



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 PLUVIALES

Autor: ANTONIO JESÚS PIERA MORA

Tutor: JOSÉ LUIS MIRALLES GARCÍA

173 – GRADO DE INGENIERÍA CIVIL

CURSO 2017/18 (SEPTIEMBRE 2018)

Índice

- 2.4) Cálculo de la red de aguas pluviales.
 - 2.4.1) Introducción.
 - 2.4.1.1) Normativa de aplicación.
 - 2.4.1.2) Trazado de la red de aguas pluviales.
 - 2.4.1.3) Perfil de la red de aguas pluviales.
 - 2.4.1.4) Materiales y diámetros de las tuberías.
 - 2.4.2) Caudal de diseño para aguas pluviales.
 - 2.4.3) Cálculo hidráulico de colectores.
 - 2.4.3.1) Hipótesis de funcionamiento.
 - 2.4.3.2) Dimensionamiento.
 - 2.4.4) Elementos integrantes de la red.
 - 2.4.4.1) Pozos de registro.
 - 2.4.4.2) Conducciones.
 - 2.4.4.3) Imbornales.
 - 2.4.4.4) Pozos de bombas.

2.4. CÁLCULO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES

2.4.1. INTRODUCCIÓN

2.4.1.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La normativa a aplicar en este caso va a ser la que se muestra a continuación:

- Orden 14/5/90 Instrucción de Carreteras 5.2-IC: Drenaje superficial.
- Memoria Justificativa del PGOU de Albalat dels Sorells.
- Normas Urbanísticas del PGOU de Albalat dels Sorells.

2.4.1.2. TRAZADO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES

La red de aguas pluviales consta de una serie de conductos, a ubicarse bajo la superficie viaria y a una distancia aproximada de 0,5 m con respecto a la línea divisoria de la zona de aparcamientos y la calzada (y bajo esta última), cuya dirección de desagüe coincidirá con la de escorrentía por gravedad del agua de lluvia en superficie. Estos colectores quedarán dispuestos a ambos lados de los viales en la forma en que se muestra en el posterior plano adjunto “Planta de la red de Aguas Pluviales”, de tal manera que el agua recogida por la red confluye en un determinado punto al Este del sector que coincide aproximadamente con la ubicación del punto de mínima cota de la superficie viaria. A partir de dicho punto, el agua se dirigirá hacia el punto de desagüe en el barranco más cercano, bien a través de la red de pluviales ya existente en el casco urbano del municipio (con recorrido de salida paralelo al de la red de aguas residuales y por los mismos viales, en caso de que sea posible la evacuación del caudal máximo de lluvia en el sector por medio de la misma), o bien de manera directa con una nueva conducción que llegue hasta el destino final. Las uniones entre colectores se efectuarán del mismo modo que para los de aguas negras, es decir, por medio de ángulos de 60° como máximo, en tanto que los radios de entrada serán también similares a los anteriores, quedando del orden de unos 4,5 m.

2.4.1.3. PERFIL DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES

Los criterios a emplear para el diseño del perfil de la red de pluviales serán también similares a los de la red de saneamiento, con la diferencia de que la velocidad mínima a garantizar en el flujo para evitar la sedimentación de partículas vendrá asociada en este caso al chubasco cuyo periodo de retorno es de 2 años, y será de 0,9 m / s. La velocidad máxima para que no se produzca erosión en los conductos será de 4 m / s, coincidiendo con la establecida anteriormente para la otra red, y estando en este caso asociada al flujo procedente de la lluvia cuyo periodo de retorno es de 25 años. Por lo

que respecta a la posición en relación con la superficie viaria, los colectores se ubicarán igualmente con una profundidad mínima de 1 m (entre dicha superficie viaria y la clave del colector), estando en todo caso a una cota superior a la de los colectores de aguas residuales con los cuales se tengan que cruzar. Se buscará igualmente que esa profundidad no supere los 4 m (entre el pavimento viario y la solera del correspondiente colector) para que no se dificulte la construcción y el mantenimiento de la nueva red, disponiendo así mismo, en los casos en que se alcance el nivel freático, un adecuado recubrimiento exterior de los colectores para evitar tanto fugas como infiltraciones.

2.4.1.4. MATERIALES Y DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS

El material de los colectores de la nueva red de pluviales será, al igual que en el caso de la red residual, hormigón vibro-comprimido, con un rango de diámetros que en este caso será mucho más amplio dado que se requerirán conductos de mayor capacidad para poder evacuar los caudales punta en los episodios de lluvia más desfavorables. El diámetro mínimo será igualmente de 30 cm, en tanto que dicho rango se extenderá hasta un máximo de 130 cm, que es el máximo estrictamente necesario, como se verá posteriormente.

2.4.2. CAUDAL DE DISEÑO PARA AGUAS PLUVIALES

Para el cálculo del caudal de diseño de aguas pluviales se va a emplear el conocido como Método Racional Modificado, el cual se basa en la siguiente expresión, donde el cual queda expresado en m³ / s:

$$Q_{pl} = \frac{C \cdot I \text{ (mm / h)} \cdot A \text{ (Km}^2\text{)} \cdot K}{3,6}$$

Para la aplicación de dicho método, se han de seguir los pasos que se exponen a continuación:

- 1) Obtención de los datos físicos de la cuenca objeto de estudio: el área de dicha cuenca se corresponde con la superficie del sector, la cual es de 50478,00 m². Por otro lado, el umbral de precipitación para que se produzca la esorrentía, P₀, dependerá del tipo de superficie o pavimento sobre el que tenga lugar la lluvia. Concretamente, dichos umbrales de esorrentía serán los indicados en la siguiente tabla:

Superficie	Red viaria	Parcelas edificables	Zona verde
$P_{0,i}$ (mm)	4	4	20

Los valores expresados son los mínimos para los tipos de superficie que se tienen, a fin de realizar el dimensionamiento del lado de la seguridad. Para el cálculo del umbral de escorrentía conjunto de toda la cuenca, se tendrá en cuenta la proporción que representa cada superficie sobre el área total del sector, así como que las franjas viarias ajardinadas tendrán la consideración de red viaria (esto también hace situarse del lado de la seguridad), por lo que dicho valor P_0 será de:

$$P_0 \text{ (mm)} = \frac{\sum (P_{0,i} \text{ (mm)} \cdot A_i \text{ (m}^2\text{s)})}{\sum A_i \text{ (m}^2\text{s)}} = \frac{4,00 \cdot 14124,57 + 4,00 \cdot 29930,65}{50478,00} + \frac{20,00 \cdot 6422,78}{50478,00} = 6,04 \text{ mm}$$

Finalmente, en lo que respecta a la precipitación máxima diaria, P_d , se parte de la información que aparece en la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, del año 1999, y en donde para la zona de Albalat dels Sorells dicha precipitación máxima diaria, calculada para el periodo de un año y referida a cuantiles regionales, se estima en unos 78 mm / día. Esta precipitación se incrementará en un 10% como factor de seguridad para tener en cuenta los posibles incrementos de lluvias en el periodo posterior a dicha publicación y hasta la actualidad, por lo que dicha precipitación máxima diaria quedará estimada en unos 85,8 mm / día. Teniendo en cuenta que el coeficiente de variación de precipitaciones para la zona de estudio es de 0,52, el factor de amplificación para el cálculo de los cuantiles locales será, tal y como viene expresado en la citada publicación, de 2,098 para un periodo de retorno de 25 años y de 0,881 para un periodo de retorno de 2 años. Así pues, los mencionados cuantiles locales para los periodos de retorno de 25 y 2 años serán, respectivamente, los siguientes:

$$P_{d,25} = K_{25} \cdot K_{\Delta} \cdot P \text{ (mm)} = 2,098 \cdot 1,1 \cdot 78 = \mathbf{180,01 \text{ mm}}$$

$$P_{d,2} = K_2 \cdot K_{\Delta} \cdot P \text{ (mm)} = 0,881 \cdot 1,1 \cdot 78 = \mathbf{75,59 \text{ mm}}$$

- 2) Cálculo del coeficiente de escorrentía: el coeficiente de escorrentía C , que representa la relación entre el agua de lluvia no infiltrada y el agua de lluvia total, viene expresado de la siguiente manera, siendo entonces dicho valor de:

$$C_T = \frac{\left(\frac{P_{d,T}(\text{mm})}{P_0(\text{mm})} - 1 \right) \cdot \left(\frac{P_{d,T}(\text{mm})}{P_0(\text{mm})} + 23 \right)}{\left(\frac{P_{d,T}(\text{mm})}{P_0(\text{mm})} + 11 \right)^2}$$

Por tanto, para cada uno de los periodos de retorno para los que se realiza el cálculo de la red de aguas residuales (25 y 2 años, respectivamente), se obtienen unos coeficientes de escurrimiento de:

$$C_{25} = \frac{\left(\frac{180,01}{6,04} - 1 \right) \cdot \left(\frac{180,01}{6,04} + 23 \right)}{\left(\frac{180,01}{6,04} + 11 \right)^2} = 0,9136$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{75,59}{6,04} - 1 \right) \cdot \left(\frac{75,59}{6,04} + 23 \right)}{\left(\frac{75,59}{6,04} + 11 \right)^2} = 0,7398$$

- 3) Cálculo del tiempo de concentración: en principio, se tomará un tiempo de concentración T_c de 10 min, comprobando posteriormente si es necesario aumentar este valor.
- 4) Cálculo de la intensidad de lluvia más desfavorable y corrección de la misma con el factor de reducción areal: el cálculo de la intensidad I_{Tc} se realiza en función de la siguiente expresión, en la que el coeficiente I_1/I_d es de 11 para el litoral mediterráneo:

$$I_{Tc,T} = \frac{P_d(\text{mm / día}) \cdot (1 \text{ día})}{(24 \text{ h})} \cdot \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - T_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Así pues, esta expresión, al ser sustituida por los valores correspondientes de la precipitación máxima diaria relativos a los periodos de retorno de 25 y años, da lugar a unos valores de:

$$I_{Tc,25} = \frac{180,01}{24} \cdot 11^{\frac{28^{0,1} - \left(\frac{10}{60}\right)^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 223,08 \text{ mm / h}$$

$$I_{Tc,2} = \frac{75,59}{24} \cdot 11^{\frac{28^{0,1} - \left(\frac{10}{60}\right)^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 93,68 \text{ mm / h}$$

Dicha intensidad I_{T_c} ha de ser corregida por el factor de reducción areal K_A , el cual será de 1 en este caso dado que el área de la cuenca es inferior a 1 Km^2 (concretamente 0,050478 Km^2), por lo que la intensidad de lluvia más desfavorable I será, para cada caso, de:

$$I_{25} = I_{T_c,25} (\text{mm} / \text{h}) \cdot K_A = 223,08 \cdot 1 = 223,08 \text{ mm} / \text{h}$$

$$I_2 = I_{T_c,2} (\text{mm} / \text{h}) \cdot K_A = 93,68 \cdot 1 = 93,68 \text{ mm} / \text{h}$$

- 5) Cálculo del coeficiente de punta: el coeficiente de punta K viene dado en función de la siguiente expresión, en donde se observa que depende únicamente del tiempo de concentración de la cuenca T_c (expresado en h), y cuyo valor resulta ser de:

$$K = \frac{(T_c (\text{h}))^{1,25}}{(T_c (\text{h}))^{1,25} + 14} = \frac{\left(\frac{10}{60}\right)^{1,25}}{\left(\frac{10}{60}\right)^{1,25} + 14} = 1,0075$$

- 6) Cálculo del caudal a evacuar: el cálculo del caudal a evacuar viene dado en función de la expresión del Método Racional Modificado que ha sido expuesta anteriormente, y cuyos valores, en m^3 / s , para el caso de los periodos de retorno de cálculo y para la superficie total del sector (es decir, referidos al colector principal de salida en el que confluyen el resto de colectores de aguas pluviales que recogen el conjunto de las mismas en el interior del sector) es de:

$$Q_{pl,25} = \frac{C_{25} \cdot I_{25} (\text{mm} / \text{h}) \cdot A (\text{Km}^2) \cdot K}{3,6} = \frac{0,9136 \cdot 223,08 \cdot 0,050478}{3,6} \cdot$$

$$1,0075 = 2,88 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_{pl,2} = \frac{C_2 \cdot I_2 (\text{mm} / \text{h}) \cdot A (\text{Km}^2) \cdot K}{3,6} = \frac{0,7398 \cdot 93,68 \cdot 0,050478}{3,6} \cdot$$

$$1,0075 = 0,98 \text{ m}^3 / \text{s}$$

- 7) Comprobación del tiempo de concentración y corrección de valor: dicha comprobación se realiza mediante la aplicación de la siguiente ecuación, en la que T_c se expresa en minutos, al trayecto de la red de colectores en el cual el flujo tarda más en llegar al punto de desagüe:

$$T_c = \frac{1}{60} \cdot \left(\frac{L_0 (\text{m})}{v_0 (\text{m/s})} + 1,2 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{L_i (\text{m})}{v_i (\text{m/s})} \right)$$

En dicha ecuación, n representa el número de colectores ubicados aguas arriba del punto de desagüe de la cuenca; L_0 es la longitud existente entre el punto más lejano de dicha cuenca (respecto del punto de desagüe de la misma) y el de inicio del colector más cercano; v_0 es la velocidad de la escorrentía superficial, aproximada por la mitad de la velocidad del colector de más aguas arriba; L_i es la longitud de cada uno de los tramos de colector; y v_i es la velocidad de dichos tramos de colector. Así pues, teniendo en cuenta las velocidades alcanzadas en cada tramo de dicha red pluvial (ver valores en el posterior apartado de dimensionamiento), se obtiene un valor del tiempo de concentración que para el periodo de retorno de 25 años puede suponerse como de 10 minutos, mientras que el correspondiente al periodo de retorno de 2 años resulta ser ligeramente superior al supuesto previamente, y que se aproxima a los 10,5 minutos, lo cual hará variar los valores de intensidad, coeficiente de punta y caudal calculados anteriormente para dicho periodo de retorno, quedando los mismos de la siguiente manera:

$$I_{Tc,2} = \frac{75,59}{24} \cdot 11^{\frac{28^{0,1} - \left(\frac{10,5}{60}\right)^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 91,38 \text{ mm / h}$$

$$K_2 = \frac{\left(\frac{10,5}{60}\right)^{1,25}}{\left(\frac{10,5}{60}\right)^{1,25} + 14} = 1,0080$$

$$Q_{pl,2} = \frac{0,7398 \cdot 91,38 \cdot 0,050478 \cdot 1,0080}{3,6} = 0,96 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.4.3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

2.4.3.1. HIPÓTESIS DE FUNCIONAMIENTO

Los colectores de la red pluvial funcionan la mayor parte del tiempo en “seco”, lo que hace que de vez en cuando precisen de algún aporte procedente de la red de riego que sirva para su autolimpieza, es decir, para evitar la deposición de partículas que hayan sido arrastradas hasta el interior de dicha red pluvial. No obstante, el diseño habrá de realizarse para periodos de máxima lluvia, contemplando así el caudal de aguas pluviales en su episodio más desfavorable para un periodo de retorno dado (25 años) a fin de garantizar que los colectores van a poder desalojar dicho flujo de agua. En cuanto al régimen del flujo, se tratará de que dichos colectores operen siempre en lámina libre.

2.4.3.2. DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de la red de aguas pluviales se llevará a cabo mediante la división inicial en superficies asociadas al vertido sobre cada colector de desagüe de la nueva red pluvial (que es la que aparece grafiada en el correspondiente plano adjunto a este Anteproyecto de Urbanización, el cual se denomina “Red de Aguas Pluviales”), y posteriormente aplicando de las ecuaciones anteriores. Con todo ello, las citadas subáreas y los caudales de desagüe de pluviales asociados a cada una de dichas subáreas para los periodos de 25 y 2 años, calculados como la parte proporcional del caudal total de aguas pluviales obtenido previamente, relativo a dichas subáreas con respecto a la superficie total del sector, son, de manera respectiva, los siguientes:

Colector	$A_{p,i}$ (m ² s)	$A_{p,i} / A_p$ (%)	$Q_{p,i,25}$ (l / s)	$Q_{p,i,2}$ (l / s)
P1	1339,4867	2,65	76,40	25,36
P2	2059,2945	4,08	117,46	38,98
P3	9437,5942	18,70	732,18	242,98
P4	994,0723	1,97	56,70	18,82
P5	1720,7111	3,41	98,15	32,57
P6	474,4511	0,94	815,95	270,78
P7	10202,2737	20,21	1496,03	496,47
P8	1330,7149	2,64	75,90	25,19
P9	704,6354	1,39	40,19	13,34
P10	954,3213	1,89	1626,37	539,72
P11	968,4448	1,92	566,43	187,97
P12	10290,7830	20,39	2779,78	922,49
P13	8257,2803	16,36	470,99	156,30
P14	1743,9367	3,45	99,47	33,01
P15	50478,0000	100,00	2879,25	955,50

Así pues, a partir de dichos caudales se obtienen los correspondientes valores de diámetro mínimo, ángulo mojado y velocidad del flujo, estos dos últimos referidos a ambos periodos de retorno de 25 y 2 años, y que se muestran en la tabla posterior. Cabe decir que las pendientes que aparecen también en dicha tabla no coinciden con las de las correspondientes superficies viarias, ya que han sido aumentadas (ubicándose el punto de desagüe del sistema a una profundidad 85 cm mayor que la inicial en los colectores de más aguas arriba) para conseguir que las velocidades del flujo asociadas a la lluvia de periodo de retorno 2 años alcancen al menos el valor previamente especificado de 0,9 m / s. Así mismo, los diámetros tomados para cada colector han sido aumentados, por motivos de seguridad y a fin de evitar una posible entrada en carga del flujo, a los normalizados inmediatamente superiores en aquellos casos en que el ángulo mojado asociado al caudal de periodo de retorno 25 años supere el valor de $(4 / 3) * \pi$ rad. Finalmente, para el cálculo del colector P15 (cuya longitud es de 926,9702 m hasta el punto de vertido, en la rotonda de entrada al casco

urbano de Albalat dels Sorells desde la CV-300 por la C/ Mar) se ha buscado una pendiente mínima, al igual que en el caso de los colectores de aguas residuales, pero teniendo en cuenta en este caso que el ángulo mojado del flujo máximo no supere el citado valor de $(4 / 3) * \pi$ rad.

Colector	$i_{p,i}$ (m / m)	$D_{p,i,min}$ (mm)	$D_{p,i}$ (mm)	$\theta_{p,i,25}$ (rad)	$\theta_{p,i,2}$ (rad)	$v_{p,i,25}$ (m / s)	$v_{p,i,2}$ (m / s)
P1	0,0069	310,46	350,00	3,6762	2,4700	1,19	0,90
P2	0,0066	367,83	400,00	3,8627	2,5436	1,30	0,99
P3	0,0200	593,85	700,00	3,4807	2,3836	3,13	2,35
P4	0,0107	255,68	300,00	3,4994	2,3923	1,31	0,98
P5	0,0089	325,33	350,00	3,9250	2,5661	1,38	1,06
P6	0,0061	772,80	800,00	4,1888	2,6502	2,02	1,56
P7	0,0200	776,34	900,00	3,5501	2,4153	3,74	2,81
P8	0,0143	270,47	300,00	3,7564	2,5027	1,56	1,18
P9	0,0133	215,83	300,00	2,9388	2,1014	1,31	0,96
P10	0,0044	1061,78	1100,00	4,1827	2,6485	2,13	1,65
P11	0,0182	548,80	700,00	3,1947	2,2419	2,85	2,11
P12	0,0162	1018,30	1100,00	3,9009	2,5575	4,00	3,06
P13	0,0041	676,20	700,00	4,1888	2,6502	1,52	1,18
P14	0,0060	352,14	400,00	3,6407	2,4549	1,21	0,91
P15	0,0057	1255,80	1300,00	4,1888	2,6502	2,70	2,09

2.4.4. ELEMENTOS INTEGRANTES DE LA RED

2.4.4.1. POZOS DE REGISTRO

La disposición de los pozos de registro en la red de aguas pluviales se realizará de forma similar a la de la red residual, esto es, en las confluencias entre colectores y, según el caso, en zonas intermedias de dichas confluencias, según lo mostrado en el plano “Red de Aguas Pluviales”. Al igual que en la otra red, las entradas a dichos pozos de registro quedarán ubicadas en la parte superior de aquellos colectores cuyo diámetro sea inferior o como máximo igual a 800 mm, teniendo esas entradas un diámetro justamente de 800 mm. No obstante, y a diferencia de lo anterior, al existir colectores de diámetros superiores a 800 mm, los pozos de registro para el acceso a los mismos habrán de ubicarse lateralmente con respecto a su eje, colocándose de este modo las entradas a ellos en las aceras y cuyo diámetro será igualmente de 800 mm.

2.4.4.2. CONDUCCIONES

Se dispondrán según lo expresado previamente, con uniones en ángulos de aproximadamente unos 60° y con diámetros que oscilarán entre los 300 y los 1300 mm en función de la capacidad requerida para el desagüe del caudal punta calculado previamente.

2.4.4.3. IMBORNALES

Dado que la red va a ser de tipo separativo, la pendiente longitudinal de los viales será pequeña y en ningún caso superior al 1,5%, y que la pendiente transversal será bilateral y también de escasa entidad (también inferior al 1,5%), se colocarán imbornales entre el recorrido de las rigolas en los puntos adecuados para que puedan captar la totalidad de las aguas que caigan en su área de influencia (especialmente en los puntos bajos de dicho recorrido, donde el agua no tiene salida para evitar que quede estancada o produzca desbordamiento sobre las aceras), la cual quedará establecida en alrededor de unos 300 m² de superficie viaria media. Cada imbornal, cuyas dimensiones de abertura aproximadas serán de unos 50 x 20 cm, quedará unido al colector más cercano mediante un pequeño conducto de 300 mm de diámetro. La distribución de estos imbornales queda igualmente grafiada en el plano “Planta de la red de Aguas Pluviales”.

2.4.4.4. POZOS DE BOMBAS

Se dispondrán, al igual que en el caso de la red residual, en los lugares en los que se requiera estrictamente una elevación de cota de los colectores y de la lámina de agua que han de albergar, a fin de evitar que se alcancen profundidades importantes. En este caso, se ubicará un pozo de bombas unos 5 m aguas abajo del inicio del colector P15, y otro pozo o dos más posteriormente según necesidades, siendo estos pozos de mayor volumen que los de la red de aguas residuales dado que el volumen de agua que han de recibir es también mayor.