

## ANEJO Nº 7 – POBLACIÓN, CAUDALES Y CONTAMINACIÓN

## ÍNDICE

<p><b>1. INTRODUCCIÓN .....1</b></p> <p><b>2. DATOS DE PARTIDA .....1</b></p> <p>2.1 RELACIÓN DE DOCUMENTACIÓN RECOPIADA Y FUENTES DE OBTENCIÓN DE LA MISMA ..... 1</p> <p>2.2 DATOS DEMOGRÁFICOS DEL NÚCLEO AFECTADO ..... 1</p> <p>2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN CAMPAÑA DE AFOROS Y ANALÍTICA ..... 1</p> <p>2.4 DATOS SUMINISTRADOS POR EL EXPLOTADOR DEL SERVICIO DE AGUAS ..... 2</p> <p>2.5 CONCLUSIONES SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL ..... 2</p> <p><b>3. ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.....3</b></p> <p>3.1 HORIZONTES DE POBLACIÓN ..... 3</p> <p>3.2 ESTIMACIONES DEL CRECIMIENTO DE POBLACIÓN.....3</p> <p>3.2.1 <i>Modelos Estadísticos</i> ..... 3</p> <p>3.2.2 <i>Metodología empleada</i> ..... 3</p> <p>3.2.2.1 Modelo aritmético ..... 4</p> <p>3.2.2.2 Modelo geométrico..... 4</p> <p>3.2.2.3 Modelo de la curva logística o curva en S ..... 4</p> <p>3.2.2.4 Método del MOPU ..... 5</p> <p>3.2.3 <i>Cálculo del crecimiento de la población.....5</i></p> <p>3.2.3.1 Método Aritmético..... 5</p> <p>3.2.3.2 Método Geométrico..... 6</p> <p>3.2.3.3 Crecimiento según planeamiento urbanístico y según el Plan de Ordenación Territorial de Andalucía (POTA)..... 6</p> <p>3.2.3.4 Método de la Curva Logística ..... 8</p> <p>3.2.3.5 Método del MOPU ..... 8</p> <p>3.2.3.6 Previsión de la estacionalidad de población y consumos..... 9</p> <p>3.3 CONCLUSIONES ..... 9</p> <p><b>4. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES .....10</b></p> <p>4.1 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE ABASTECIMIENTO ..... 10</p> <p>4.2 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA RESIDUAL ..... 11</p> <p>4.3 CAUDALES DE CÁLCULO DE ABASTECIMIENTO ..... 11</p> <p>4.3.1 <i>Caudal medio</i>..... 11</p> <p>4.3.2 <i>Caudal mínimo</i>..... 11</p> <p>4.3.3 <i>Caudal Punta</i> ..... 11</p>	<p>4.3.4 <i>Resumen</i>..... 11</p> <p>4.4 CAUDALES DE CÁLCULO DE SANEAMIENTO..... 12</p> <p>4.4.1 <i>Resumen</i>..... 12</p> <p><b>5. CONCLUSIONES..... 12</b></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo 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.

## 2. DATOS DE PARTIDA

### 2.1 RELACIÓN DE DOCUMENTACIÓN RECOPIADA 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 explotador del servicio de aguas.

### 2.2 DATOS DEMOGRÁFICOS DEL NÚCLEO AFECTADO

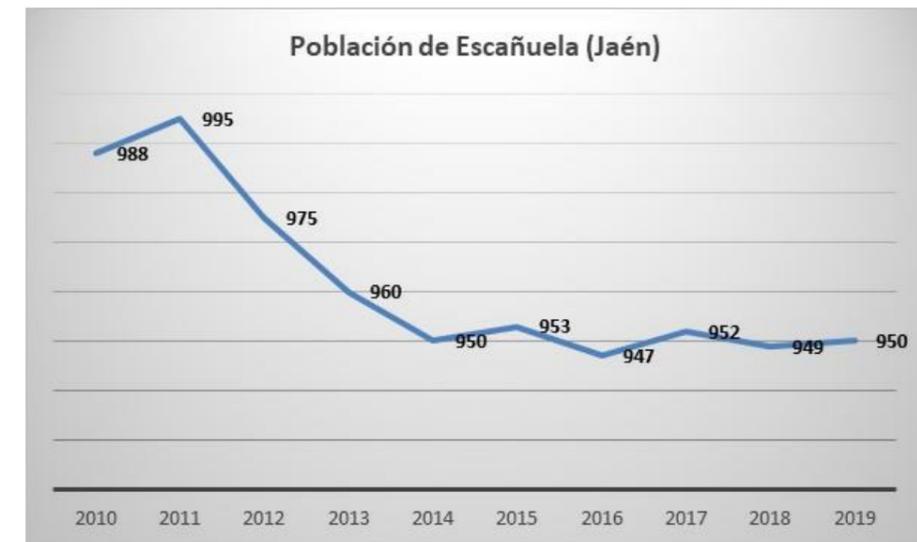
Los datos demográficos del núcleo de Escañuela se han obtenido del INE. A continuación, se adjunta un cuadro con los datos obtenidos para en Escañuela en los últimos diez años:

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Población	988	995	975	960	950	953	947	952	949	950

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

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Población	988	995	975	960	950	953	947	952	949	950
Crecimiento		0,71%	-2,01%	-1,54%	-1,04%	0,32%	-0,63%	0,53%	-0,32%	0,11%

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 **- 0.43 % (decrecimiento)**.

### 2.3 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN CAMPAÑA DE AFOROS Y ANALÍTICA

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 el último censo previo a la campaña de aforos), 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.

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.

## 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 6 últimos años con datos disponibles:

AÑO	CONSUMO (m <sup>3</sup> )
2012	100.382
2013	108.859
2014	139.751
2015	111.617
2016	114.788
2017	114.434

Dado que la población en los años 2018 y 2019 se ha mantenido prácticamente constante, el análisis de los datos anteriores se considera suficientemente válido. De los datos anteriores facilitados por la empresa suministradora se obtiene lo siguiente:

AÑO	CONSUMO (m <sup>3</sup> )	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:

$$\text{Factor de estacionalidad medio} = 1,29$$

## 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 2019) = 950 habitantes.
- Promedio de volumen de agua de abastecimiento al núcleo urbano de Escañuela mensual (valor medio) =  $4.634,54 \text{ m}^3/\text{mes}$
- Dotación de abastecimiento de agua (según datos de consumo de agua) =  $160,26 \text{ l/hab/día}$
- Factor de estacionalidad del abastecimiento real de agua (temporada alta/valor medio anual) = 1,29

### 3. ESTUDIO DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

#### 3.1 HORIZONTES DE POBLACIÓN

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

- E.D.A.R ..... 25 años
- Conducciones de saneamiento y EBAR..... 25 años

#### 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 prognosis 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 (NNS, PGOU y POTA).
- Volúmenes de caudales de consumos históricos de agua potable en el núcleo urbano de Escañuela, aportados por el explotador del servicio de aguas (Ayuntamiento).
- Publicaciones oficiales.

##### 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.

##### 3.2.2 METODOLOGÍA EMPLEADA

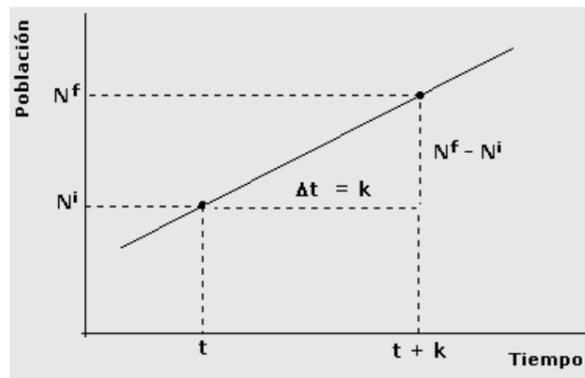
En todos los modelos aplicados la metodología es muy similar. En primer lugar, se calcula una tasa de crecimiento fundamentada en las series históricas de datos obtenidos del INE, que en cada modelo se calcula de una determinada

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.

### 3.2.2.1 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,

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

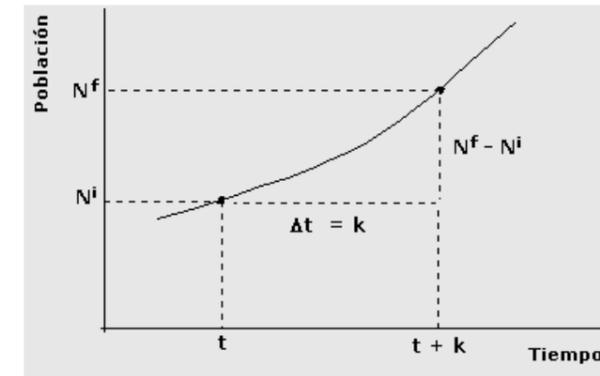
Si se despeja el valor de "r" en la ecuación anterior, se obtiene la fórmula para la tasa de crecimiento bajo el supuesto aritmético:

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

### 3.2.2.2 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:

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

### 3.2.2.3 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 no 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.

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.

### 3.2.2.4 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

## 3.2.3 CÁLCULO DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

### 3.2.3.1 Método Aritmético

El Método Aritmético consiste en considerar que el crecimiento de una población es constante 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<sub>i</sub> = población en tiempo p<sub>i</sub>

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 para los últimos diez años:

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

crecimiento anual estimado %	-0,43
Año	Población
2.019	950

Series estimadas (Año)	Población futura
2.020	946
2.021	942
2.022	938
2.023	934
2.024	930
2.025	925
2.026	921
2.027	917
2.028	913
2.029	909
2.030	905
2.031	901
2.032	897
2.033	893
2.034	889
<b>2.035</b>	<b>885</b>
<b>2.045</b>	<b>844</b>

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

crecimiento anual estimado %	-0,43
Año	Población
2.019	950

Series estimadas (Año)	Población futura
2.020	946
2.021	942
2.022	938
2.023	934
2.024	930
2.025	926
2.026	922
2.027	918
2.028	914
2.029	910
2.030	906
2.031	902
2.032	898
2.033	894
2.034	891
<b>2.035</b>	<b>887</b>
<b>2.045</b>	<b>849</b>

**3.2.3.2 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:

**3.2.3.3 Crecimiento según planeamiento urbanístico 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:

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

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-8	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 N.N.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 Total 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>	1.890 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/I/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:

- 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 previsto %	0,99
------------------------------	------

Año	Población
2.019	950

Series estimadas (Año)	Población futura
2.020	959
2.021	969
2.022	978
2.023	988
2.024	997
2.025	1.006
2.026	1.016
2.027	1.025
2.028	1.035
2.029	1.044
2.030	1.053
2.031	1.063
2.032	1.072
2.033	1.082
2.034	1.091
<b>2.035</b>	<b>1.100</b>
<b>2.045</b>	<b>1.195</b>

### 3.2.3.4 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 1% siendo coherente con el crecimiento obtenido según el PGOU y POTA) 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)**

Año	Tasa inicial crecimiento %	Población
2.019	1,00	950

Series estimadas (Año)	% crecimiento	Población futura
2.020	1,00	960
2.021	0,96	969
2.022	0,92	978
2.023	0,88	986
2.024	0,84	995
2.025	0,80	1.002
2.026	0,76	1.010
2.027	0,72	1.017
2.028	0,68	1.024
2.029	0,64	1.031
2.030	0,60	1.037
2.031	0,56	1.043
2.032	0,52	1.048
2.033	0,48	1.053
2.034	0,44	1.058
<b>2.035</b>	<b>0,40</b>	<b>1.062</b>
<b>2.045</b>	<b>0,00</b>	<b>1.084</b>

### 3.2.3.5 Método del MOPU

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

Año 1999 = 951

Año 2009 = 970

Año 2019 = 950

$$P_{2019} = P_{2009} (1 + \beta)^{10} \quad \text{sustituyendo valores se obtiene } \beta = -0,00208$$

$$P_{2019} = P_{1999} (1 + \beta)^{20} \quad \text{sustituyendo valores se obtiene } \gamma = -0,00005$$

$$\alpha = \frac{2\beta + \gamma}{3} = -0,00141$$

Prognosis para los años 2035 y 2045:

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

$$P_{2035} = 929$$

$$P_{2045} = 919$$

### 3.2.3.6 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

#### 3.2.3.6.1 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.

Para ello obtendremos del SIMA (Sistema de información multiterritorial de Andalucía) los datos de viviendas principales y no principales:

Según el Censo 2011 del SIMA, existen en Escañuela (todo el término municipal) 370 viviendas principales y 17 viviendas no principales (secundarias más vacías).

Si suponemos que se ocupan en un determinado momento el 100% de las viviendas existentes, esto supondría la ocupación de 387 viviendas, lo que a su vez supone un incremento con respecto a las viviendas habituales del 4,59 %. Así pues, este es el mismo porcentaje que supondremos que se incrementará la población en los meses estivales. Este porcentaje, aunque está extraído de las viviendas totales del municipio, se adoptará también para las viviendas del núcleo urbano que es la zona que realmente nos afecta en nuestro caso.

Por otro lado, el Excmo. Ayto. de Escañuela ha facilitado información acerca de la población estival: en el mes de agosto se celebran las fiestas patronales en la que se estima que se genere un aumento de la población de entre 150 y 200 habitantes, tomando este último como valor más desfavorable. Por tanto, según el aumento de habitantes debido a las fiestas, el factor de estacionalidad sería de:

$$\text{Cfte. Estacionalidad} = (950 + 200) / 950 = 1,21$$

Dado que hay bastante diferencia entre el factor de estacionalidad aportado por el estudio del número de viviendas y el obtenido a partir de la información del Ayto. de Escañuela, se procederá a tomar el más desfavorable y cotejado con la realidad.

Así pues, en este caso el factor de estacionalidad sería **1,21**.

#### 3.2.3.6.2 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 "2.4.- Datos suministrados por el explotador del servicio de aguas", se puede comprobar que el factor de estacionalidad para los meses estivales de verano es **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, adoptando un coeficiente de estacionalidad de **1,25**.

## 3.3 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 2045
Método crecimiento aritmético teniendo en cuenta la serie de los últimos diez años	-0,43%	844
Método crecimiento geométrico teniendo en cuenta la serie de los últimos diez años	-0,43%	849
Método de la curva logística	1,00% (estimado)	1.084
Método del M.O.P.U	-	919
Considerando el crecimiento previsto en el PGOU y el POTA (en 20 años)	0,99%	1.195

Los resultados obtenidos considerando la serie de los últimos diez años arrojan valores excesivamente bajos (dado que el crecimiento es negativo), 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 dada 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, aunque estimado en relación a datos obtenidos del crecimiento teórico según el planeamiento vigente del municipio.

Para quedar del lado de la seguridad, la tasa de crecimiento en los métodos aritmético y geométrico se va a tomar un 0,1% arrojando los siguientes valores:

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

crecimiento anual estimado %	0,10
Año	Población
2.019	950
Series estimadas (Año)	Población futura
<b>2.035</b>	<b>965</b>
<b>2.045</b>	<b>975</b>

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

crecimiento anual estimado %	0,10
Año	Población
2.019	950
Series estimadas (Año)	Población futura
<b>2.035</b>	<b>965</b>
<b>2.045</b>	<b>975</b>

Por todo lo anterior, finalmente adoptamos el valor medio de los cuatro métodos estudiados, entendiendo que es un valor de crecimiento optimista pero razonable.

AÑO	ESCAÑUELA				
	MET. ARITMETICO	MET. GEOMETRICO	MET. CURVA LOGISTICA	MET. MOPU	VALOR MEDIO
2.020	951	951	960	950	<b>953</b>
<b>2.035</b>	965	965	1.002	929	<b>966</b>
<b>2.045</b>	975	975	1.084	919	<b>989</b>

En cuanto al factor de estacionalidad, según se ha calculado en el apartado anterior, finalmente adoptaremos el siguiente valor:

$$\text{Factor de estacionalidad} = 1,25$$

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

Población de diseño	Año 2045 (año horizonte diseño)	
	Temporada baja	Temporada alta
	989	1.237

## 4. ESTUDIO DE DOTACIÓN Y CAUDALES

### 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 Gestor de la red, que en este caso es el propio Ayto. de Escañuela.

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.

Según los datos proporcionados por el explotador del servicio de abastecimiento de aguas al municipio, tal y como se indica en el apartado “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:

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

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

Adicionalmente, de acuerdo con la campaña de aforos y analíticas realizada, la dotación de aguas negras media es de 250,1 litros/hab./día.

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

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

## 4.2 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE AGUA RESIDUAL

Se va a considerar que la dotación de aguas residuales es la misma que la dotación de abastecimiento adoptada, quedando así del lado de la seguridad en el dimensionamiento hidráulico de las instalaciones de la EDAR y la agrupación de vertidos.

Así pues, la dotación de agua residual será:

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

## 4.3 CAUDALES DE CÁLCULO DE ABASTECIMIENTO

### 4.3.1 CAUDAL MEDIO

Caudal medio de abastecimiento para el año horizonte 2045 es:

$$Q_{\text{med abast. (2045)}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab/día} = 2,86 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{med abast. (2045)}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab/día} = 3,58 \text{ l/s}$$

### 4.3.2 CAUDAL MÍNIMO

Caudal mínimo de abastecimiento para el año horizonte 2045 es:

$$Q_{\text{min abast. (2045)}} = \text{Para temporada baja} = 989 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab/día} / 2,4 = 1,19 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{min abast. (2045)}} = \text{Para temporada alta} = 1.237 \text{ hab} \times 250 \text{ l/hab/día} / 2,4 = 1,49 \text{ l/s}$$

### 4.3.3 CAUDAL PUNTA

Caudal punta de abastecimiento para el año horizonte 2045 es:

$$Q_{\text{punta abast. (2045)}} = \text{Para temporada baja} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 6,87 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{punta abast. (2045)}} = \text{Para temporada alta} = Q_{\text{med}} \times 2,4 = 8,59 \text{ l/s}$$

### 4.3.4 RESUMEN

A modo de resumen, los caudales de cálculo de abastecimiento para el año horizonte 2045 (EDAR) 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

#### 4.4 CAUDALES DE CÁLCULO DE SANEAMIENTO

Dado que la dotación de saneamiento y abastecimiento es la misma, los caudales también serán los mismos.

##### 4.4.1 RESUMEN

A modo de resumen, los caudales de cálculo de saneamiento para el año horizonte 2045 son:

SANEAMIENTO				
	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
<b>Q max (dilución)</b>	51,51	14,31	64,43	17,90

#### 5. CONCLUSIONES

A partir de los caudales anteriores y los datos de contaminación obtenido en el Anejo nº6, se establecen los parámetros de diseño de la EDAR adoptados.

		AAVV Y EDAR ESCAÑUELA			
		Año 2020		Año horizonte (2045)	
		Invierno	Verano	Invierno	Verano
<b>Población</b>					
Población	(hab)	953	1.192	989	1.237
<b>Caudales</b>					
Dotación saneamiento	(l/hab x día)	250	250	250	250
Caudal diario	(m <sup>3</sup> /día)	238,25	298,00	247,25	309,25
Caudal medio	(m <sup>3</sup> /hora)	9,93	12,42	10,30	12,89
	(l/s)	2,76	3,45	2,86	3,58
Factor punta adoptado		2,40	2,40	2,40	2,40
Caudal punta biológico	(m <sup>3</sup> /hora)	23,83	29,80	24,73	30,93
	(l/s)	6,62	8,28	6,87	8,59
Coefficiente caudal máximo		5	5	5	5
Caudal máximo pretratamiento	(m <sup>3</sup> /hora)	49,64	62,08	51,51	64,43
	(l/s)	13,79	17,25	14,31	17,91
<b>DBO<sub>5</sub></b>					
Carga unitaria	(gr/hab x día)	73,75	73,75	73,75	73,75
Carga	(kg/día)	70,28	87,91	72,94	91,23
Concentración	(mg/l)	295	295	295	295
<b>DQO</b>					
Carga unitaria	(gr/hab x día)	133,50	133,50	133,50	133,50
Carga	(kg/día)	127,23	159,13	132,03	165,14
Concentración	(mg/l)	534	534	534	534
<b>SS</b>					
Carga unitaria	(gr/hab x día)	60	60	60	60
Carga	(kg/día)	57,18	71,52	59,34	74,22
Concentración	(mg/l)	240	240	240	240
<b>Nitrógeno NTK</b>					
Carga unitaria	(gr/hab x día)	16,00	16,00	16,00	16,00
Carga	(kg/día)	15,25	19,07	15,82	19,79
Concentración	(mg/l)	64	64	64	64
<b>Fósforo</b>					
Carga unitaria	(gr/hab x día)	1,65	1,65	1,65	1,65
Carga	(kg/día)	1,57	1,96	1,63	2,03
Concentración	(mg/l)	6,58	6,58	6,58	6,58
Temperatura °C		12	25	12	25