



TRABAJO FINAL DE GRADO



PROGRAMA DE ACTUACIÓN INTEGRADA DEL SECTOR URBANIZABLE TERCIARIO SUZ-5 EN ALBALAT DELS SORELLS (VALENCIA). ALTERNATIVA TÉCNICA

ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN

ANEJO DE RED DE AGUAS RESIDUALES

Autor: ANTONIO JESÚS PIERA MORA

Tutor: JOSÉ LUIS MIRALLES GARCÍA

173 – GRADO DE INGENIERÍA CIVIL

CURSO 2017/18 (SEPTIEMBRE 2018)

Índice

- 2.3) Cálculo de la red de aguas residuales.
 - 2.3.1) Introducción.
 - 2.3.1.1) Normativa de aplicación.
 - 2.3.1.2) Tipo de red.
 - 2.3.1.3) Trazado de la red de aguas residuales.
 - 2.3.1.4) Perfil de la red de aguas residuales.
 - 2.3.1.5) Materiales y diámetros de las tuberías.
 - 2.3.2) Determinación del caudal de aguas residuales.
 - 2.3.3) Cálculo hidráulico de colectores.
 - 2.3.3.1) Formulación.
 - 2.3.3.2) Dimensionamiento.
 - 2.3.4) Elementos integrantes de la red.
 - 2.3.4.1) Acometidas a parcelas.
 - 2.3.4.2) Pozos de registro.
 - 2.3.4.3) Conducciones.
 - 2.3.4.4) Pozos de bombas.

2.3. CÁLCULO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

2.3.1. INTRODUCCIÓN

2.3.1.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La legislación que va a ser de aplicación para la construcción de la red de saneamiento es la siguiente:

- Orden 15/9/86 por la que se aprueba el “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento a poblaciones”.
- Memoria Justificativa del PGOU de Albalat dels Sorells.
- Normas Urbanísticas del PGOU de Albalat dels Sorells.
- Ordenanza Municipal de Saneamiento.

2.3.1.2. TIPO DE RED

La nueva red de saneamiento que va a ser instalada en el interior del sector SUZ-5 será, a diferencia del resto de la antigua red municipal, de tipo separativo, es decir, con una parte de la red que recibirá únicamente los caudales procedentes de las aguas residuales y otra que desalojará los caudales derivados de los episodios de lluvia. El desarrollo de este tipo de redes en sectores de nueva urbanización es en la actualidad de carácter obligatorio, dado que así lo establecen las Normas de Coordinación Metropolitana de la Generalitat Valenciana, y del mismo modo viene indicado en el Art. 54 de las Normas Urbanísticas del PGOU de Albalat dels Sorells.

2.3.1.3. TRAZADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

La red de aguas residuales seguirá el correspondiente recorrido de desagüe desde las parcelas edificables hasta la llegada a la EDAR denominada “Cuenca del Carraixet”, la cual se realizará a través de la red general ya existente en el municipio dado que el incremento de caudal generado por la nueva actuación se entiende como asumible por dicha red general. Así pues, el trayecto de los nuevos colectores abarcará desde su origen en los nuevos edificios hasta la salida del sector por la media rotonda junto a la CV-3017, y prolongándose desde ahí bajo dicha vía hasta su posterior conexión con la citada red general municipal de Albalat dels Sorells, aproximadamente a la altura de la confluencia de la misma con la C/ Crist de les Ànimes.

Los colectores principales ocuparán el centro del subsuelo de los viales bajo los cuales van a discurrir, en tanto que los colectores secundarios evacuarán hasta los anteriores las aguas residuales procedentes de los edificios. La

distribución de los colectores de esta nueva red será la que se muestra en el posterior plano adjunto denominado “Red de Aguas Residuales”, en donde los colectores R3 y R5 son los principales y los colectores R1, R2 y R4 son los secundarios o de acometida a las parcelas, en el interior de las cuales se efectuará también la correspondiente red de evacuación hasta los colectores anteriores. Las uniones entre los colectores secundarios y los principales se llevarán a cabo formando ángulos que en ningún caso superarán los 60°, a fin de facilitar la evacuación de las aguas en todo su recorrido, con unos radios de entrada que deberán ser de al menos 5 ó 6 veces el diámetro del respectivo colector de aguas arriba.

2.3.1.4. PERFIL DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

Los perfiles de diseño de los colectores vienen definidos por dos características principales: la pendiente de los mismos y la profundidad a la que se ubica, en la sección viaria, la clave o punto más alto de éstos respecto de la cota del pavimento.

La pendiente lleva asociada una determinada velocidad del flujo, la cual deberá encontrarse en un rango de valores delimitados por un valor mínimo que asegure la autolimpieza de los colectores, es decir, que evite que se produzca sedimentación y posible obstrucción del flujo en el interior de los mismos, y por un valor máximo que impida que se produzca la erosión de dichos colectores. Así pues, dichos valores quedan establecidos en un mínimo de 0,6 m / s y en un máximo de 4 m / s, como bien se especifica en el Art. 54 de las Normas Urbanísticas del PGOU municipal.

En el caso de la profundidad, se requiere una distancia mínima de 1 m entre el pavimento viario y la clave de los colectores, estableciendo dicha distancia en un rango entre 1 y 4 m en función de la topografía del lugar, y teniendo en cuenta, además, que los colectores han de discurrir a cota inferior a la del resto de las redes de servicios. El hecho de evitar establecer profundidades superiores se debe, por una parte, a que lo contrario produciría un encarecimiento de la construcción y el mantenimiento de la nueva red, y por otra, a que el nivel freático se encuentra relativamente cerca de la superficie viaria, por lo que en aquellas zonas en que se alcance dicho nivel freático se colocará el pertinente recubrimiento exterior de los colectores con la idea fundamental de que no se produzcan fugas hacia el exterior, ni tampoco infiltraciones del agua freática hacia el interior de dichos colectores.

Con todo ello, se establecerá la pendiente de los colectores, que normalmente oscilará entre un 0,5 y un 1% en el caso de los colectores principales, y entre un 2 y un 3% para el caso de los colectores secundarios (los cuales, por su menor recorrido, precisarán de una pendiente mayor que la de los principales). La conexión entre colectores de distinta pendiente y/o diámetro se resolverá con uniones entre ellos desde la clave y no desde la solera, evitando así que se produzcan curvas de remanso del flujo que provoquen la obstrucción del colector de menor diámetro.

2.3.1.5. MATERIALES Y DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS

Los materiales y diámetros de las conducciones vienen definidos en el Art. 54 de las Normas Urbanísticas del PGOU municipal y en el Art. 11 de la Ordenanza Municipal de Saneamiento. En concreto, se indica que dichas conducciones serán de hormigón vibro-comprimido y con un diámetro mínimo de 30 cm en colectores principales, y de polietileno corrugado SN8 con un diámetro mínimo de 20 cm en colectores secundarios (acometidas a parcelas).

2.3.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

Se considera que el caudal de aguas residuales proviene, en su totalidad, de la red de agua potable, por lo que en principio se ha de tomar como referencia el caudal de suministro de dicha red de agua potable, el cual va asociado a una dotación que queda estipulada, según la ficha de planeamiento del sector, en un máximo de 150 l / hab / día. En la Memoria Justificativa del PGOU de Albalat dels Sorells, se expresa que para el caso del sector SUZ-5, la equivalencia de dicha dotación es de 25 l / ocupante / día y de 1 ocupante / 25 m², por lo que ello supone una dotación equivalente de 1 l / m² / día. Así pues, el caudal máximo diario de suministro de agua potable del sector será de:

$$Q_{\text{med,ap}} = \text{Dotación (l / m}^2\text{ / día)} \cdot \text{Edificabilidad (m}^2\text{)} = 1 \cdot 25239,00 = 25239,00 \text{ l / día.}$$

Dicho caudal máximo diario equivale a un caudal medio, expresado en l / s, de:

$$Q_{\text{med,ap}} = Q_{\text{med,ap}} \text{ (l / día)} \cdot \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ s}} = \frac{25239,00}{86400} = 0,29 \text{ l / s.}$$

No obstante, la distribución de caudales en la red de aguas residuales a lo largo de cada día va a ser bastante variable, con lo que a priori no se sabe cual va a

ser el caudal punta de la misma expresado en l / s. Por tanto, para el cálculo de ese caudal punta, o caudal máximo instantáneo, se recurrirá a la expresión proporcionada por la normativa de obras de saneamiento de la ciudad de Valencia, que es la que se muestra seguidamente:

$$Q_{p,r} = K_r (l / s / Ha) \cdot A (Ha) \cdot f, \text{ con } f = 3,697 \cdot (K_r (l/s/ Ha) \cdot A^* (Ha))^{-0,0733}$$

En dicha expresión, entendiendo que la zona de la actuación es de índole urbana o similar (a las afueras del casco urbano, pero bastante cerca del mismo), se tomará un valor de K_r asociado a este hecho de 1,2 l / s / Ha. Por otro lado, el valor de A y el de A^* coincidirán siempre y cuando el área de la cuenca sea de al menos 1 Ha, mientras que en caso contrario A^* siempre se tomará como 1 Ha. Finalmente, al respecto de esto cabe decir que el cálculo del caudal máximo instantáneo total de aguas residuales se realizará por suma de los caudales relativos a las tres parcelas edificables, cuyos valores individualizados aparecen posteriormente, en el apartado correspondiente al dimensionamiento de la red. Así pues, según lo expresado dicho caudal punta total será de:

$$\begin{aligned} Q_{p,r} &= 1,2 \cdot 0,94375942 \cdot 3,697 \cdot (1,2 \cdot 1)^{-0,0733} + 1,2 \cdot 1,02022737 \cdot 3,697 \cdot \\ &\cdot (1,2 \cdot 1,02022737)^{-0,0733} + 1,2 \cdot 1,02907830 \cdot 3,697 \cdot (1,2 \cdot 1,02907830)^{-0,0733} = \\ &= 13,09 \text{ l / s.} \end{aligned}$$

2.3.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

2.3.3.1. FORMULACIÓN

Existen diversas fórmulas de aplicación, al margen de las utilizadas para el cálculo de caudales de aguas residuales, para el cálculo hidráulico de colectores. La primera es la denominada fórmula de Manning, mediante la que se calcula la velocidad en el interior del colector cuando éste funciona a sección llena, siguiendo la expresión:

$$v (m / s) = \frac{1}{n} \cdot (R (m))^{2/3} \cdot (i (m / m))^{1/2}$$

En esta expresión, R es el radio hidráulico del colector, magnitud que relaciona la sección mojada con el perímetro mojado y que, para colectores de sección circular como los que van a ser empleados, tiene un valor de $D / 4$, siendo D el diámetro de los mismos. De igual modo, i es la pendiente de dichos colectores y n es el coeficiente de Manning, el cual se relaciona con la rugosidad del material de cada colector y cuyos valores varían en función

de cada uno de esos materiales, siendo dichos valores los expresados en la siguiente tabla:

Tipo de material	n
Hormigón	0,015
PVC	0,010
Gres	0,010
Fibrocemento, hormigón centrifugado	0,011
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,010
Polietileno corrugado SN8	0,012

Para hallar el diámetro que resulta estrictamente necesario, en un colector, para que pueda evacuar un determinado caudal Q (el cual será, para el caso de redes unitarias, la suma del caudal de aguas pluviales correspondiente al periodo de retorno de diseño de dichas redes, más el de punta de aguas residuales), se utilizará la siguiente ecuación:

$$D \text{ (m)} = 1,548 \cdot \left(\frac{Q \text{ (m}^3 \text{ / s)} \cdot n}{(i \text{ (m / m)})^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Aquí, una vez calculado el diámetro D asociado al caudal Q, se buscará el diámetro normalizado inmediatamente superior al obtenido, siendo éste último el elegido finalmente en el diseño. Posteriormente, habrá que realizar la correspondiente comprobación de las velocidades del flujo en el colector en función de lo expresado anteriormente, las cuales se obtendrán mediante la expresión que aparece a continuación:

$$v \text{ (m / s)} = \frac{8 \cdot Q \text{ (m}^3 \text{ / s)}}{(D \text{ (m)})^2 \cdot (\theta \text{ (rad)} - \text{sen}(\theta \text{ (rad)}))}$$

En esta última expresión, θ es el ángulo que forma el centro del colector con los bordes de la superficie mojada, y que viene dado según esta otra expresión:

$$(\theta \text{ (rad)} - \text{sen}(\theta \text{ (rad)}))^5 - (\theta \text{ (rad)})^2 \cdot \frac{8192}{(D \text{ (m)})^8} \cdot \left(\frac{Q \text{ (m}^3 \text{ / s)} \cdot n}{(i \text{ (m / m)})^{1/2}} \right)^3 = 0$$

2.3.3.2. DIMENSIONAMIENTO

Para efectuar el dimensionamiento de la nueva red de aguas residuales en el interior del sector, se tomará en primer lugar un caudal mínimo de circulación de unos 2,00 l / s (para cada parcela y de manera simultánea,

obteniendo así un caudal de 4,00 l / s en el colector R3, el cual recibe las aguas de R1 y R2, y otro de 6,00 l / s en el colector R5, que recibe las aguas de R3 y R4), asimilable aproximadamente al desecho relativo a un uso puntual y particular de agua potable por parte de los ocupantes del sector, mediante el cual se realizará el cálculo de las pendientes mínimas necesarias para conseguir una velocidad del flujo de 0,6 m / s. Puesto que el recorrido de esta nueva red va a ser en contrapendiente con respecto al viario bajo el cual va a discurrir, se buscará que la pendiente de diseño sea la mínima posible teniendo en cuenta dicho criterio de velocidad, a fin de evitar que los colectores alcancen profundidades excesivamente grandes que dificulten las tareas de construcción y mantenimiento, más si cabe teniendo en cuenta la cercanía del nivel freático con respecto a la superficie viaria. Además, hay que señalar que los colectores R1, R2 y R4, al tratarse de acometidas a sus respectivas parcelas, han de diseñarse con una pendiente mínima de un 2% y un diámetro mínimo de 200 mm. Así pues, dada la distribución de la red de colectores que se muestra en el correspondiente plano adjunto al presente Anteproyecto de Urbanización (denominado “Red de Aguas Residuales”), el caudal mínimo anteriormente especificado, el material de los colectores (hormigón, con coeficiente de Manning 0,015, y PE corrugado SN8, con n igual a 0,012) y que el diámetro mínimo de los colectores principales ha de ser de 300 mm (como bien se ha dicho antes), los resultados que se obtienen para las pendientes, los diámetros, los ángulos mojados y las velocidades son los que se muestran en la tabla inferior:

Colector	$A_{r,i} \text{ (m}^2\text{s)}$	$A_{r,i} / A_r \text{ (\%)}$	$Q_{r,i,\min} \text{ (l / s)}$
R1	10290,7830	34,38	2,00
R2	10202,2737	34,09	2,00
R3	20493,0567	68,47	4,00
R4	9437,5942	31,53	2,00
R5	29930,6509	100,00	6,00

Colector	$i_{r,i} \text{ (m / m)}$	$D_{r,i,\min} \text{ (mm)}$	$D_{r,i} \text{ (mm)}$	$\theta_{r,i} \text{ (rad)}$	$v_{r,i} \text{ (m / s)}$
R1	0,0200	59,70	200,00	1,5119	0,78
R2	0,0200	59,70	200,00	1,5119	0,78
R3	0,0096	96,69	300,00	1,5926	0,60
R4	0,0200	59,70	200,00	1,5119	0,78
R5	0,0068	119,96	300,00	1,8501	0,60

Por otro lado, el cálculo de los caudales máximos instantáneos asociados a cada uno de los colectores principales, en los que van a desaguar los desechos pertenecientes a las respectivas parcelas edificables (cuyas áreas independientes y añadidas son las que vienen indicadas en la tabla anterior), se realiza en función de dichas áreas, empleando para ello la misma fórmula que en el caso del área total de las mismas (que se corresponde con el resultado del colector R5). A partir de estos caudales, que son los que se muestran en la tabla superior de las dos que aparecen a continuación, y por aplicación de las ecuaciones anteriores para el dimensionamiento de los

colectores, se obtienen los resultados de la tabla inferior, correspondientes a diámetros, ángulos mojados y velocidades del flujo en los mismos:

Colector	$A_{r,i}$ (m ² s)	$A_{r,i} / A_r$ (%)	$Q_{r,i,max}$ (l / s)
R1	10290,7830	34,38	4,50
R2	10202,2737	34,09	4,46
R3	20493,0567	68,47	8,95
R4	9437,5942	31,53	4,13
R5	29930,6509	100,00	13,09

Colector	$i_{r,i}$ (m / m)	$D_{r,i,min}$ (mm)	$D_{r,i}$ (mm)	$\theta_{r,i}$ (rad)	$v_{r,i}$ (m / s)
R1	0,0200	80,89	200,00	1,8652	0,99
R2	0,0200	80,65	200,00	1,8612	0,99
R3	0,0096	130,80	300,00	1,9685	0,76
R4	0,0200	78,37	200,00	1,8238	0,97
R5	0,0068	160,71	300,00	2,2957	0,75

2.3.4. ELEMENTOS INTEGRANTES DE LA RED

2.3.4.1. ACOMETIDAS A PARCELAS

La red de aguas residuales se distribuirá de tal manera que se minimice el recorrido bajo los viales públicos, por lo que la mayor parte de la misma (colectores secundarios) discurrirá por el subsuelo de las parcelas edificables, disponiendo en cada caso una única salida al viario público (según lo indicado en el plano “Red de Aguas Residuales”) junto a la cual, en principio, habría de ubicarse la correspondiente arqueta de arranque, bajo la acera del mismo como bien se expresa en la Ordenanza Municipal de Saneamiento, además de ir cada una de ellas provista del respectivo sifón con la idea de evitar los malos olores procedentes de la red. No obstante, la propia Ordenanza indica que en el caso de aguas residuales asimilables a domésticas (como es el caso) la conexión al colector principal habrá de realizarse directamente por medio de un pozo de registro. Los tramos de entronque desde la salida de las parcelas edificables hasta el colector principal se unirán formando ángulos entre colectores de aproximadamente unos 60° (a excepción de la unión entre R1 y R3, que será directa con un ángulo de 0° puesto que el segundo se entiende como una continuación del primero) para facilitar el tránsito del flujo, con radios de entrada que serán de unos 4,5 m. En ese mismo sentido, la pendiente de estos colectores de unión será diseñada para valores que en todo caso deben ser al menos iguales a un 2%. Por otro lado, la distancia entre la clave de dichos colectores y el pavimento viario deberá ser de al menos 1 m, aunque tendrá que ser superior dado que habrán de cruzar por debajo del trazado del resto de redes de servicios, y en especial de la red de pluviales. En cualquier caso, en las citadas uniones la cota de la clave de los colectores de empalme deberá de ser como mínimo la misma que la de los colectores principales, en

tanto que el diámetro mínimo de los primeros ha de ser de 200 mm (en relación con un diámetro de 300 mm para los segundos). Con todo ello, se efectúa la configuración de red expresada previamente para el caso de los colectores de unión R1, R2 y R4.

2.3.4.2. POZOS DE REGISTRO

Los pozos de registro se dispondrán en las confluencias de los colectores secundarios (de empalme) con los principales, y también en aquellas zonas intermedias siempre que la distancia sea la adecuada, quedando en cualquier caso grafiados, en el plano 3.4 “Planta de la Red de Aguas Residuales”, los puntos en los que se emplazarán dichos pozos. La ubicación de las entradas a estos pozos de registro quedará justamente en la parte superior de dichos colectores, y tendrán un diámetro de 800 mm y una profundidad que variará según la zona donde se encuentren y la profundidad a la que estén los colectores.

2.3.4.3. CONDUCCIONES

Se dispondrán en la forma expresada anteriormente, teniendo unas uniones con los colectores de empalme que serán realizadas, como bien se ha dicho previamente, formando ángulos de en torno a unos 60° para adecuar el tránsito del flujo de un colector a otro. Así mismo, el diámetro de estas conducciones será de 300 mm, que es el mínimo exigido para colectores principales según lo expresado en el Art. 54 de las Normas Urbanísticas del PGOU municipal.

2.3.4.4. POZOS DE BOMBAS

Se ubicarán en aquellos lugares en los que sea estrictamente necesaria una elevación de cota de los colectores y, por ende, del flujo de agua que por ellos circula. Si son necesarios, tendrán que disponerse bajo las superficies de las parcelas edificables, como bien se expresa en la Ordenanza Municipal de Saneamiento, aunque también se precisará de pozos de bombeo en la red principal dado que se han de alcanzar profundidades importantes bajo la superficie viaria (de entre 3 y 4 m a una distancia de unos 5 m aguas abajo del inicio del colector R5, puesto que el desagüe y la circulación viaria poseen pendientes opuestas). Concretamente, se colocará un pozo de bombas en el punto indicado del colector R5 (5 m aguas abajo del comienzo del mismo, en la confluencia entre el colector R3 y el R4) y, posteriormente,

se ubicarán otro pozo o dos más hasta la confluencia con la red general existente en función de la distancia en que se vuelvan a alcanzar las profundidades anteriores.