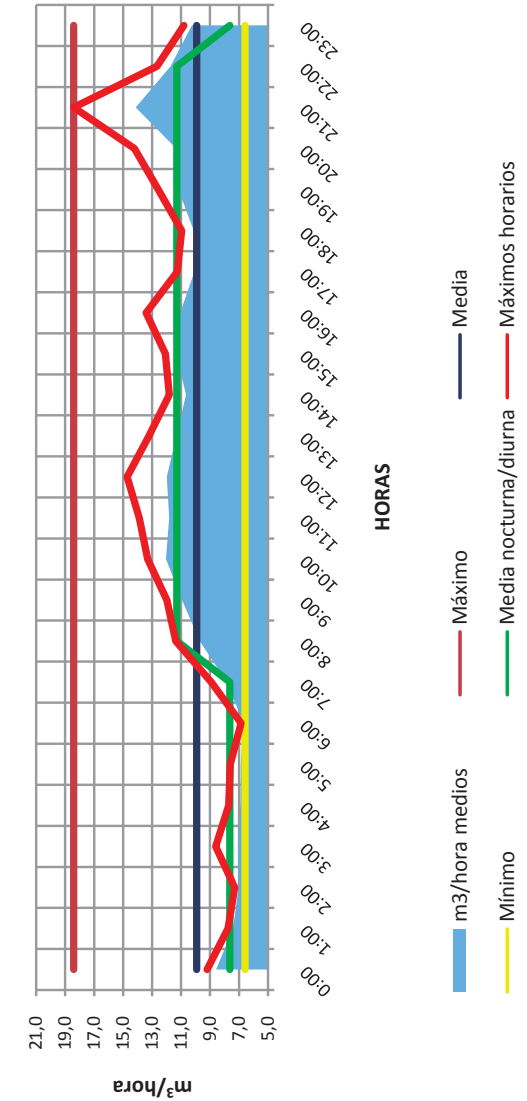
### Punto P.1 (único)

m<sup>3</sup>/hora circulados en los diferentes días de muestreo

HORA	Días de muestreo					Media	Máximo
	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018		
	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018		
0:00	8,7	8,3	8,2	8,6	9,2	8,6	9,2
1:00	7,6	7,2	7,6	7,8	7,0	7,4	7,8
2:00	6,9	6,8	7,2	7,3	6,9	7,0	7,3
3:00	7,0	6,6	6,4	6,7	8,6	7,1	8,6
4:00	7,0	6,5	6,3	7,0	7,7	6,9	7,7
5:00	7,0	6,6	6,4	6,7	7,6	6,9	7,6
6:00	6,7	6,9	6,5	6,7	6,7	6,7	6,9
7:00	7,8	7,9	7,3	7,2	8,9	7,8	8,9
8:00	9,7	9,0	9,7	8,8	11,4	9,7	11,4
9:00	10,5	9,8	11,1	11,2	12,0	10,9	12,0
10:00	11,7	10,1	12,2	13,3	13,0	12,0	13,3
11:00	11,9	9,8	12,3	13,9	11,3	11,8	13,9
12:00	11,8	9,9	10,4	13,1	14,7	12,0	14,7
13:00	11,6	10,3	9,1	12,3	13,2	11,3	13,2
14:00	10,6	10,6	8,9	11,8	11,5	10,7	11,8
15:00	11,5	11,1	10,0	11,9	12,1	11,3	12,1
16:00	11,2	9,3	9,5	13,4	11,9	11,1	13,4
17:00	10,0	8,7	9,3	11,1	11,3	10,1	11,3
18:00	9,9	8,6	11,0	10,3	10,8	10,1	11,0
19:00	11,5	9,0	12,6	11,8	11,0	11,2	12,6
20:00	10,7	9,9	14,2	11,3	10,5	11,3	14,2
21:00	13,9	12,9	18,4	12,9	12,5	14,1	18,4
22:00	11,6	12,7	12,1	10,9	11,4	11,7	12,7
23:00	10,3	10,8	10,7	9,2	10,3	10,3	10,8
<b>TOTAL m3</b>	<b>237,3</b>	<b>219,3</b>	<b>237,2</b>	<b>245,2</b>	<b>251,5</b>	<b>238,1</b>	<b>251,5</b>
<b>MEDIA</b>	9,9	9,1	9,9	10,2	10,5	9,9	10,5
<b>MINIMO</b>	6,7	6,5	6,3	6,7	6,7	6,6	6,7
<b>MAXIMA</b>	13,9	12,9	18,4	13,9	14,7	14,8	18,4



### Evolución del caudal Punto 1





#### 4. Características



#### 4. Características

Las características de las aguas residuales de la población objeto de estudio se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	P.1 único	Corregido
D.B.O. mg/L O <sub>2</sub>	445	295
D.Q.O. mg/L O <sub>2</sub>	806	534
Sólidos en suspensión mg/L	232	160
Conductividad eléct. $\mu\text{S.cm}^{-1}$ a 20°C	1414	1414
m <sup>3</sup> /día	238.1	238.1
Habitantes equivalentes	1771	1172





## Escañuela (Jaén)

### Punto P.1 (único)

#### Resultados analíticos muestra integrada 24 horas.

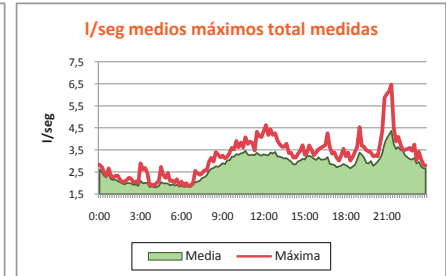
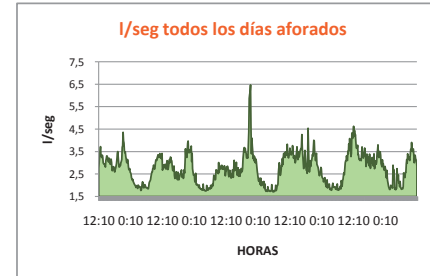
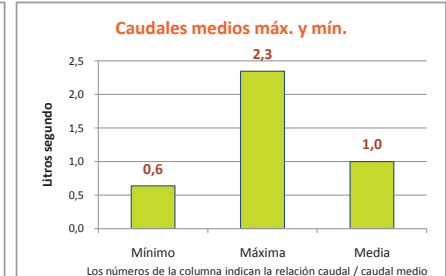
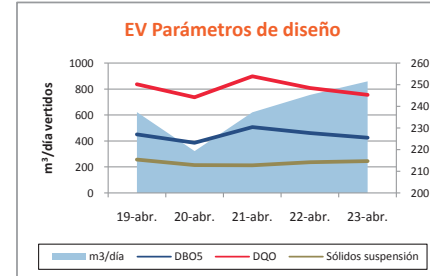
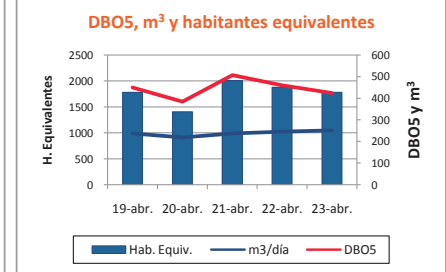
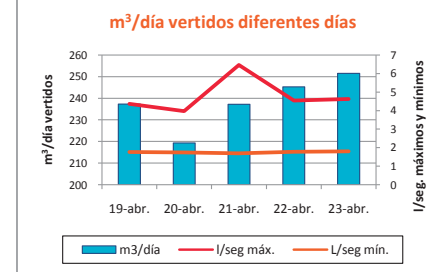
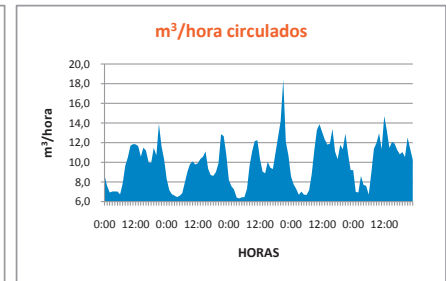
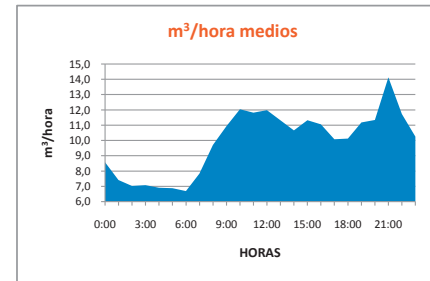
Día de inicio	Mié-Jue	Jue-Vie	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Media	Máxima	% Variación
Día de inicio	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018			
Día Finalización	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018			
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días mg/L O <sub>2</sub>	450	385	507	460	425	445	507	10,1%
Demanda Biológica de Oxígeno Soluble mg/L O <sub>2</sub>	232	209	214	225	214	219	232	4,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Decantable mg/L O <sub>2</sub>	106	86	130	146	87	111	146	23,9%
Demanda Biológica de Oxígeno Coloidal mg/L O <sub>2</sub>	112	90	163	89	124	116	163	26,3%
Demanda Química de Oxígeno al dicromato mg/L O <sub>2</sub>	836	736	897	808	754	806	897	8,0%
Demanda Química de Oxígeno Soluble mg/L O <sub>2</sub>	347	347	369	415	361	368	415	7,6%
Demanda Química de Oxígeno Decantable mg/L O <sub>2</sub>	242	117	293	214	210	215	293	29,8%
Demanda Química de Oxígeno Coloidal mg/L O <sub>2</sub>	247	272	235	179	183	223	272	18,3%
Sólidos en suspensión totales mg/L	256	214	212	236	244	232	256	8,2%
Sólidos en suspensión totales volátiles mg/L	214	180	180	200	200	195	214	7,5%
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas mg/L	97,2	80,0	71,6	8,1	59,7	63,3	97,2	53,3%
Alcalinidad mg CaCO <sub>3</sub> /L	438,6	413,7	418,7	487,6	427,9	437,3	487,6	6,8%
Bacterias coliformes UFC/ml	5,0E+07	1,6E+06	4,3E+07	1,3E+07	1,4E+07	2,4E+07	5,0E+07	85,9%
Estreptococos fecales UFC/ml	1,2E+08	3,8E+07	2,8E+07	6,6E+07	7,6E+07	6,6E+07	1,2E+08	55,2%
Amonio mg/L N	47,65	49,12	58,22	62,65	51,69	53,87	62,65	11,8%
Nitrosos mg/L N	0,20	0,14	0,13	0,19	0,20	0,17	0,20	0,0%
Nitritos mg/L N	0,015	0,012	0,014	0,017	0,014	0,015	0,017	12,2%
Nitrógeno Orgánico mg/L N	21,2	8,3	4,8	10,6	5,0	9,99	21,23	67,4%
Nitrógeno Total mg/L N	69,1	57,5	63,2	73,5	56,9	64,0	73,5	11,3%
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/L N	68,9	57,4	63,1	73,2	56,7	63,9	73,2	11,3%
Fósforo Total mg/L P	6,90	6,26	6,42	7,18	6,14	6,58	7,18	6,7%
pH (unidades de pH)	8,19	8,18	8,22	8,28	8,19	8,21	8,28	0,5%
Conductividad eléctrica a 20 °C µS.cm-1	1455	1362	1448	1450	1356	1414	1455	3,6%
<b>Relaciones</b>								
D.B.O. / D.Q.O.	53,8%	52,3%	56,5%	56,9%	56,4%	55,2%	56,9%	3,7%
D.B.O. Soluble / D.B.O. Total	51,6%	54,3%	42,2%	48,9%	50,4%	49,5%	54,3%	9,1%
D.B.O. Decantable / D.B.O. Total	23,6%	22,3%	25,6%	31,7%	20,5%	24,7%	31,7%	17,5%
D.B.O. Coloidal / D.B.O. Total	24,9%	23,4%	32,1%	19,3%	29,2%	25,8%	32,1%	19,4%
D.Q.O. Soluble / D.Q.O. Total	41,5%	47,1%	41,1%	51,4%	47,9%	45,8%	51,4%	9,6%
D.Q.O. Decantable / D.Q.O. Total	28,9%	15,9%	32,7%	26,5%	27,9%	26,4%	32,7%	23,8%
D.Q.O. Coloidal / D.Q.O. Total	29,5%	37,0%	26,2%	22,2%	24,3%	27,8%	37,0%	20,8%
Nitrógeno Total / D.B.O.	15,4%	14,9%	12,5%	16,0%	13,4%	14,4%	16,0%	10,1%
Fósforo Total / Nitrógeno Total	10,0%	10,9%	10,2%	9,8%	10,8%	10,3%	10,9%	4,8%
Amonio / Nitrógeno Total	69,0%	85,4%	92,1%	85,3%	90,8%	84,5%	92,1%	10,9%
<b>Caudales</b>								
m <sup>3</sup> /día	237,3	219,3	237,2	245,2	251,5	238,1	251,5	5,1%
m <sup>3</sup> /hora media	9,9	9,1	9,9	10,2	10,5	9,9	10,5	5,1%
m <sup>3</sup> /hora máxima	13,9	12,9	18,4	13,9	14,7	14,8	18,4	14,6%
m <sup>3</sup> /hora mínima	6,7	6,5	6,3	6,7	6,7	6,6	6,7	2,8%
Litros/segundo medios	2,75	2,54	2,75	2,84	2,91	2,76	2,91	5,1%
Litros/segundo máximos	4,36	3,97	6,47	4,54	4,63	4,79	6,47	20,2%
Litros/segundo mínimos	1,77	1,75	1,70	1,78	1,80	1,76	1,80	2,1%
Q. max / Q. med (L/seg)	1,59	1,56	2,36	1,60	1,59	1,74	2,36	19,8%
Q. min / Q. med (m <sup>3</sup> /h)	0,64	0,69	0,62	0,63	0,62	0,64	0,69	4,5%
Kg/día Sólidos en suspensión	61	47	50	58	61	55	61	11,7%
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	107	84	120	113	107	106	120	12,6%
Kg/día Fósforo total	1,6	1,4	1,5	1,8	1,5	1,6	1,8	9,2%
Kg/día Nitrógeno Total	16	13	15	18	14	15	18	13,4%
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x día)	1.780	1.407	2.004	1.880	1.782	1.771	2.004	12,6%

(1) Tomadas en continuo 24 horas, mezcladas proporcionalmente al caudal circulante (Cada muestra está formada por 96 submuestras)



## Gráficos resumen colector

### Punto P.1 (único)

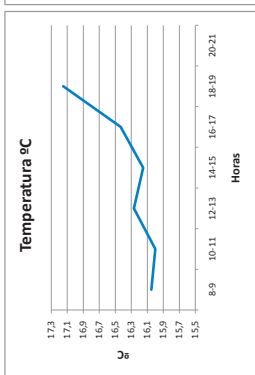
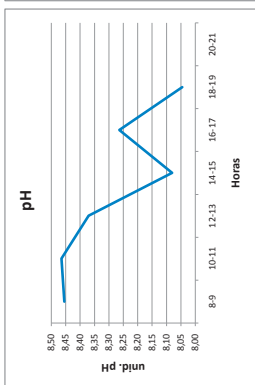
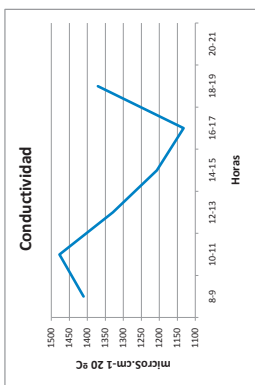




### Escañuela (Jaén)

### Medidas in situ

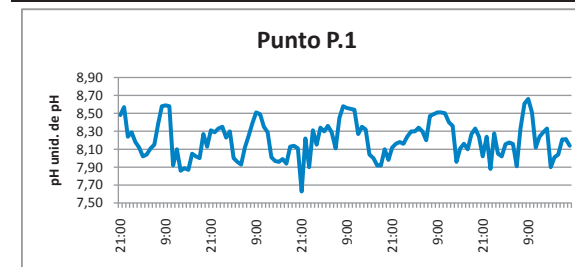
RANGO HORARIO	Temperaturas de agua °C					pH (unidades de pH)					Conductividad eléct. 20 °C						
	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	4 <sup>o</sup> día	5 <sup>o</sup> día	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	4 <sup>o</sup> día	5 <sup>o</sup> día	Media	1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	4 <sup>o</sup> día	5 <sup>o</sup> día	Media
8-9	16,1	15,7	16,4	16,1	16,1	8,03	8,11	8,17	7,98	8,05	8,51	8,46	15,30	15,19	14,36	14,11	14,11
10-11	16,1	15,9	16,1	16,0	16,0	8,40	8,62	8,40	8,31	8,31	8,47	8,47	15,19	15,19	14,36	14,11	14,11
12-13	16,1	16,1	16,2	16,5	16,3	8,75	8,75	7,97	8,39	8,39	8,37	8,37	15,23	15,23	14,36	14,11	14,11
14-15	15,6	15,6	16,7	16,2	16,2	8,41	8,05	8,11	8,11	8,08	8,08	8,08	12,51	12,51	11,62	11,32	11,32
16-17	15,6	15,8	17,9	16,4	16,4	8,41	8,11	8,17	7,98	8,21	8,26	8,26	12,40	12,40	10,26	10,26	10,26
18-19	16,6	17,9	16,4	17,2	17,2	8,03	8,11	8,11	7,98	8,05	8,05	8,05	11,27	11,27	10,26	10,26	10,26
20-21	16,1	16,5	15,9	16,4	16,4	8,40	8,26	8,18	8,13	8,37	8,27	8,27	13,00	12,99	12,23	12,04	12,58
Media	16,6	17,9	16,2	16,7	17,1	8,75	8,62	8,40	8,31	8,51	8,52	8,52	15,23	15,19	15,30	15,14	13,52
Máximo	16,8	17,9	16,2	16,7	17,1	8,75	8,62	8,40	8,31	8,51	8,52	8,52	15,23	15,19	15,30	15,14	13,52
Mínimo	15,8	15,6	15,7	16,1	15,9	8,03	8,05	7,97	7,98	8,21	8,05	8,05	11,27	11,27	10,26	10,26	11,17
21 de abril de 2018, 9:47 h																	
Temperatura ambiente °C																	
16,7 °C																	



## Escañuela (Jaén)

Variación horaria del pH del agua en unid. de pH

nº muestra	Hora	Punto P.1 (único)				
		1 <sup>er</sup> día	2 <sup>o</sup> día	3 <sup>er</sup> día	4 <sup>o</sup> día	5 <sup>o</sup> día
1	21:00	8,48	8,31	7,63	8,12	8,02
2	22:00	8,57	8,29	8,22	8,16	8,24
3	23:00	8,24	8,33	7,90	8,18	7,88
4	0:00	8,29	8,35	8,31	8,16	8,28
5	1:00	8,18	8,23	8,15	8,24	8,05
6	2:00	8,12	8,30	8,34	8,30	8,02
7	3:00	8,02	8,00	8,30	8,30	8,16
8	4:00	8,04	7,96	8,36	8,34	8,18
9	5:00	8,11	7,93	8,29	8,30	8,16
10	6:00	8,15	8,12	8,11	8,20	7,91
11	7:00	8,38	8,25	8,45	8,47	8,33
12	8:00	8,58	8,39	8,58	8,49	8,61
13	9:00	8,59	8,51	8,56	8,51	8,66
14	10:00	8,58	8,49	8,55	8,51	8,51
15	11:00	7,92	8,35	8,54	8,50	8,12
16	12:00	8,10	8,29	8,27	8,40	8,24
17	13:00	7,86	8,01	8,35	8,36	8,29
18	14:00	7,89	7,97	8,32	7,96	8,33
19	15:00	7,87	7,96	8,04	8,11	7,90
20	16:00	8,05	7,99	8,00	8,16	8,01
21	17:00	8,02	7,94	7,92	8,10	8,04
22	18:00	8,00	8,13	7,92	8,27	8,21
23	19:00	8,27	8,14	8,10	8,33	8,21
24	20:00	8,13	8,11	7,98	8,24	8,14
Media diaria		8,19	8,18	8,22	8,28	8,19
Máxima		8,59	8,51	8,58	8,51	8,66
Mínima		7,86	7,93	7,63	7,96	7,88
Media Colector		8,21				



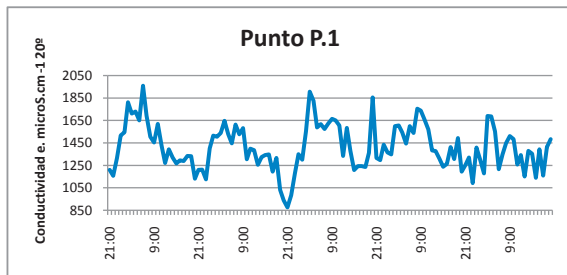
Valores medios afectados por lluvias sustituidos por valores medios.



## Escañuela (Jaén)

Variación horaria de la Conductividad eléctrica del agua microS. cm-1 20° C

nº muestra	Punto P.1 (único)					
	Hora	1 <sup>er</sup> día	2º día	3 <sup>er</sup> día	4º día	5º día
1	21:00	1210	1211	876	1316	1253
2	22:00	1157	1212	984	1296	1320
3	23:00	1315	1126	1180	1435	1092
4	0:00	1516	1401	1349	1365	1408
5	1:00	1545	1515	1301	1348	1298
6	2:00	1811	1504	1555	1599	1178
7	3:00	1711	1539	1906	1606	1691
8	4:00	1728	1646	1825	1542	1685
9	5:00	1650	1526	1587	1445	1552
10	6:00	1959	1447	1616	1600	1217
11	7:00	1691	1613	1574	1538	1347
12	8:00	1504	1527	1622	1755	1448
13	9:00	1453	1582	1664	1736	1511
14	10:00	1619	1304	1650	1657	1484
15	11:00	1427	1399	1606	1569	1257
16	12:00	1271	1386	1334	1384	1341
17	13:00	1393	1255	1584	1378	1151
18	14:00	1320	1324	1380	1311	1380
19	15:00	1268	1341	1208	1238	1353
20	16:00	1295	1348	1243	1263	1140
21	17:00	1289	1195	1244	1413	1393
22	18:00	1334	1316	1236	1306	1159
23	19:00	1332	1031	1362	1493	1412
24	20:00	1132	940	1855	1195	1483
<b>Media diaria</b>		<b>1455</b>	<b>1362</b>	<b>1448</b>	<b>1450</b>	<b>1356</b>
<b>Máxima</b>		<b>1959</b>	<b>1646</b>	<b>1906</b>	<b>1755</b>	<b>1691</b>
<b>Mínima</b>		<b>1132</b>	<b>940</b>	<b>876</b>	<b>1195</b>	<b>1092</b>
<b>Media Colector</b>		<b>1414</b>				



Valores medios afectados por lluvias sustituidos por valores medios.



## Escañuela (Jaén)

Punto P.1 (único)

Resultados analíticos muestra integrada 24 horas corregidos (\*)

Día de inicio	Mié-Jue	Jue-Vie	Vie-Sáb	Sáb-Dom	Dom-Lun	Media	Máxima	% Variación
	18/04/2018	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018			
Día Finalización	19/04/2018	20/04/2018	21/04/2018	22/04/2018	23/04/2018			
Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días mg/L O2 (*)	298	255	336	304	281	295	336	10,1%
Demanda Biológica de Oxígeno Soluble mg/L O2 (*)	154	138	142	149	142	145	154	4,3%
Demanda Biológica de Oxígeno Decantable mg/L O2 (*)	70	57	86	97	58	73	97	23,9%
Demanda Biológica de Oxígeno Coloidal mg/L O2 (*)	74	60	108	59	82	77	108	26,3%
Demanda Química de Oxígeno al dicromato mg/L O2 (*)	553	487	594	535	499	534	594	8,0%
Demanda Química de Oxígeno Soluble mg/L O2 (*)	230	230	244	275	239	243	275	7,6%
Demanda Química de Oxígeno Decantable mg/L O2 (*)	160	77	194	142	139	142	194	29,8%
Demanda Química de Oxígeno Coloidal mg/L O2 (*)	163	180	156	118	121	148	180	18,3%
Sólidos en suspensión totales mg/L (*)	176	147	146	162	168	160	176	8,2%
Sólidos en suspensión totales volátiles mg/L (*)	147	124	124	137	137	134	147	7,5%
Aceites y grasas disueltas o emulsionadas mg/L	97,2	80,0	71,6	8,1	59,7	63,3	97,2	53,3%
Alcalinidad mg CaCO3/L	438,6	413,7	418,7	487,6	427,9	437,3	487,6	6,8%
Bacterias coliformes UFC/ml	5,0E+07	1,6E+06	4,3E+07	1,3E+07	1,4E+07	2,4E+07	5,0E+07	85,9%
Streptococos fecales UFC/ml	1,2E+08	3,8E+07	2,8E+07	6,6E+07	7,6E+07	6,6E+07	1,2E+08	55,2%
Amonio mg/L N	47,65	49,12	58,22	62,65	51,69	53,87	62,65	11,8%
Nitratos mg/L N	0,20	0,14	0,13	0,19	0,20	0,17	0,20	0,0%
Nitritos mg/L N	0,015	0,012	0,014	0,017	0,014	0,015	0,017	12,2%
Nitrógeno Orgánico mg/L N	21,2	8,3	4,8	10,6	5,0	9,99	21,23	67,4%
Nitrógeno Total mg/L N	69,1	57,5	63,2	73,5	56,9	64,0	73,5	11,3%
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/L N	68,9	57,4	63,1	73,2	56,7	63,9	73,2	11,3%
Fósforo Total mg/L P	6,90	6,26	6,42	7,18	6,14	6,58	7,18	6,7%
pH (unidades de pH)	8,19	8,18	8,22	8,28	8,19	8,21	8,28	0,5%
Conductividad eléctrica a 20 °C µS.cm-1	1455	1362	1448	1450	1356	1414	1455	3,6%
<b>Relaciones</b>								
D.B.O. / D.Q.O.	53,8%	52,3%	56,5%	56,9%	56,4%	55,2%	56,9%	3,7%
D.B.O. Soluble / D.B.O. Total	51,6%	54,3%	42,2%	48,9%	50,4%	49,5%	54,3%	9,1%
D.B.O. Decantable / D.B.O. Total	23,6%	22,3%	25,6%	31,7%	20,5%	24,7%	31,7%	17,5%
D.B.O. Coloidal / D.B.O. Total	24,9%	23,4%	32,1%	19,3%	29,2%	25,8%	32,1%	19,4%
D.Q.O. Soluble / D.Q.O. Total	41,5%	47,1%	41,1%	51,4%	47,9%	45,8%	51,4%	9,6%
D.Q.O. Decantable / D.Q.O. Total	28,9%	15,9%	32,7%	26,5%	27,9%	26,4%	32,7%	23,8%
D.Q.O. Coloidal / D.Q.O. Total	29,5%	37,0%	26,2%	22,2%	24,3%	27,8%	37,0%	20,8%
Nitrógeno Total / D.B.O.	23,2%	22,6%	18,8%	24,1%	20,2%	21,8%	24,1%	10,1%
Fósforo Total / Nitrógeno Total	10,0%	10,9%	10,2%	9,8%	10,8%	10,3%	10,9%	4,8%
Amonio / Nitrógeno Total	69,0%	85,4%	92,1%	85,3%	90,8%	84,5%	92,1%	10,9%
<b>Caudales</b>								
m3/día	237,3	219,3	237,2	245,2	251,5	238,1	251,5	5,1%
m3/hora media	9,9	9,1	9,9	10,2	10,5	9,9	10,5	5,1%
m3/hora máxima	13,9	12,9	18,4	13,9	14,7	14,8	18,4	14,6%
m3/hora mínima	6,7	6,5	6,3	6,7	6,7	6,6	6,7	2,8%
Litros/segundo medios	2,75	2,54	2,75	2,84	2,91	2,76	2,91	5,1%
Litros/segundo máximos	4,36	3,97	6,47	4,54	4,63	4,79	6,47	20,2%
Litros/segundo mínimos	1,77	1,75	1,70	1,78	1,80	1,76	1,80	2,1%
Q. max / Q. med (L seg)	1,59	1,56	2,36	1,60	1,59	1,74	2,36	19,8%
Q. min / Q. med (m3/h)	0,64	0,69	0,62	0,63	0,62	0,64	0,69	4,5%
Kg/día Sólidos en suspensión	42	32	35	40	42	38	42	11,7%
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	71	56	80	75	71	70	80	12,6%
Kg/día Fósforo total	1,6	1,4	1,5	1,8	1,5	1,6	1,8	9,2%
Kg/día Nitrógeno Total	16	13	15	18	14	15	18	13,4%
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x día)	1,178	931	1,327	1,244	1,179	1,172	1,327	12,6%

(\*) Tomadas en continuo 24 horas, mezcladas proporcionalmente al caudal circulante (Cada muestra está formada por 96 submuestras)  
 (\*) Para la corrección de los valores se ha tomado los factores 0.66 (D.B.O. y D.Q.O.) y 0.69 (S.S.) resultantes de la división de los valores D.Q.O. y S.S. obtenidos en mezcla y ramal derecho.



## 5. Conclusiones



## 5. Conclusiones

Las conclusiones más importantes que pueden deducirse del presente estudio, son las siguientes:

- El **saneamiento del municipio** recoge en la actualidad las aguas residuales de un **censo según el I.N.E. de 930 habitantes**, y en este estudio **se han considerado las evacuadas a través de un único punto de vertido**.
- El **volumen medio de agua vertida** diariamente durante el estudio fue de 238.1 m<sup>3</sup>/día, estos valores arrojan una dotación de aguas negras "per-cápita" media de 256 litros/habitante y día, cifra que podemos considerar **NORMAL-ALTA** para una población de estas características y justificado por la incorporación de agua limpia "incontrolada" del ramal izquierdo que vierte al pozo de control.
- Las **concentraciones medias de la población** de los parámetros analizados respecto a los valores habituales en aguas residuales eminentemente urbanas son **NORMALES-ALTA**, que una vez corregidos por la aportación del agua limpia incontrolada del ramal izquierdo, queda de la siguiente forma:

Parámetros	Resumen valores diarios				
	Abril 2018		Corregidos		Normales A.R.U.
	Med.	Máx.	Med.	Máx.	
D.B.O. mg/L O <sub>2</sub>	445	507	295	336	150-500
D.Q.O. mg/L O <sub>2</sub>	806	897	534	594	350-1.000
Sólidos Suspensión mg/L	232	256	160	176	100-400
Fósforo Total mg/L P	6.58	7.18	6.58	7.18	6-20
Nitrógeno Total mg/L N	64.0	73.5	64.0	73.5	25-85

- La **carga equivalente media en D.B.O<sub>5</sub> corregida** oscila entre 1172 habitantes medios y 1327 habitantes máximos, cifra media próxima a los 930 habitantes censados.
- Respecto a la **curva de caudal**, ésta nos da una gran información sobre el grado de intrusión de agua limpia incontrolada; siendo la relación **Q.min/Q.med** de 0.64 cifra **NORMAL-ALTA** respecto a los valores habituales (0.3-0.4 Normal, 0.5 Próxima, 0.6 Alta y 0.7 Muy Alta), y el **Q.max/Q.med** de 1.74 cifra **NORMAL-BAJA** para los coeficientes normales (2.0).



## 6. Metodología



### Metodología ensayos de laboratorio

Ensayo	Método Analítico	LQ	Ud
<b>Aceites y Grasas disueltas o emulsionadas</b>	Espectroscopía Infrarroja	1	mg/L
<b>Alcalinidad</b>	Volumetría	19.5	mg CaCO <sub>3</sub> /
<b>Amonio</b>	Electrometría	0.1	mg NH <sub>4</sub> /L
<b>Bacterias coliformes</b>	Filtración y siembra en Levine a 37°C y Recuento	0	UFC / ml
<b>Conductividad eléctrica a 20°C</b>	Potenciometría automática	17	µS cm <sup>-1</sup> 20°C
<b>DBO Coloidal</b>	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DBO Decantable</b>	Separación por decantación y determinación de las distintas fracciones	10	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DBO<sub>5</sub> Soluble</b>	Filtración y posterior dilución y siembra método de electrodo de Oxígeno Disuelto	10	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DQO</b>	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DQO Coloidal</b>	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DQO Decantable</b>	Cálculo	20	mg O <sub>2</sub> /L
<b>DQO Soluble</b>	Digestión reflujo cerrado. Espectrofotometría UV-VIS	20	mg O <sub>2</sub> /L
<b>Estreptococos fecales</b>	Filtración y siembra a 44°C y Recuento	0	UFC/100 ml
<b>Fósforo Total</b>	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.1	mg/L
<b>Nitratos</b>	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	10	mg NO <sub>3</sub> /L
<b>Nitritos</b>	Espectrofotometría UV-VIS. Flujo Segmentado	0.02	mg NO <sub>2</sub> /L
<b>Nitrógeno orgánico</b>	Cálculo	1	mg/L
<b>Nitrogeno Total Kjeldahl</b>	Cálculo	3	mg/L
<b>pH</b>	Electrometría	3	unid. de pH
<b>Sólidos en Suspensión Totales</b>	Evaporación y gravimetría	15	mg/L
<b>Sólidos en Suspensión Totales Volátiles</b>	Evaporación, calcinación y gravimetría	15	mg/L

Referencia: *Standars Methods Ed. 20-1998.* Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

La exactitud y precisión de los ensayos acreditados por ENAC se encuentran a disposición del cliente que lo solicite.



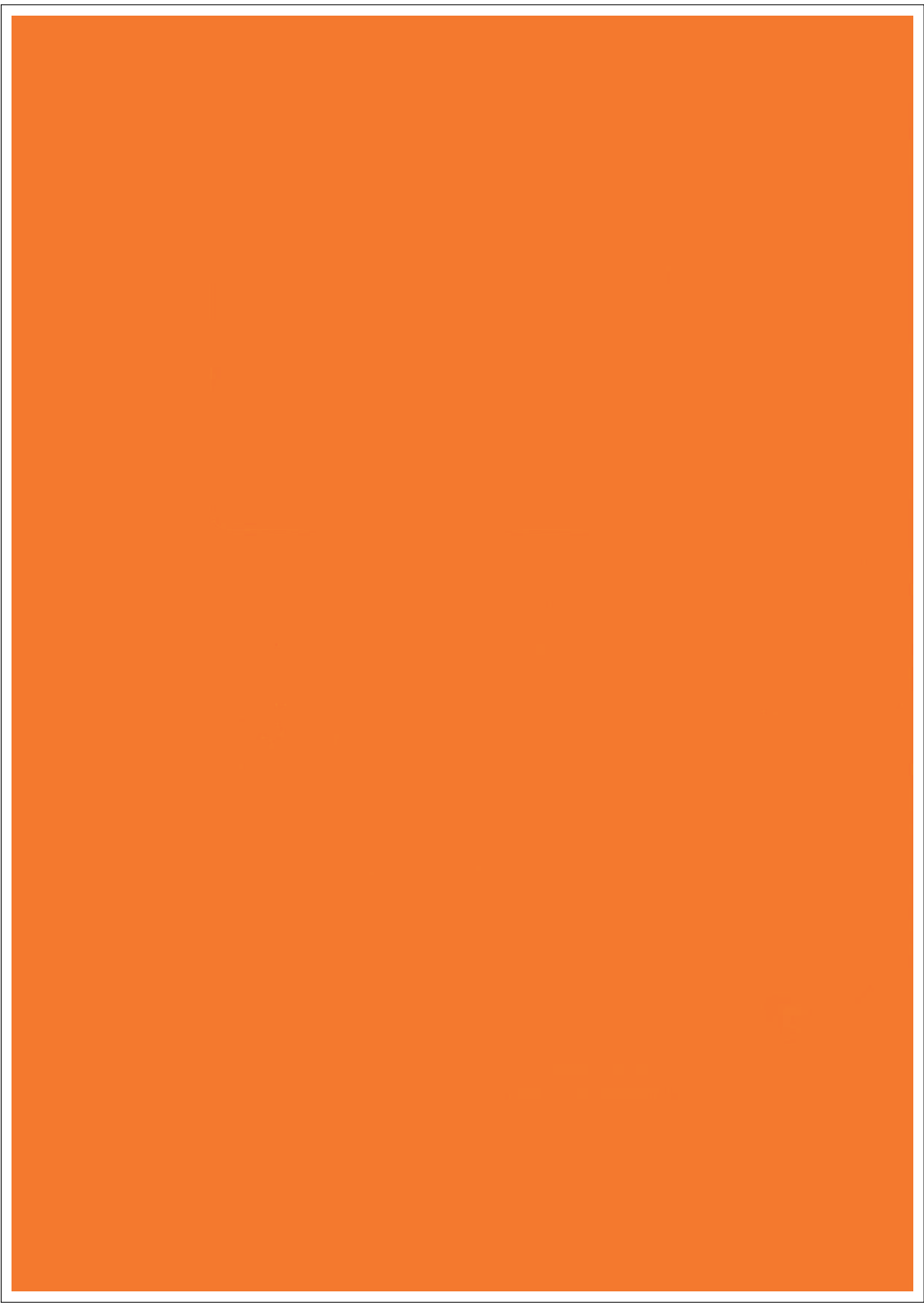
## 7. Datos técnicos



## 7. Datos técnicos

	Medios	Máximos	Corregidos	
			Medios	Máximos
<b>Volumen de agua residual</b>				
Por día m <sup>3</sup> /día vertidos	238.1	251.5	238.1	251.5
Por hora m <sup>3</sup> /hora Máximo	14.8	18.4	14.8	18.4
Por hora m <sup>3</sup> /hora Mínimo <sup>3</sup>	6.6	6.7	6.6	6.7
Por hora m <sup>3</sup> /hora Medios	9.9	1.5	9.9	1.5
Máximo l/seg	4.79	6.47	4.79	6.47
Media l/seg	2.76	2.91	2.76	2.91
Mínimo l/seg <sup>3</sup>	1.76	1.80	1.76	1.80
<b>Características</b>				
Demanda Biológica de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	445	507	295	336
Demanda Química de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub>	806	897	534	594
Sólidos en Suspensión mg/L	232	256	160	176
Nitrógeno Total mg/L N	64.0	73.5	64.0	73.5
<b>Cargas</b>				
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	106	120	70	80
Kg/día Sólidos en Suspensión	55	61	38	42
Habitantes equivalentes (D.B.O <sub>5</sub> )	1771	2004	1172	1327
<b>Habitantes del núcleo urbano censados</b>		<b>930</b>		<b>930</b>
<b>Dotaciones por habitante</b>				
Gramos D.B.O. habitante y día	114	129	75	86
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	59	66	41	45
Litros habitante y día vertidos	256	270	256	270

<sup>3</sup> Consideramos como caudal mínimo, la media de todos los registros.





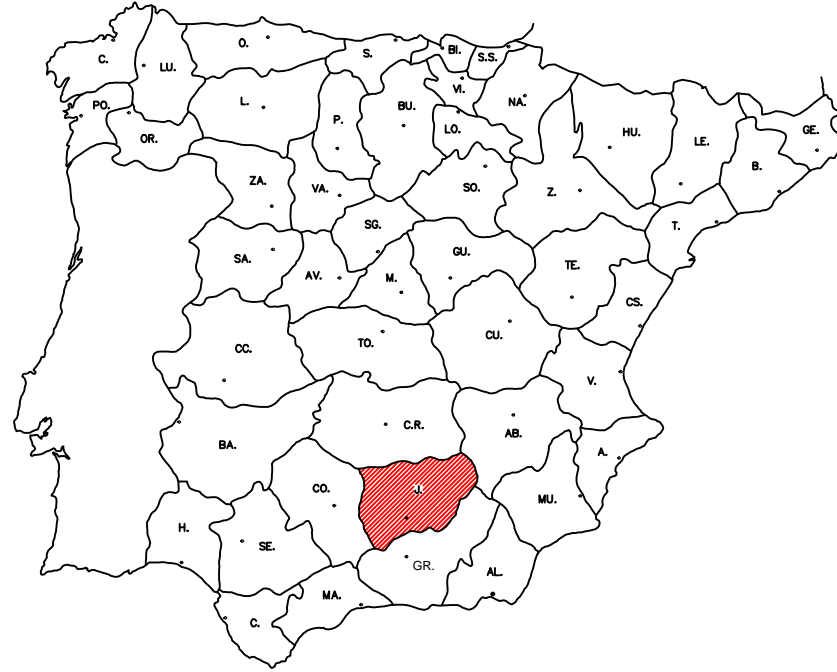
## APÉNDICE. PLANOS



## ÍNDICE DE PLANOS

- 1.- SITUACIÓN
- 2.- EMPLAZAMIENTO
- 3.- CLASIFICACIÓN DEL SUELO (ADAPTACIÓN NN.SS.)
- 4.- PLANO GEOLÓGICO
- 5.- CUENCAS
  - 5.1- Delimitación cuenca del arroyo salado
  - 5.2- Usos del suelo
- 6.- LLANURA DE INUNDACIÓN ARROYO SALADO
- 7.- CONEXIONES INFRAESTRUCTURAS EXTERIORES
- 8.- AFECCIONES AMBIENTALES
- 9.- APTITUD DEL TERRITORIO
- 10.- IMPLANTACIÓN DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS
  - 10.1. Alternativa 1
    - 10.1.1. Planta de proceso
    - 10.1.2. Esquema de proceso
  - 10.2. Alternativa 2
    - 10.2.1. Planta de proceso
    - 10.2.2. Esquema de proceso
  - 10.3. Alternativa 3
    - 10.3.1. Planta de proceso
    - 10.3.2. Esquema de proceso
  - 10.4. Alternativa 4
    - 10.4.1. Planta de proceso
    - 10.4.2. Esquema de proceso
  - 10.5. Resumen de Alternativas
- 11.- ALTERNATIVA SELECCIONADA.
  - 11.1. Estado actual
  - 11.2. Implantación
  - 11.3. Planta de proceso
- 12.- ALTERNATIVAS COLECTOR AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

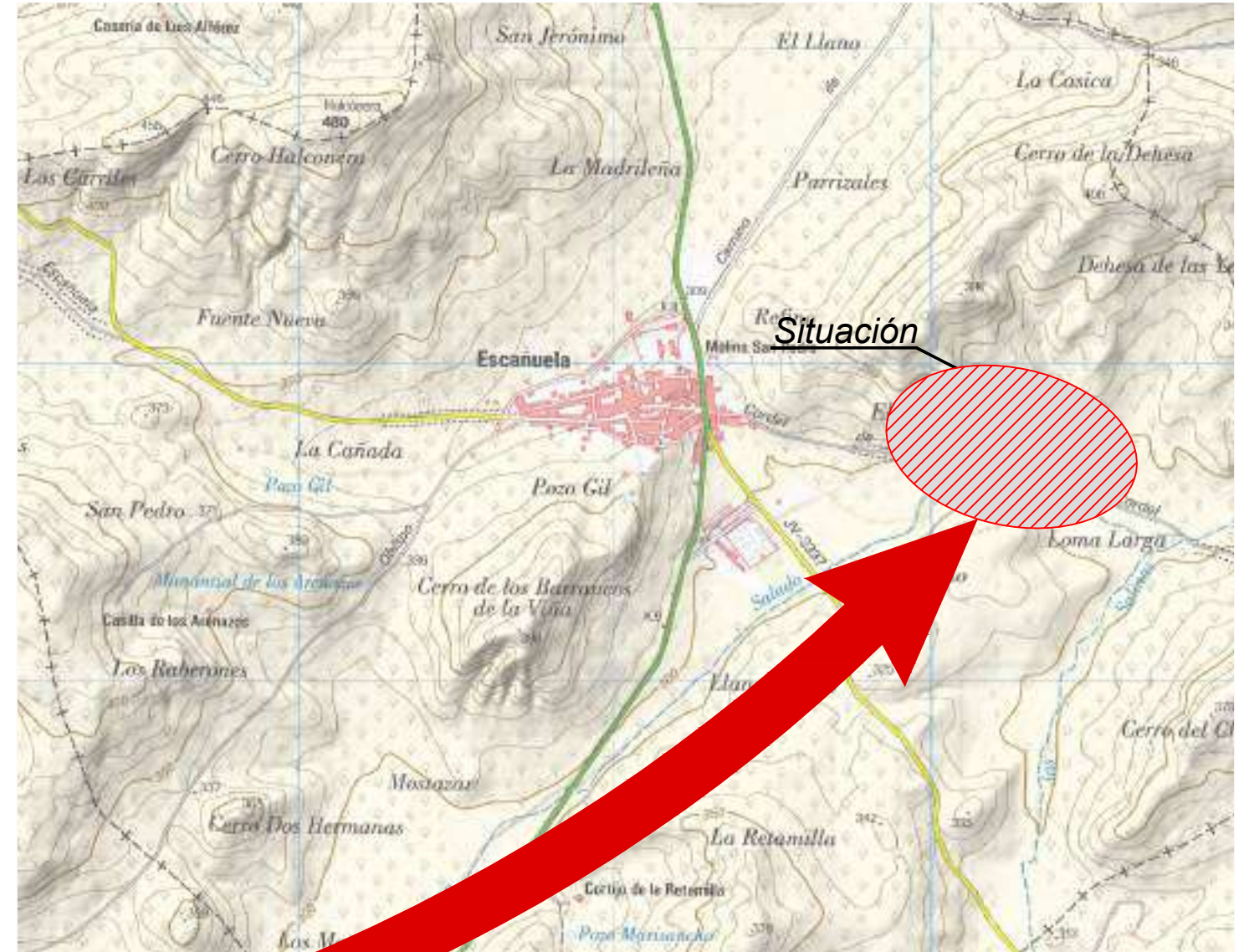
Nacional  
Escala: 1/1.000.000

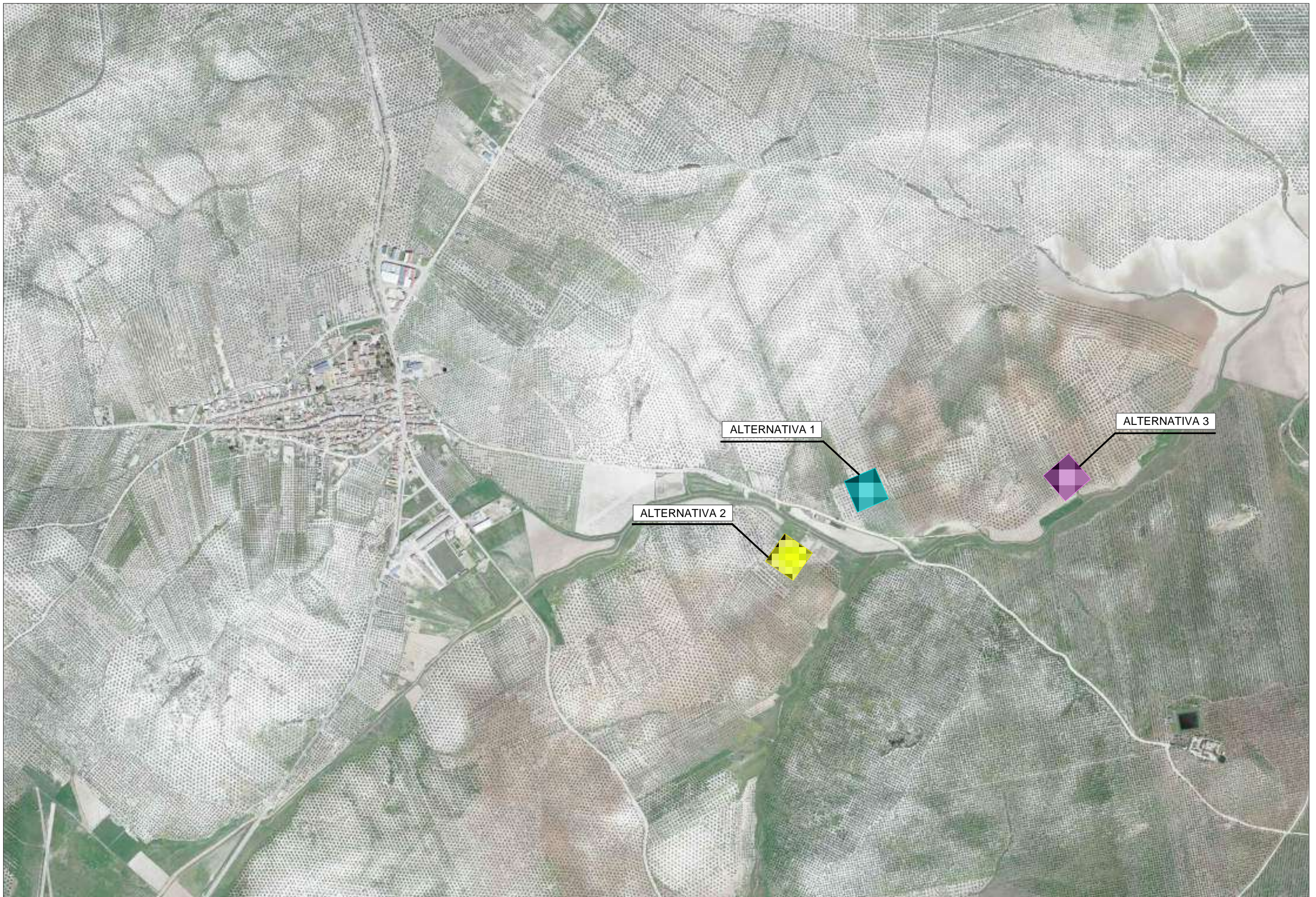




Provincia de Jaén  
Escala: 1/75.000

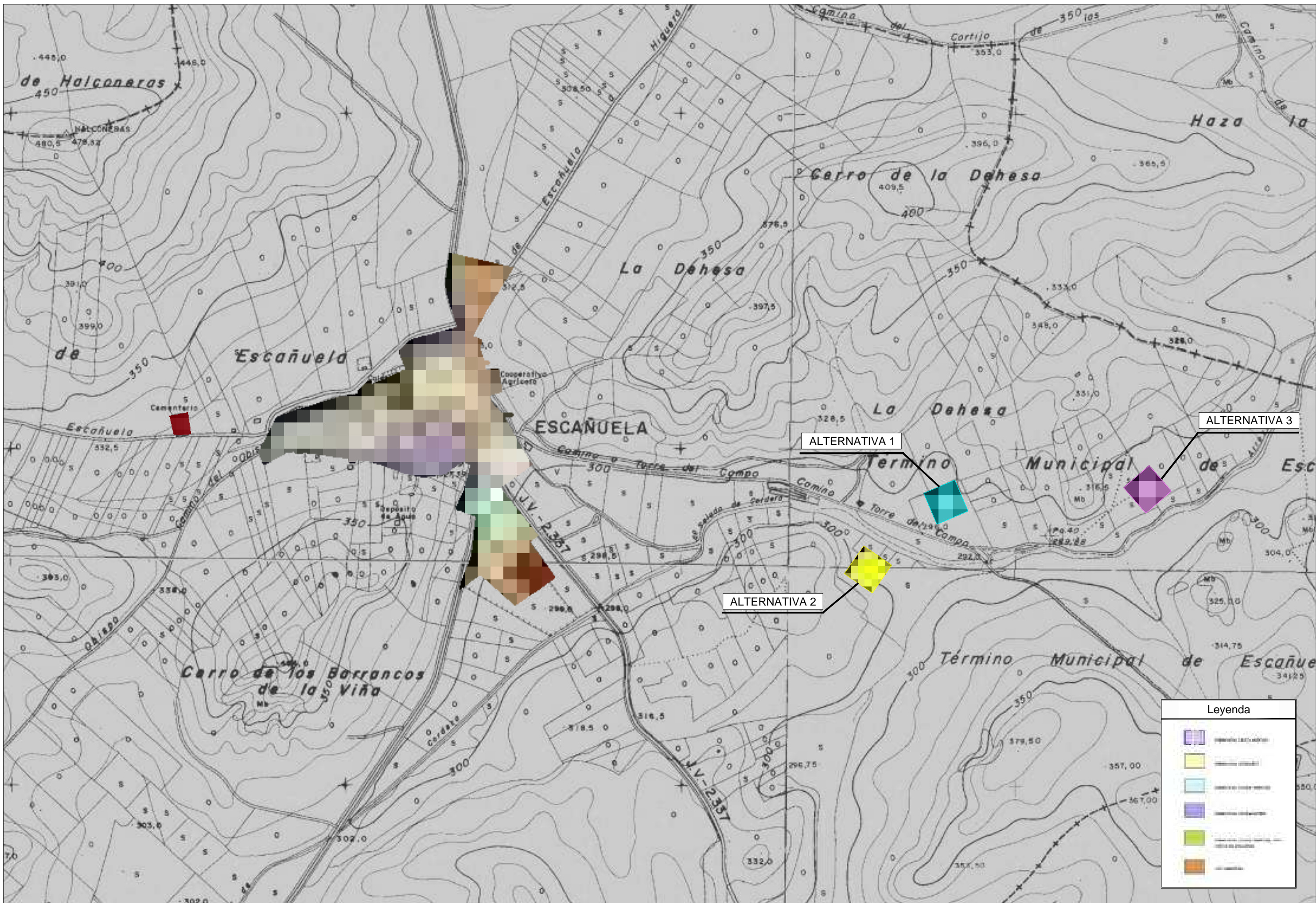


Situación  
Escala: 1/20.000





 Agencia de Medio Ambiente y Agua CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO		LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO: <b>Constan las firmas</b> XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	TÍTULO DEL PROYECTO: <b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS          PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y          E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN).</b>	SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:	FECHA: ENERO 2.019 CLAVE: A5.323.1141/0411 NET 0717872	ESCALA: 1/10.000 Formato original DIN A-3	PLANO: <b>EMPLAZAMIENTO</b>	NÚMERO DE PLANO: <b>2</b> HOJA: 01 de 01
		NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:						

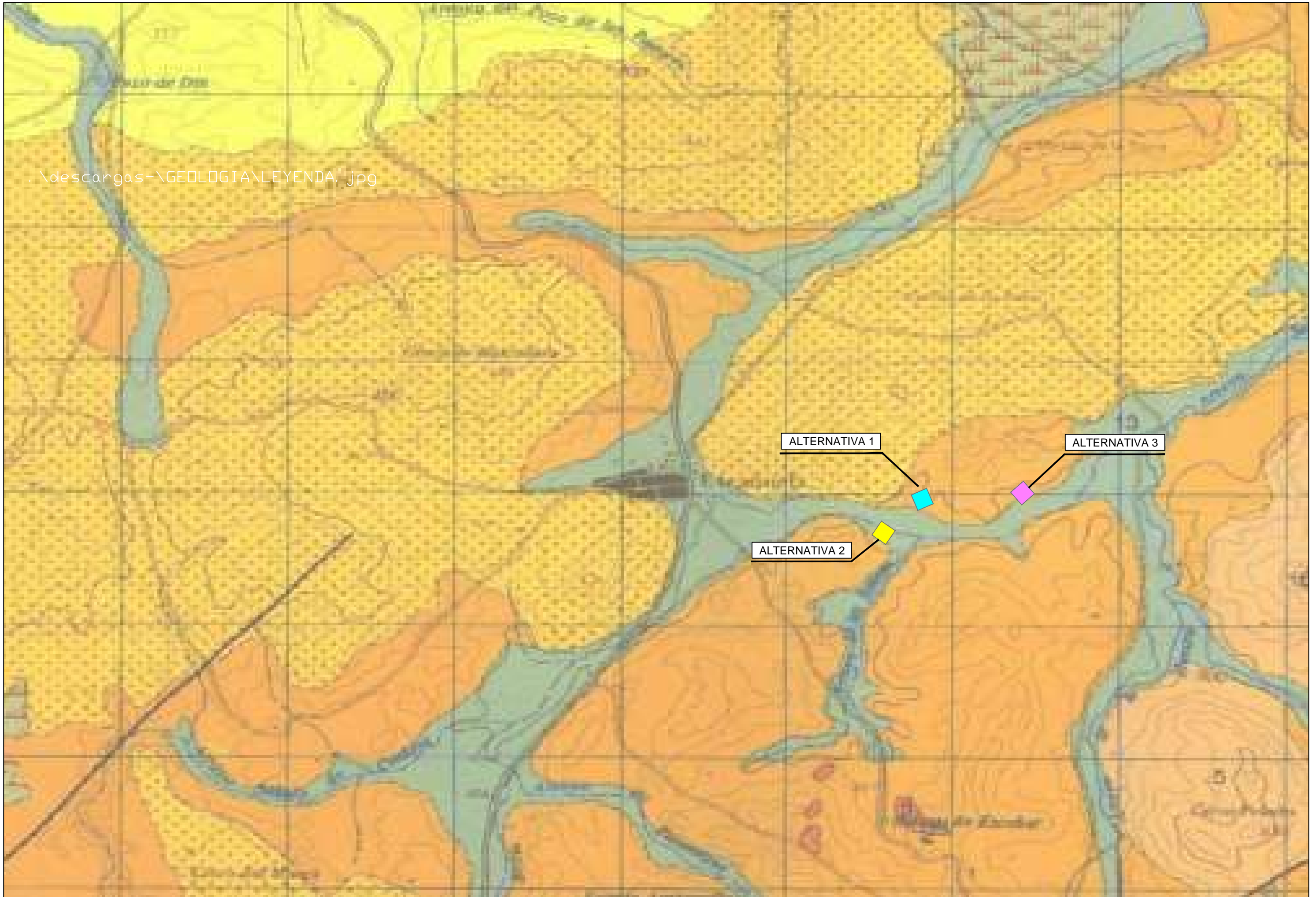


ALTERNATIVA 3

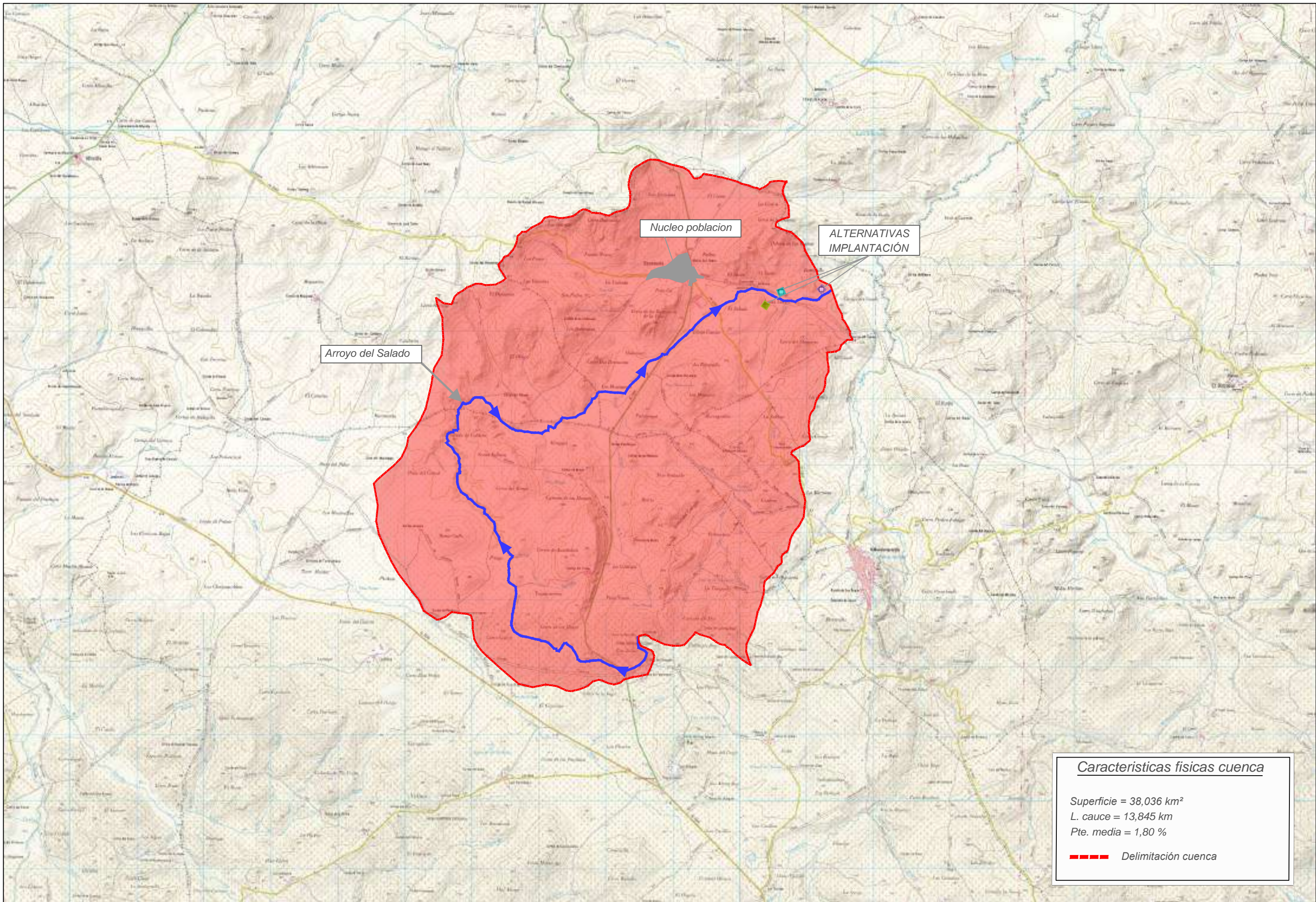
ALTERNATIVA 1

ALTERNATIVA 2

Leyenda	
	Alternativa 1 (Cementerio)
	Alternativa 2 (Redes de caminos)
	Alternativa 3 (Torre de la Campa)
	Áreas de protección
	Áreas de riesgo



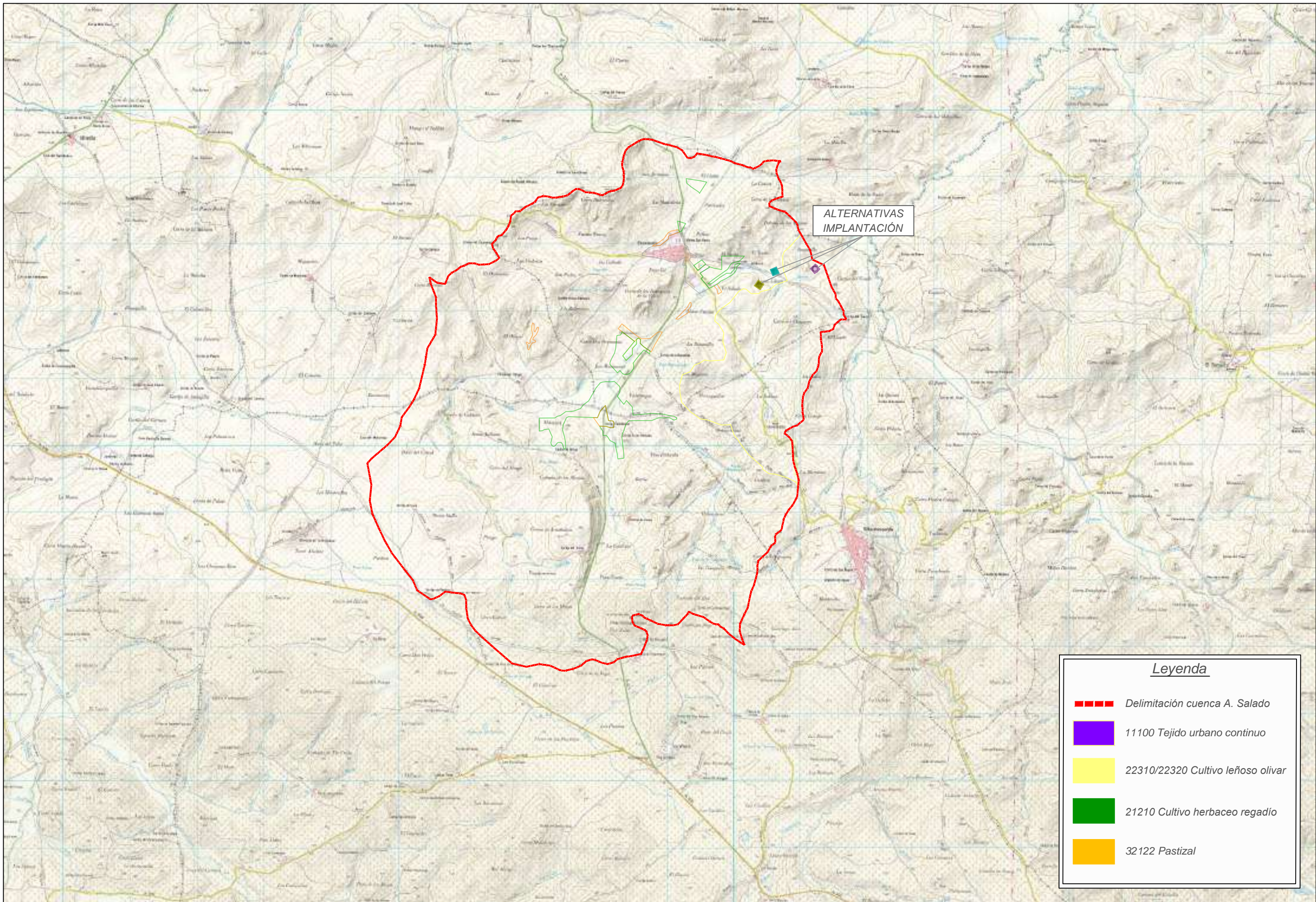
. \descargas-\GEOLOGIA\LEYENDA. jpg



**Características físicas cuenca**

Superficie = 38,036 km<sup>2</sup>  
 L. cauce = 13,845 km  
 Pte. media = 1,80 %

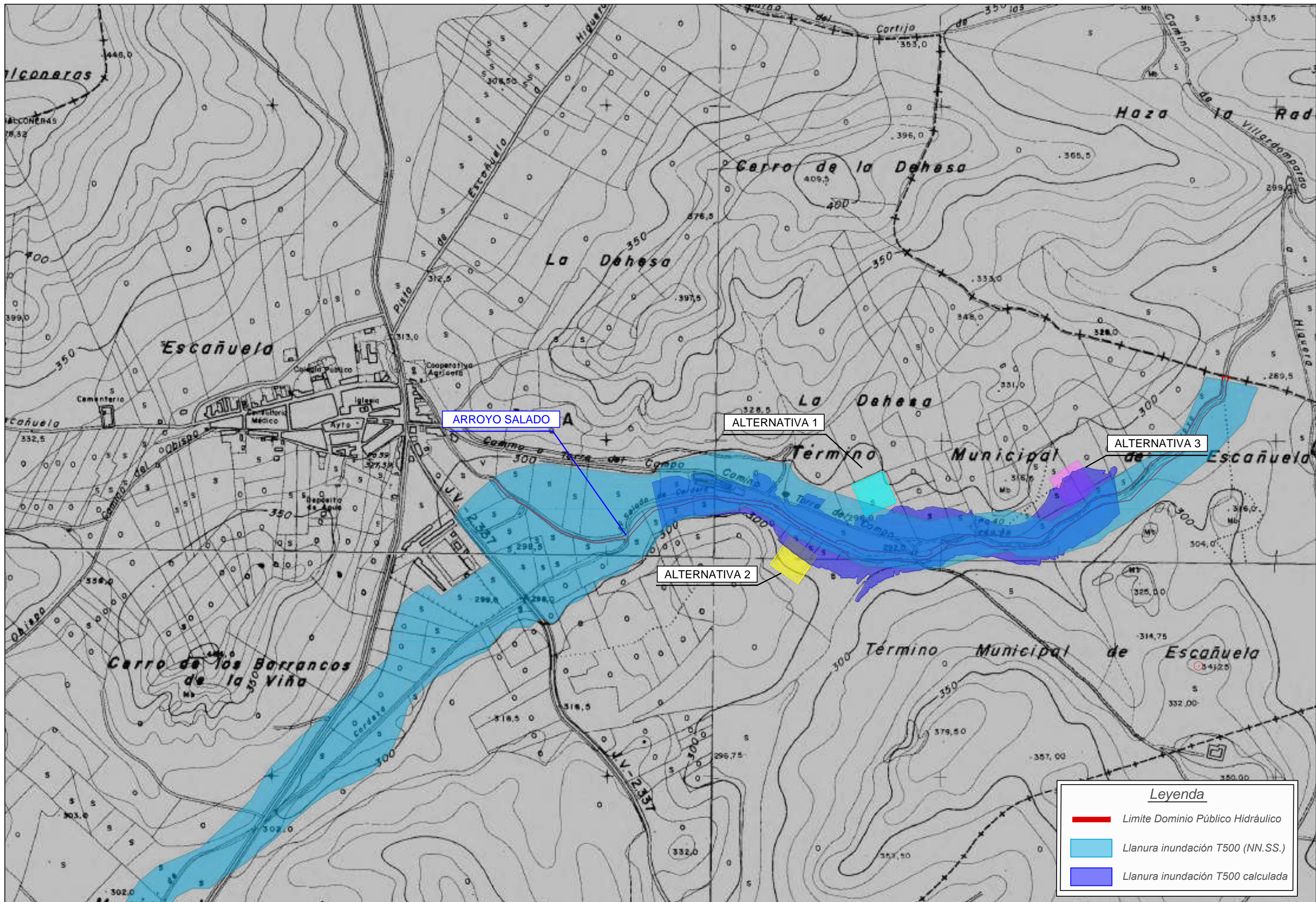
■■■■ Delimitación cuenca



ALTERNATIVAS  
IMPLANTACIÓN

Leyenda

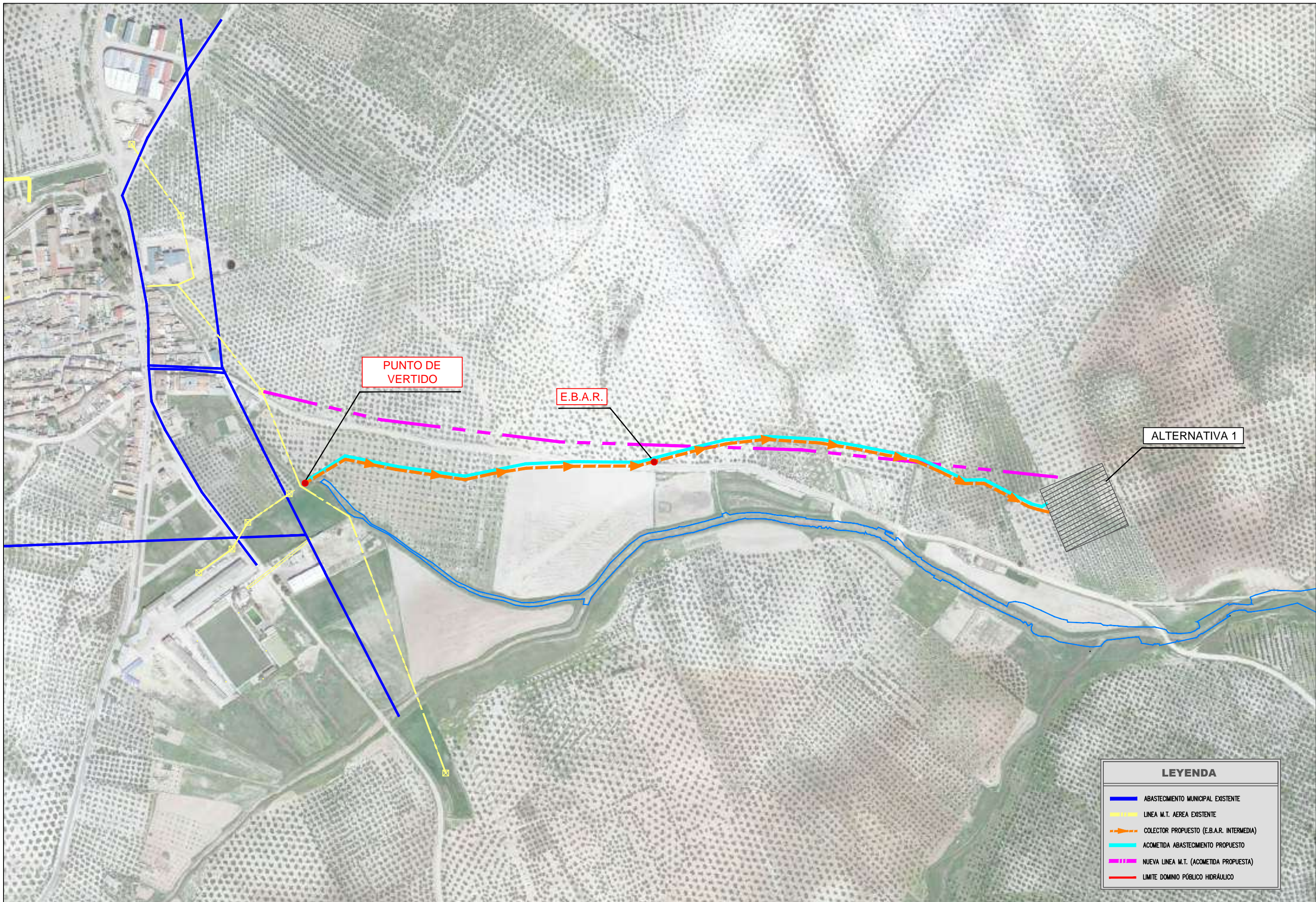
- Delimitación cuenca A. Salado
- 11100 Tejido urbano continuo
- 22310/22320 Cultivo leñoso olivar
- 21210 Cultivo herbáceo regadío
- 32122 Pastizal



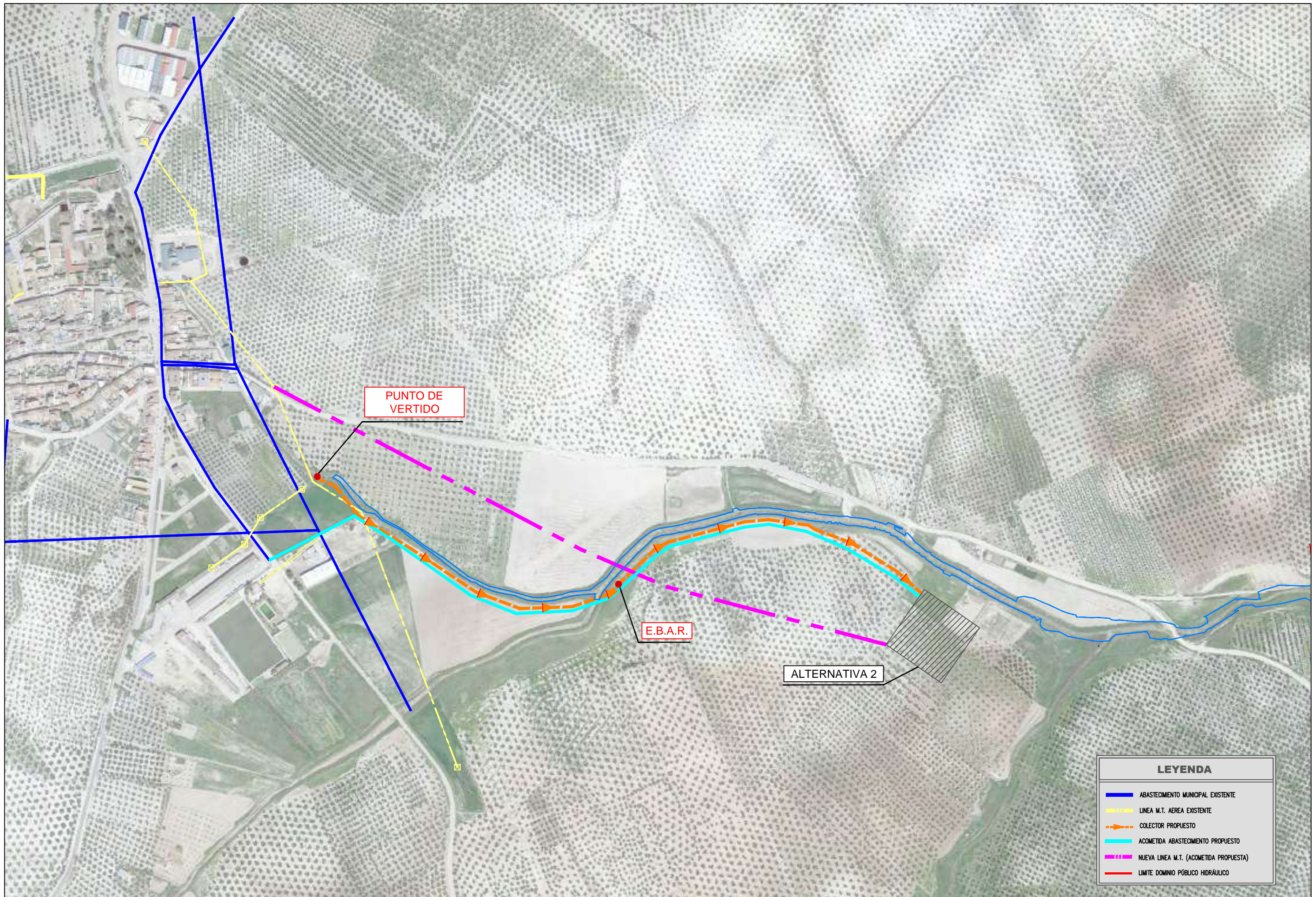
**Leyenda**

- Limite Dominio Público Hidráulico
- Llanura inundación T500 (NN.SS.)
- Llanura inundación T500 calculada

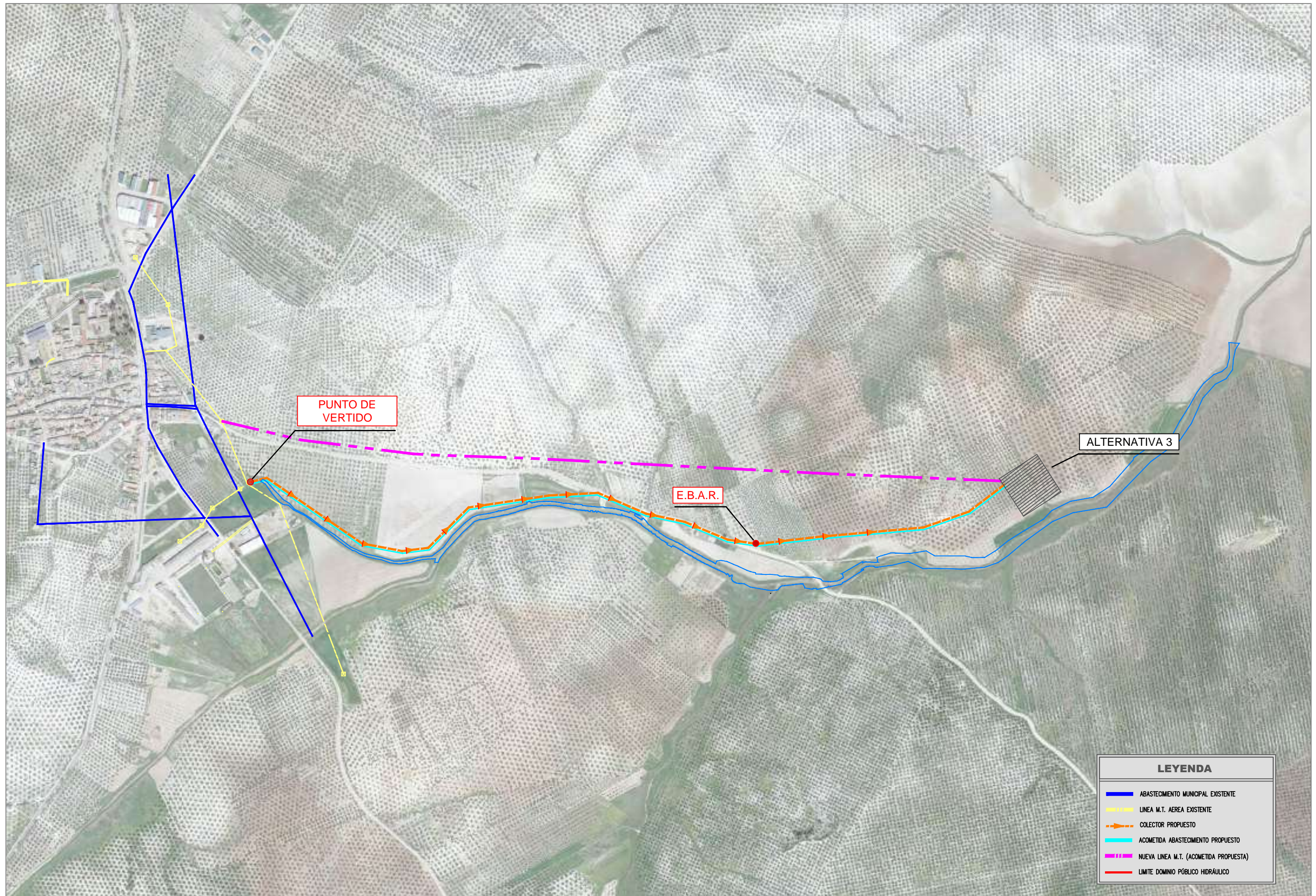




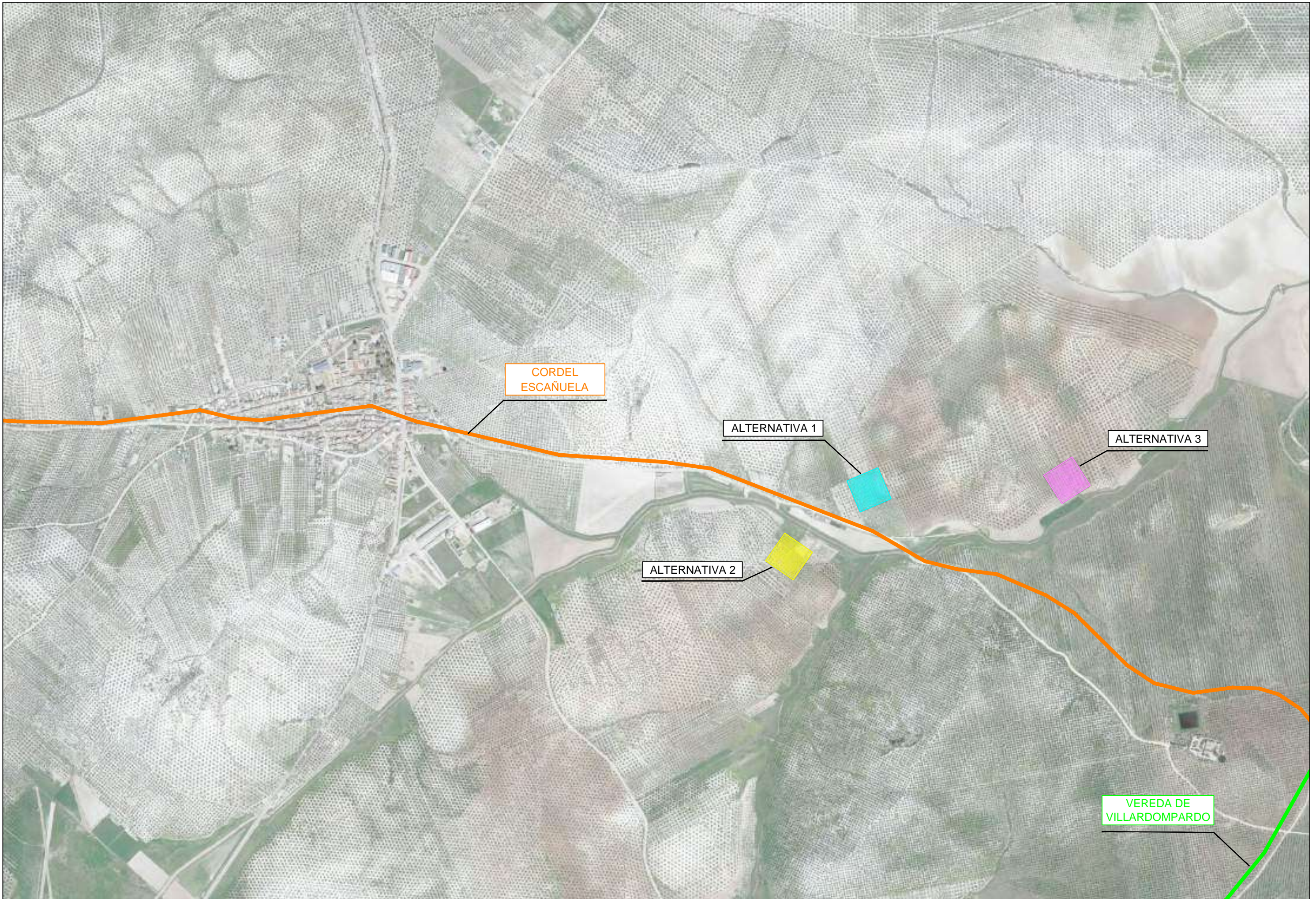
LEYENDA	
	ABASTECIMIENTO MUNICIPAL EXISTENTE
	LINEA M.T. AEREA EXISTENTE
	COLECTOR PROPUESTO (E.B.A.R. INTERMEDIA)
	ACOMETIDA ABASTECIMIENTO PROPUESTO
	NUOVA LINEA M.T. (ACOMETIDA PROPUESTA)
	LIMITE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



LEYENDA	
	ABASTECIMIENTO MUNICIPAL EXISTENTE
	LINEA M.T. AEREA EXISTENTE
	COLECTOR PROPUESTO
	ACOMETIDA ABASTECIMIENTO PROPUESTO
	NUEVA LINEA M.T. (ACOMETIDA PROPUESTA)
	LIMITE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



LEYENDA	
	ABASTECIMIENTO MUNICIPAL EXISTENTE
	LINEA M.T. AEREA EXISTENTE
	COLECTOR PROPUESTO
	ACOMETIDA ABASTECIMIENTO PROPUESTO
	NUEVA LINEA M.T. (ACOMETIDA PROPUESTA)
	LIMITE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



CORDEL  
ESCAÑUELA

ALTERNATIVA 1

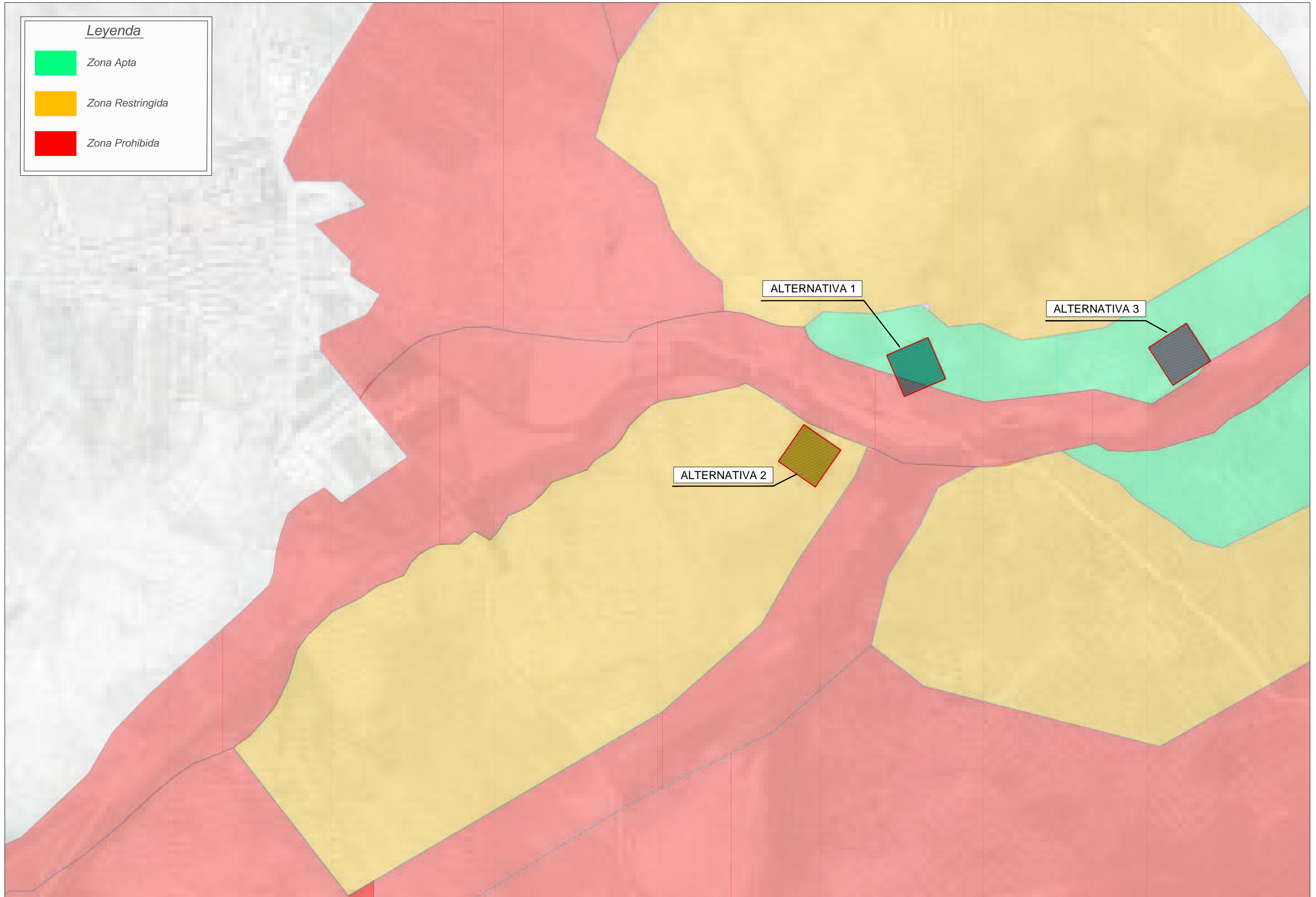
ALTERNATIVA 3

ALTERNATIVA 2

VEREDA DE  
VILLARDOMPARDO

Leyenda

- Zona Apta
- Zona Restringida
- Zona Prohibida

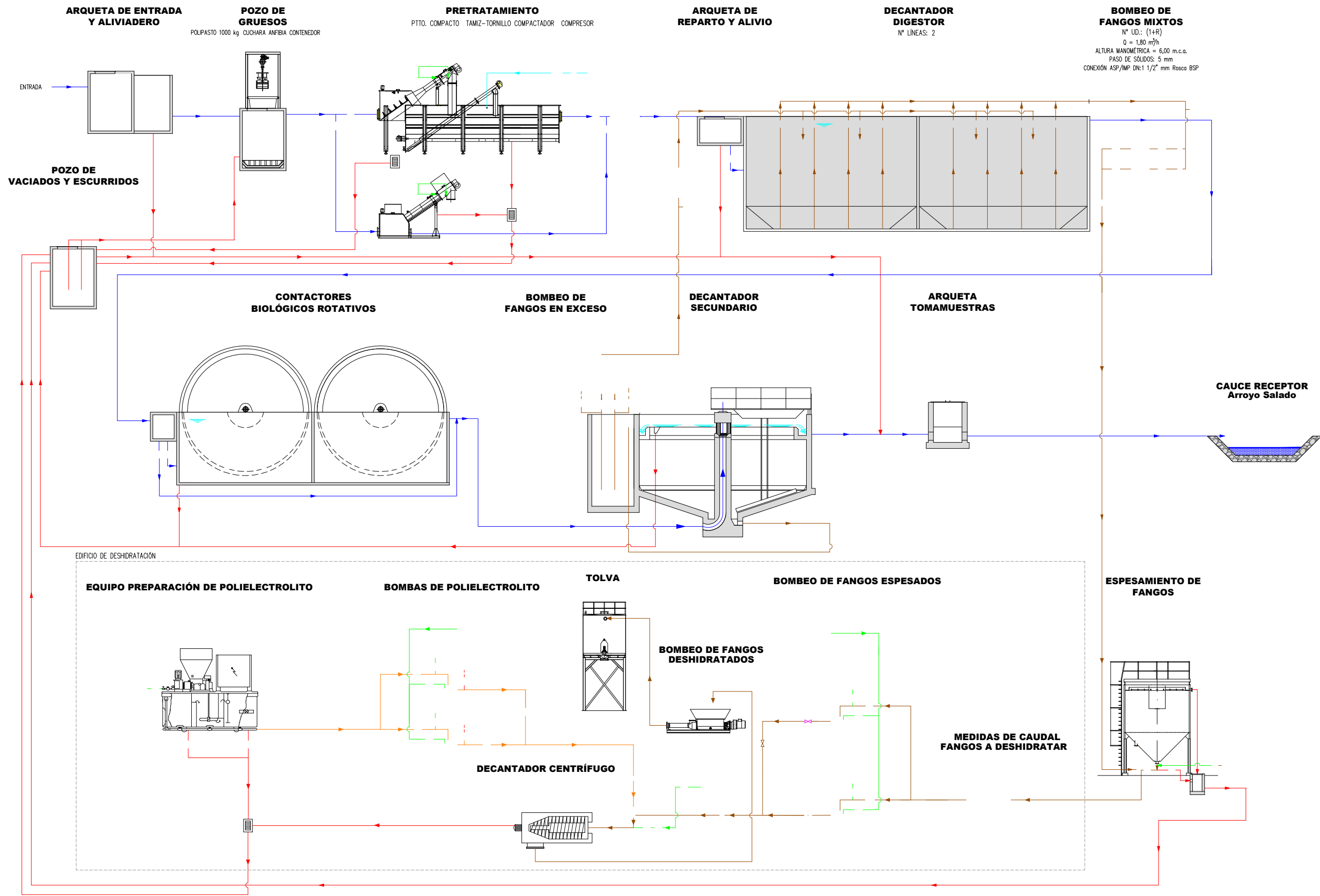


**LEYENDA**

- ① ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO
- ② POZO DE GRUESOS
- ③ PRETRATAMIENTO COMPACTO
- ④ DECANTADOR - DIGESTOR
- ⑤ BIODISCOS
- ⑥ ARQUETA RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS
- ⑦ DECANTADOR SECUNDARIO
- ⑧ BOMBEO FANGOS EN EXCESO Y RECIRCULACIÓN
- ⑨ CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
- ⑩ ARQUETA SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS
- ⑪ CASETA DE CONTROL

- COLECTOR AA.VV.
- EMISARIO AGUA TRATADA
- VALLADO PERIMETRAL







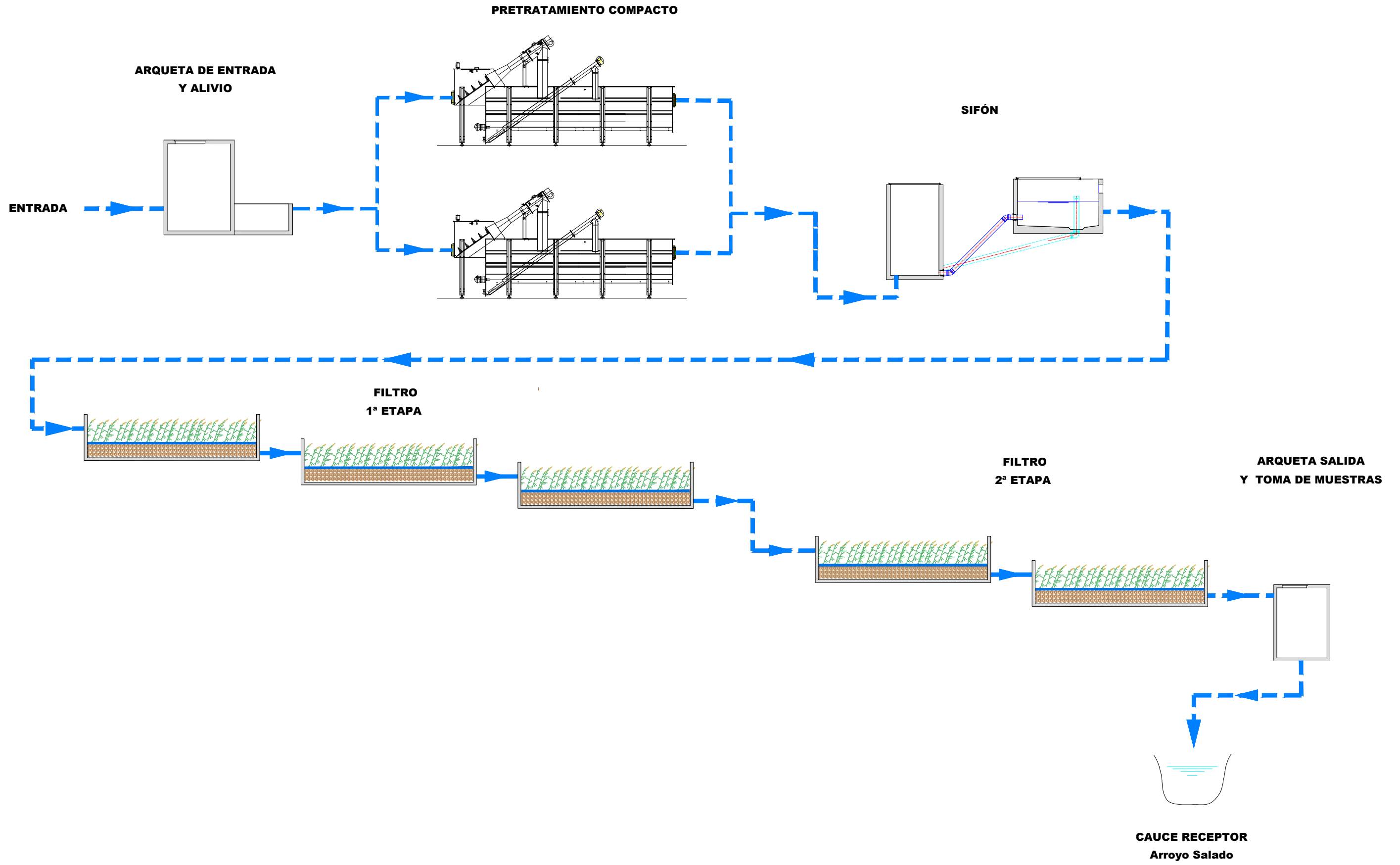
**LEYENDA**

- ① ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO
- ② POZO DE GRUESOS
- ③ PRETRATAMIENTO COMPACTO
- ④ SIFÓN
- ⑤ FILTRO VERDE 1ª ETAPA
- ⑥ FILTRO VERDE 2ª ETAPA
- ⑦ ARQUETA DE SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS
- ⑧ CASETA DE CONTROL

- COLECTOR AA.VV.
- LINEA DE AGUA E.D.A.R.
- EMISARIO AGUA TRATADA
- VALLA



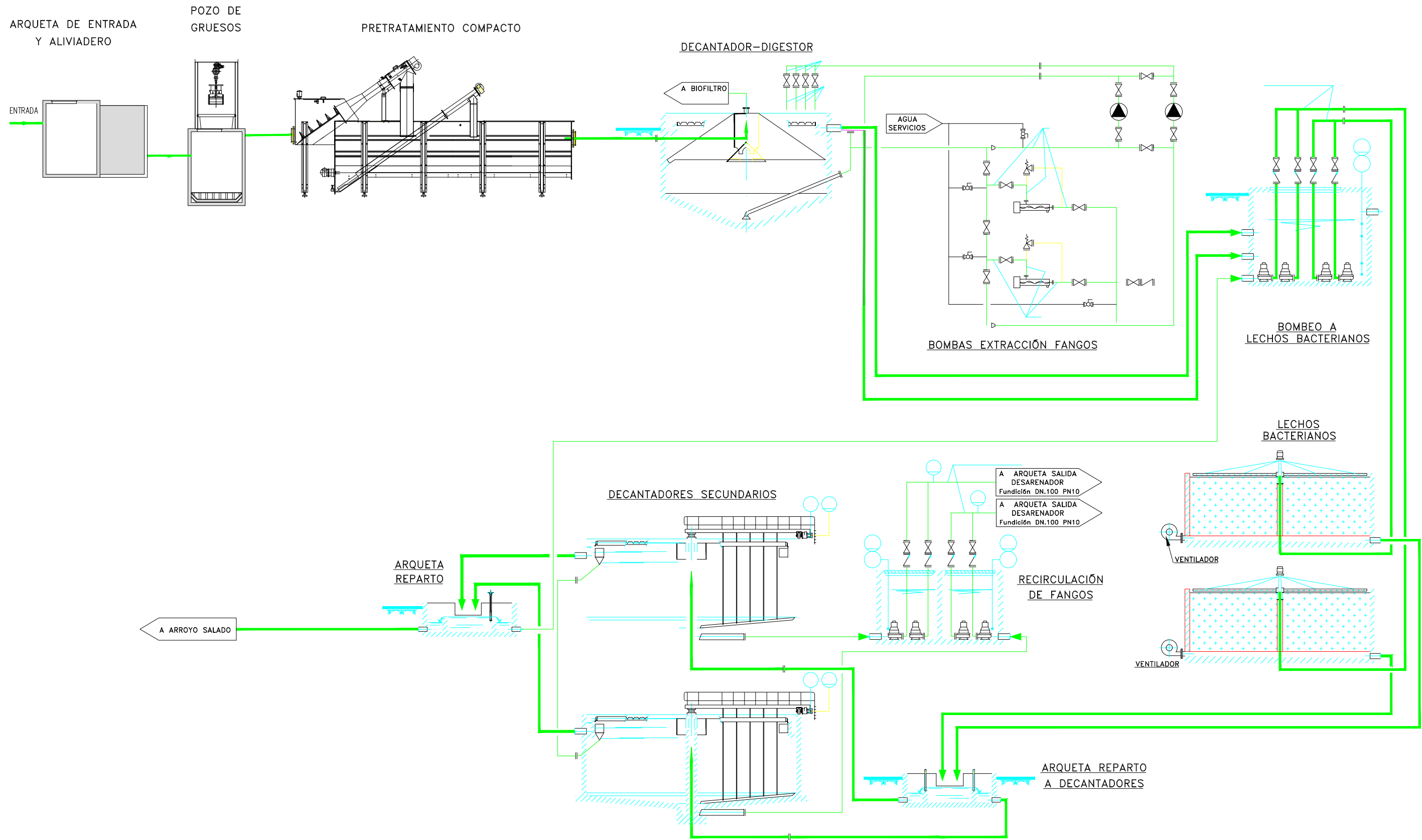




**LEYENDA**

- 1 ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO
  - 2 POZO DE GRUESOS
  - 3 PRETRATAMIENTO COMPACTO
  - 4 DECANTADOR - DIGESTOR
  - 5 LECHO BACTERIANO
  - 6 ARQUETA RECIRCULACIÓN Y POZO DE FANGOS
  - 7 DECANTADOR SECUNDARIO
  - 8 BOMBEO FANGOS EN EXCESO Y RECIRCULACIÓN
  - 9 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
  - 10 ARQUETA SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS
  - 11 CASETA DE CONTROL
- 
- COLECTOR AA.VV.
  - EMISARIO AGUA TRATADA
  - VALLADO PERIMETRAL



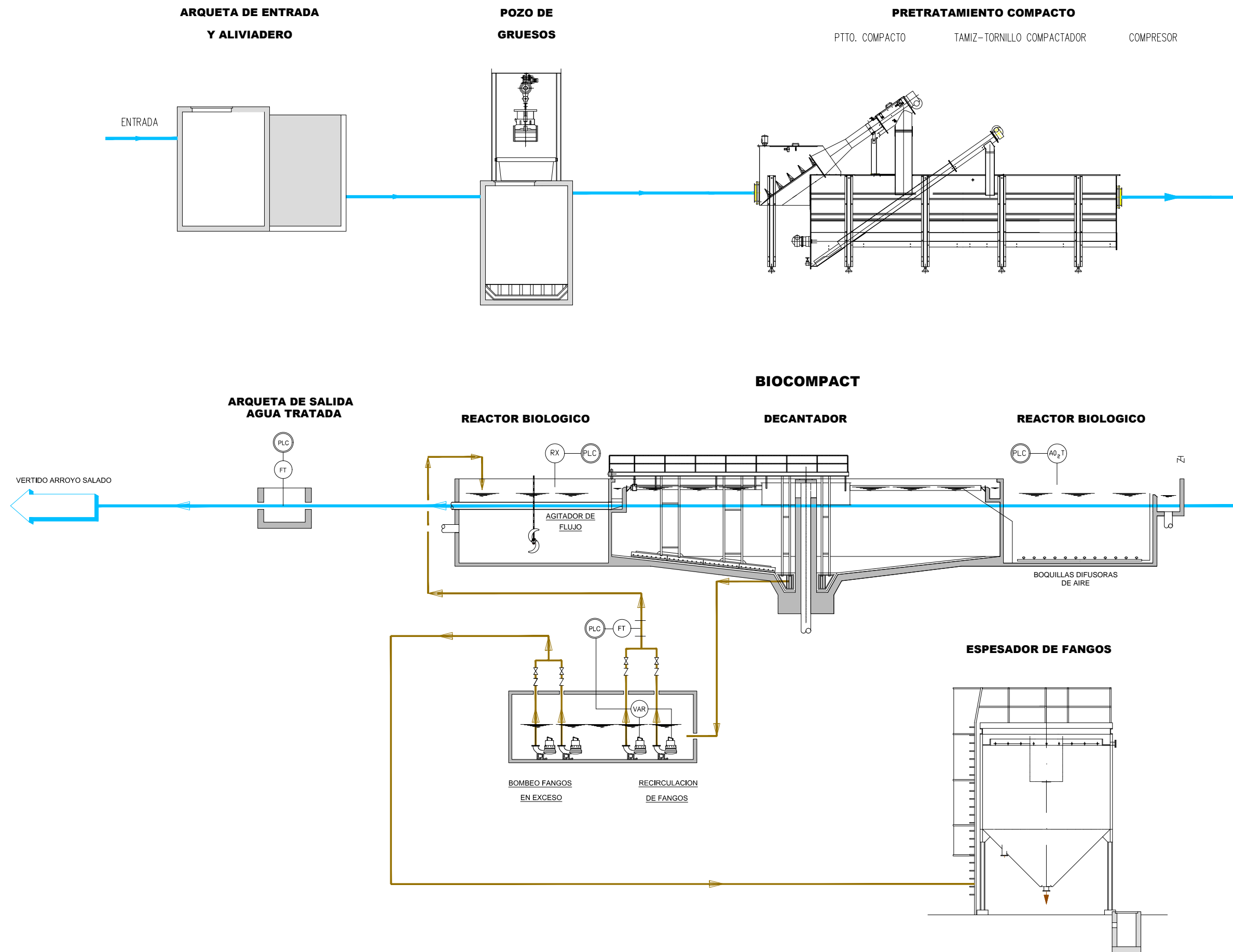


**LEYENDA**

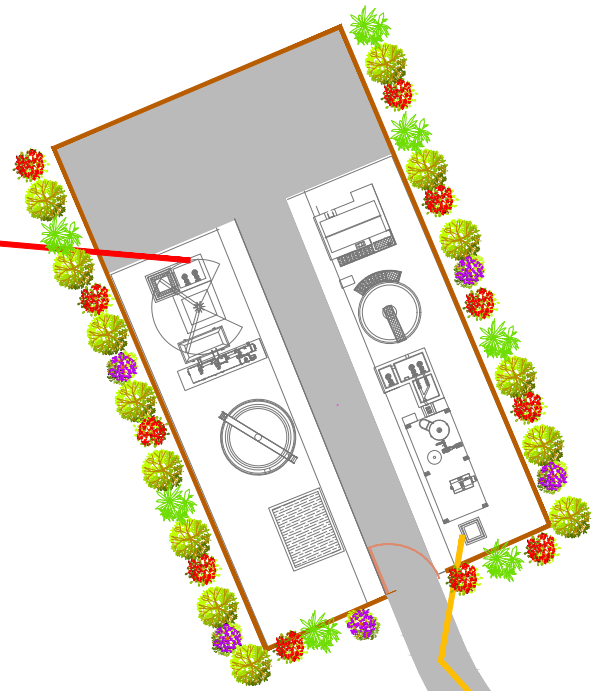
- ① ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO
- ② POZO DE GRUESOS
- ③ PRETRATAMIENTO COMPACTO
- ④ DECANTADOR - DIGESTOR
- ⑤ BIOCOMPACT (REACTOR + DECANTADOR)
- ⑥ ARQUETA PURGA DE FANGOS
- ⑦ BOMBEO FANGOS EN EXCESO Y RECIRCULACIÓN
- ⑧ CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO
- ⑨ ARQUETA SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS
- ⑩ CASETA DE CONTROL
- ⑪ ESPESADOR DE FANGOS

- COLECTOR AA.VV.
- EMISARIO AGUA TRATADA
- VALLADO PERIMETRAL





ALTERNATIVA 1. CONTACTORES BIOLÓGICOS  
E/ 1:750



CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS	
Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Extrac. y gestión fangos	7.016 €
Decantador secundario (CDS)	1.248 €
Consumo energético	2.311 €
Costes de mantenimiento	7.488 €
Control analítico	1.200 €
<b>total coste anual</b>	<b>25.711 €</b>
<b>total coste 15 años</b>	<b>385.662 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.a. - año)</b>	<b>15,21 €</b>
(h.a. = 1.559)	

Superficie necesaria implantación

709 m<sup>2</sup>

ALTERNATIVA 2. HUMEDALES ARTIFICIALES  
E/ 1:1.500

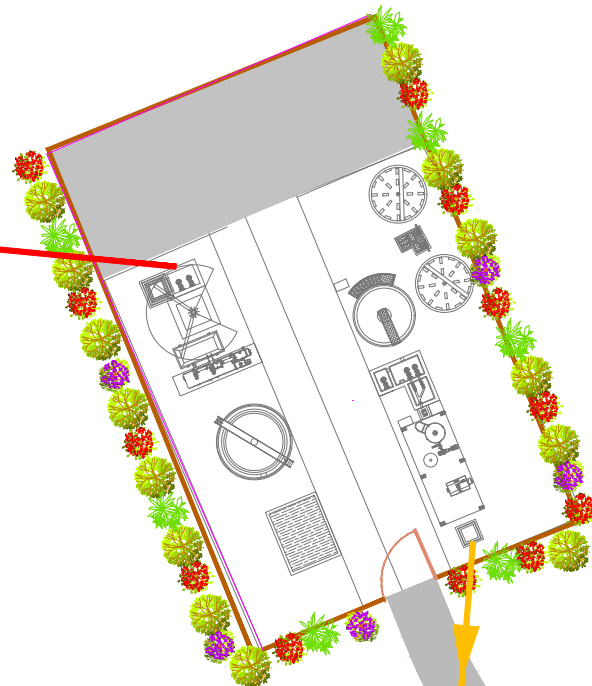


HUMEDALES ARTIFICIALES	
Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	2.400 €
Pretratamiento	707 €
Tratamiento primario	32 €
Extrac. y gestión fangos	3.274 €
Humedales artificiales	3.877 €
Consumo energético	210 €
Costes de mantenimiento	6.585 €
Control analítico	1.200 €
<b>total coste anual</b>	<b>18.486 €</b>
<b>total coste 15 años</b>	<b>277.284 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.a. - año)</b>	<b>11,86 €</b>
(h.a. = 1.559)	

Superficie necesaria implantación

6.235 m<sup>2</sup>

ALTERNATIVA 3. LECHOS BACTERIANOS  
E/ 1:750

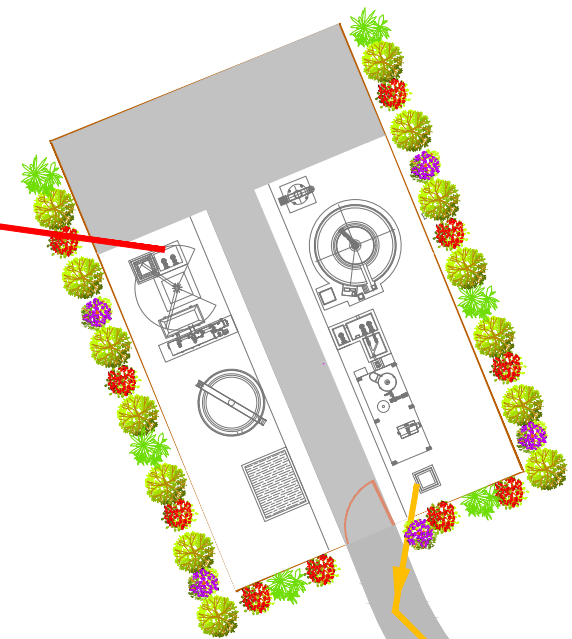


LECHOS BACTERIANOS	
Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Extrac. y gestión fangos	7.016 €
Decantador primario	1.248 €
Consumo energético	3.321 €
Costes de mantenimiento	9.728 €
Control analítico	1.200 €
<b>total coste anual</b>	<b>27.853 €</b>
<b>total coste 15 años</b>	<b>407.445 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.a. - año)</b>	<b>17,42 €</b>
(h.a. = 1.559)	

Superficie necesaria implantación

709 m<sup>2</sup>

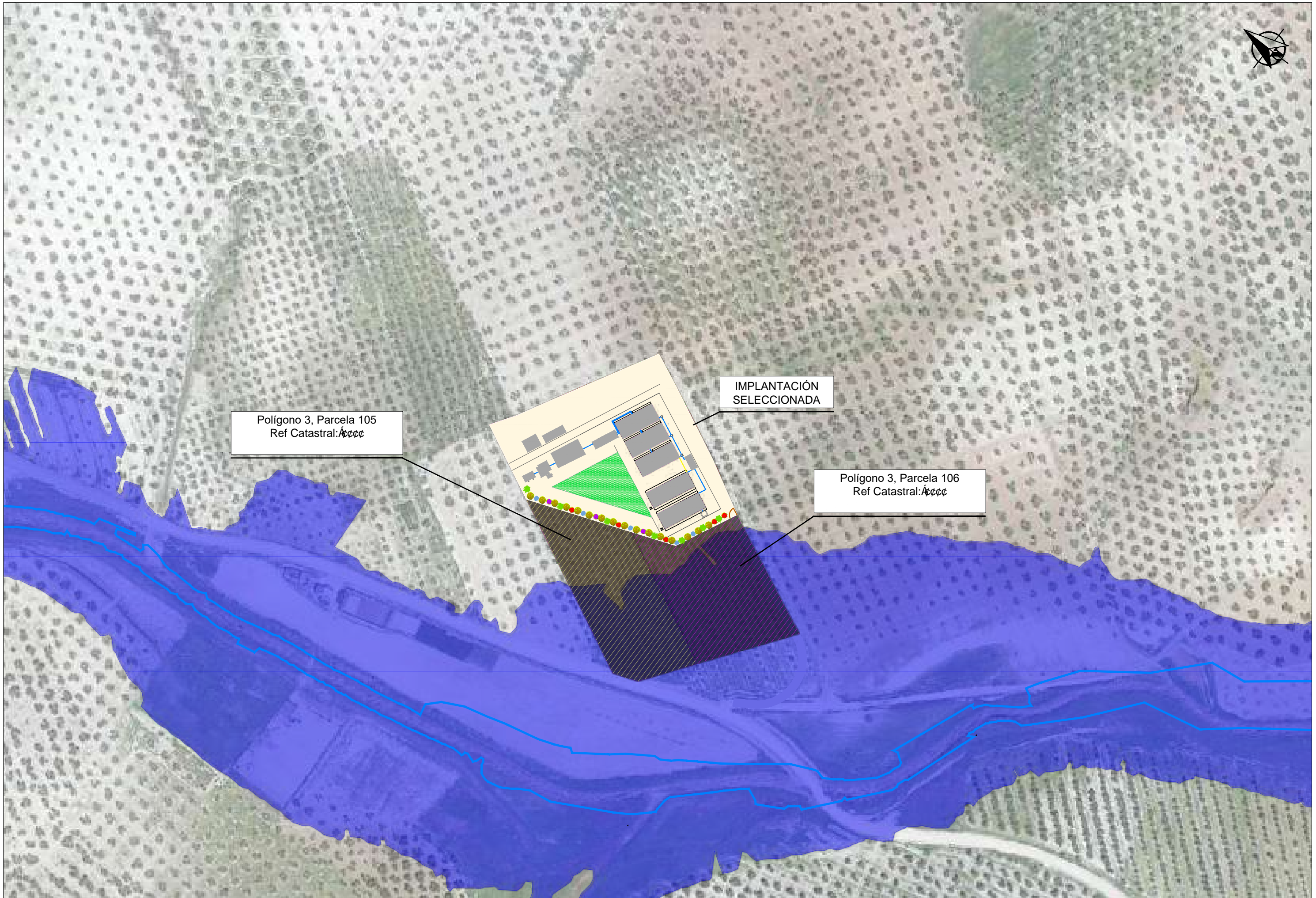
ALTERNATIVA 4. AIREACIÓN PROLONGADA  
E/ 1:750



AIREACIÓN PROLONGADA	
Coste anual explotación y mantenimiento (1.559 habit. equiv.)	
	coste (€)
Costes de funcionamiento	
Desplaz. Operarios	3.900 €
Pretratamiento	749 €
Cubo biológico - decantador secundario	3.994 €
Extrac. y gestión fangos	11.833 €
Consumo energético	7.016 €
Costes de mantenimiento	7.500 €
Control analítico	1.200 €
<b>total coste anual</b>	<b>35.293 €</b>
<b>total coste 15 años</b>	<b>529.796 €</b>
<b>coste total unitario (€/h.a. - año)</b>	<b>22,61 €</b>
(h.a. = 1.559)	

Superficie necesaria implantación

608 m<sup>2</sup>





Polígono 3, Parcela 105  
Ref Catastral: A0000



IMPLANTACIÓN  
SELECCIONADA

Polígono 3, Parcela 106  
Ref Catastral: A0000



LEYENDA	
	COLECTOR AA.VV.
	EMISARIO AGUA TRATADA



		LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO: Constan las firmas XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	TÍTULO DEL PROYECTO: <b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b> <b>PROYECTO DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS Y</b> <b>E.D.A.R. DE ESCAÑUELA (JAÉN).</b>	SUSTITUYE A:	FECHA: ENERO 2019	ESCALA: 1/1.500 <small>Formato original DIN A-3</small>	PLANO: <b>ALTERNATIVA SELECCIONADA</b> <b>IMPLANTACIÓN</b>	NÚMERO DE PLANO: <b>11.2</b>
				SUSTITUIDO POR:	CLAVE: A5.323.141/0411 NET 071787/2			HOJA: 01 de 01

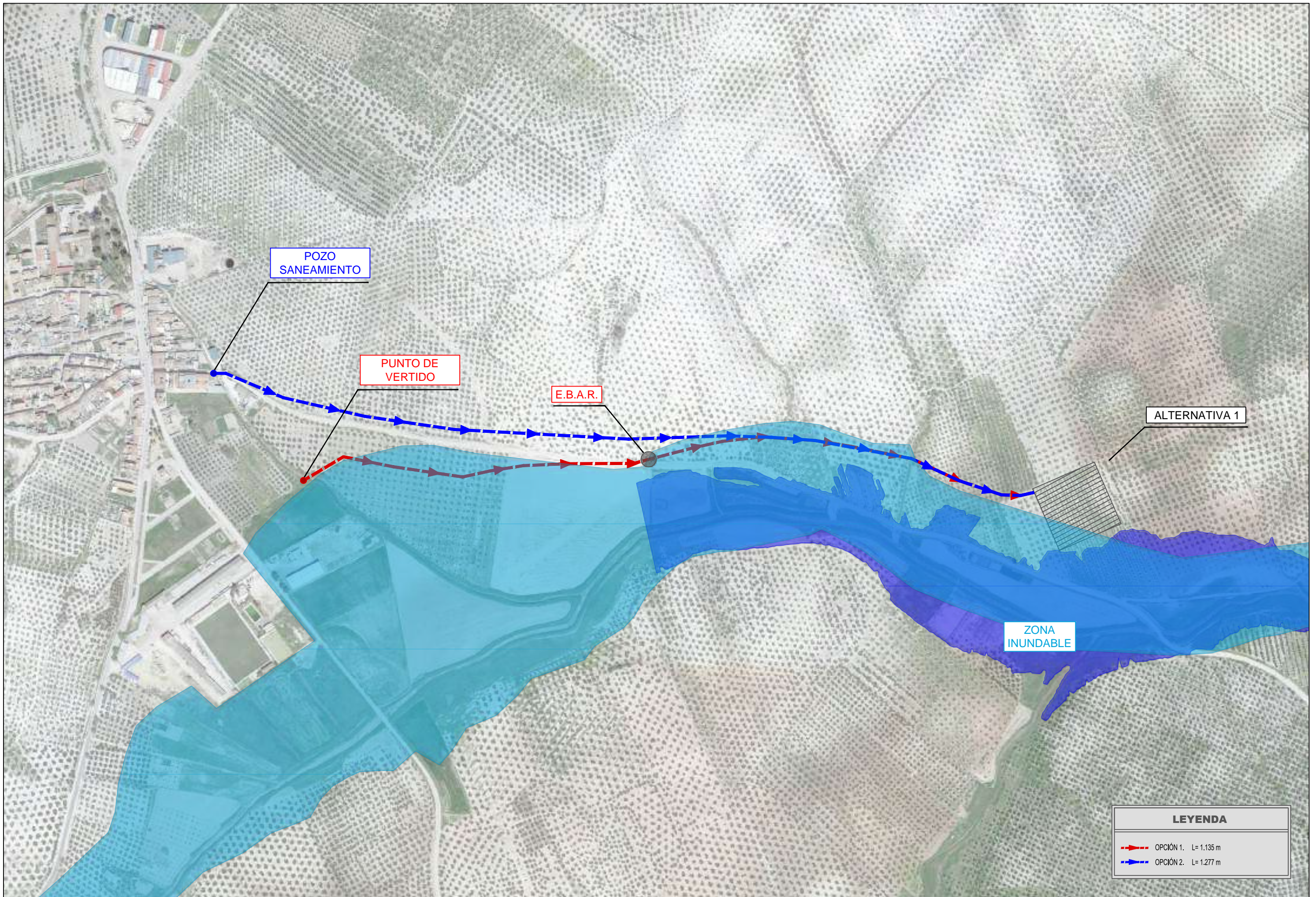




**LEYENDA**

- ① ARQUETA DE LLEGADA Y ALIVIO
  - ② POZO DE GRUESOS
  - ③ PRETRATAMIENTO COMPACTO
  - ④ SIFÓN
  - ⑤ FILTRO VERDE 1ª ETAPA
  - ⑥ FILTRO VERDE 2ª ETAPA
  - ⑦ ARQUETA DE SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS
  - ⑧ CASETA DE CONTROL
- 
- COLECTOR EXISTENTE
  - NUEVO TRAMO COLECTOR
  - LINEA DE AGUA E.D.A.R.
  - EMISARIO AGUA TRATADA
  - VALLA





LEYENDA	
	OPCIÓN 1. L= 1.135 m
	OPCIÓN 2. L= 1.277 m