

# ANEJO Nº12 : DRENAJE Y SANEAMIENTO

---

**TUTOR:**

**VICENTE CERDÁ GARCÍA DE LEONARDO**

**AUTORES:**

**ALEJANDRO DE SAN JUAN PEIRÓ**

**FECHA: JUNIO 2015**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





ÍNDICE

1. OBJETO..... 1

2. ESTUDIO CLIMÁTICO ..... 1

2.1. INTRODUCCIÓN..... 1

2.2. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA ..... 1

2.3. PECIPITACIONES..... 1

2.4. DATOS EXTREMALES ..... 2

3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE PLUVIALES ..... 2

3.1. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO ..... 3

3.1.1. Metodología empleada..... 3

3.1.2. Procedimiento de cálculo ..... 3

3.1.3. Caudal de diseño..... 6

3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES..... 6

3.2.1. Comprobación con caudal máximo ..... 7

3.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJILLAS ..... 7

4. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO. .... 8

1. OBJETO

En el presente apartado se justifica la solución adoptada para la red de drenaje de pluviales de la nueva Terminal de Contenedores prevista en la Dársena Sur del Puerto de Castellón.

Con dicha red, se busca garantizar la máxima evacuación de agua posible mediante tuberías y canaleras evitando la formación o acumulación de esta en los puntos bajos o en la zona de contenedores que impida o perjudique el correcto funcionamiento de las operaciones naturales de la terminal.

Por otra parte, en este apartado también se procederá al dimensionamiento y distribución de la red de saneamiento que engloba la terminal. Debido a la existencia de múltiples edificaciones como el centro de gestión portuaria, talleres de maquinaria y demás infraestructuras que ofrecen instalaciones y servicios se hace necesaria la existencia de la nombrada red así como la gestión de residuos.

Para el cálculo de caudales de diseño se ha seguido la metodología recogida en la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”.

2. ESTUDIO CLIMÁTICO

2.1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un análisis de la climatología y de las precipitaciones de la zona de Castellón con el fin de conseguir una serie de datos necesarios que nos permitan ubicar la terminal dentro de unas características hidrográficas con el fin de realizar el correcto dimensionamiento de la red de drenaje objeto de este anejo.

El análisis de la climatología y de precipitación se ha realizado teniendo en cuenta datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

2.2. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA

El clima que engloba el norte de la Comunidad Valenciana, en el cual se encuentra Castellón de la Plana, se puede caracterizar como clima Mediterráneo típico donde tienen lugar inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos, con otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones.

Las lluvias no suelen ser muy abundantes, aunque hay zonas donde se sobrepasan los 1000 mm, pero la característica principal es que estas no se producen en verano. Las temperaturas se mantienen, en promedio, todos los meses por encima de los 0 °C pero presentan variación estacional, hay meses fríos por debajo de los 18 °C y otros más cálidos que sobrepasan los 22 °C.

Un aspecto destacado es la elevada humedad relativa estival, producto de un régimen de brisas muy frecuente que suaviza las temperaturas pero crea un ambiente de bochorno muy característico.

| RÉGIMEN DE TEMPERATURAS MEDIAS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Mes                            | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Anual |
| Temperatura máxima media (°C)  | 15,3 | 16,4 | 18,1 | 19,8 | 22,7 | 26,4 | 29,3 | 29,7 | 27,2 | 23   | 18,6 | 15,9 | 21,9  |
| Temperatura mínima media (°C)  | 5,5  | 6,3  | 7,5  | 9,5  | 12,9 | 16,8 | 19,7 | 20,3 | 17,6 | 13,6 | 9,3  | 6,9  | 12,2  |

2.3. PECIPITACIONES

Las precipitaciones anuales se sitúan en torno a los 485 l/m², tal y como podemos observar en el gráfico nº1 (histórico de precipitación total anual) y en los datos anexos a este,

Por otra parte, examinando los datos mensuales recogidos en el grafico nº2 (Precipitación media mensual en Castellón), la globalidad de las precipitaciones se presenta con mínimos muy marcados en verano (tres meses secos, de junio a agosto), y máximos en los meses de otoño (de septiembre a noviembre, por el efecto del fenómeno meteorológico denominado como gota fría, ya que el clima mediterráneo también es un clima con lluvias estacionales), también podemos acreditar otro máximo menos destacado en primavera, el cual correspondería a los meses de Abril y Mayo.

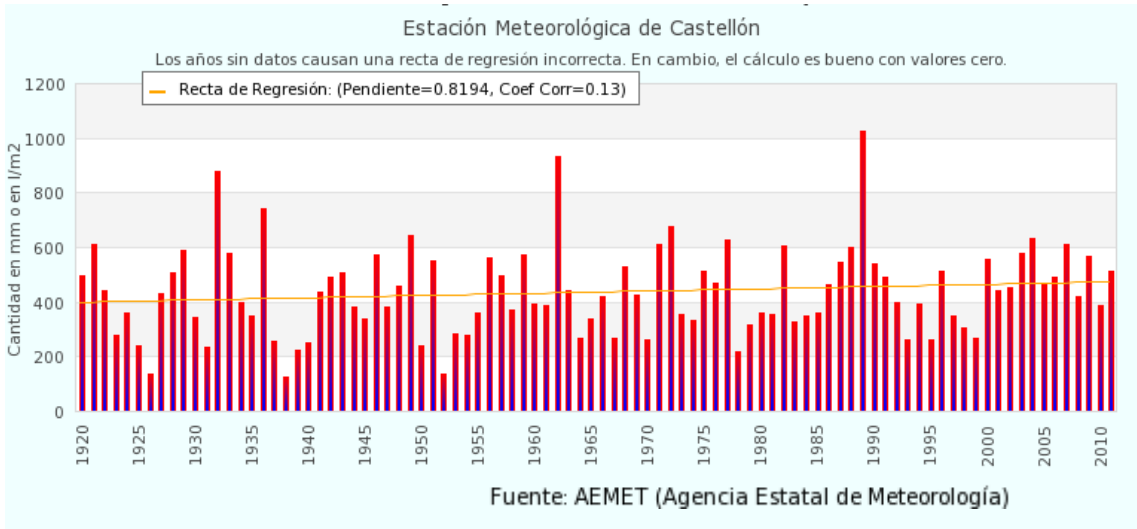


Ilustración 1 - Histórico de precipitación total anual en Castellón

| Precipitación total anual en Castellón |       |       |       |      |       |      |      |       |       |      |      |      |      |       |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| AÑO                                    | 2000  | 2001  | 2002  | 2003 | 2004  | 2005 | 2006 | 2007  | 2008  | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | MEDIA |
| l/m2                                   | 558.9 | 443.9 | 451.7 | 579  | 632.4 | 466  | 490  | 608.7 | 421.4 | 568  | 388  | 513  | 181  | 484.8 |

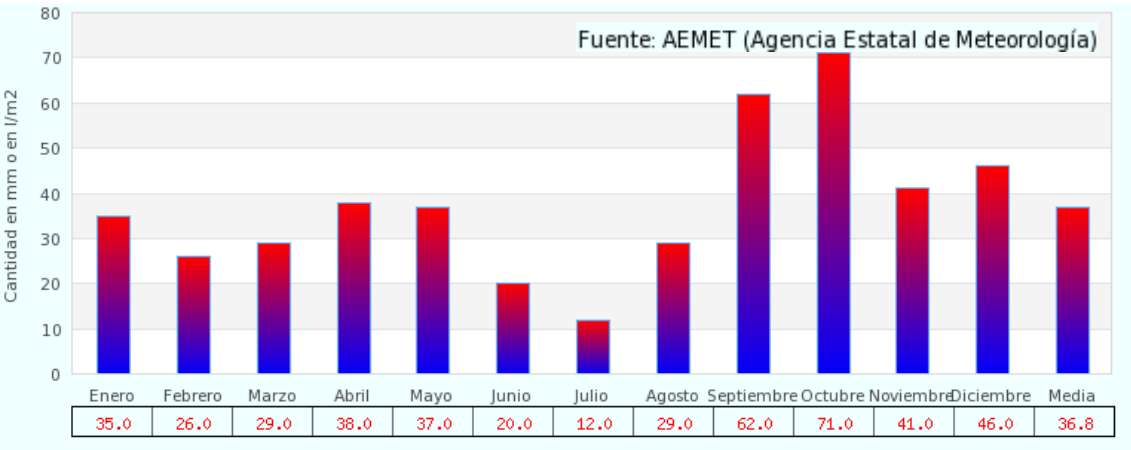


Ilustración 2 - Precipitación media mensual en Castellón

Se desprende del gráfico siguiente, tal y como se nombra anteriormente, los meses más áridos en Castellón, dado que su temperatura media diaria queda por encima de la precipitación total caída en dichos meses, es por esto que durante estos meses las precipitaciones son concentradas en un intervalo de tiempo menor pudiendo alcanzar los 40 l/m2.

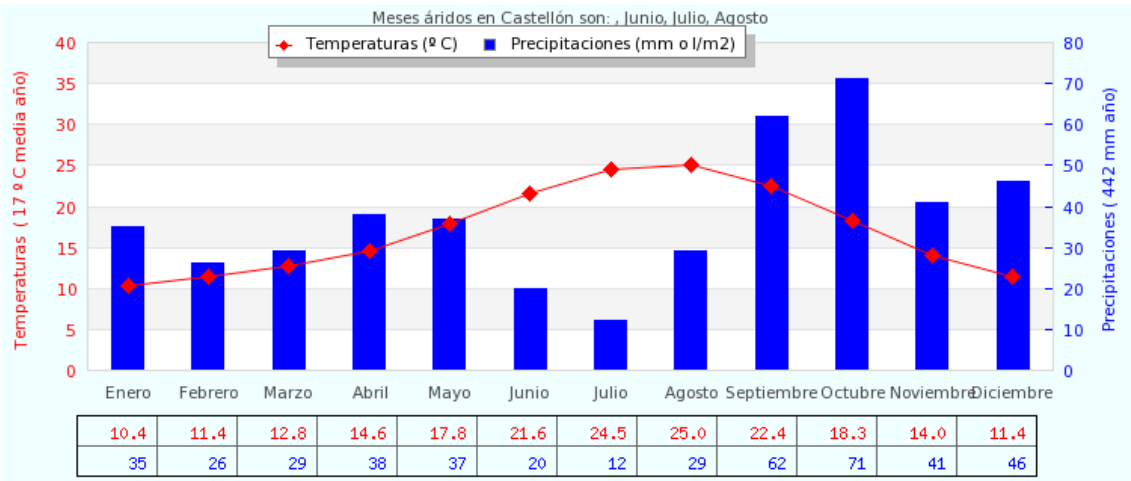


Ilustración 3 - Climograma de Castellón

2.4. DATOS EXTREMALES

Dado las características climáticas que presenta la ciudad de Castellón, no se tiene en consideración factores como heladas o nieve ya que se presentan en baja proporción con respecto a los datos de precipitaciones recopilados, así también el rango de temperaturas mínimas actuante en esta zona se presenta muy alejado de las temperaturas propicias para la generación de dichos factores climáticos.

Teniendo en cuenta, los datos históricos recogidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en la siguiente tabla se recogen los valores climatológicos extremos registrados por la estación meteorológica de Almazora, próxima a la zona portuaria del término de Castellón.

| VALORES CLIMATOLÓGICOS EXTREMOS    |                |                       |
|------------------------------------|----------------|-----------------------|
| Concepto                           | Valor numérico | Fecha                 |
| Precipitación máxima diaria (l/m2) | 210,5          | 14 de octubre de 1962 |
| Temperatura máxima absoluta (°C)   | 40,6           | 22 de julio de 2009   |
| Temperatura mínima absoluta (°C)   | -7,3           | 11 de febrero de 1956 |

3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE PLUVIALES

El sistema de drenaje, para recoger y evacuar el agua de lluvia de los patios de la concesión del puerto, está formado por una red de canaletas superficiales que recogen el agua de escorrentía, y éstas, envían el agua a una red de tuberías que finalmente evacuan el agua al mar.

La sección transversal del pavimento está diseñado en conjunto con la disposición de los elementos de recogida de aguas, las canaletas superficiales a lo largo de toda la zona de concesión, de tal modo que configurando el pavimento con una pendiente del 1%, garantiza que no se acumule el agua en los puntos bajos, y así evitar la inundación de los contenedores y de cualquier zona.

Así, tenemos que se diseña la parcela con las siguientes inclinaciones:

En la zona de operaciones, existen las siguientes pendientes:

- Descendente hacia el cantil del 1%
- Descendente hacia una rejilla este del 1%

En la zona de almacenamiento, existe una doble pendiente:

- Descendente que abarca dede el linde con la zona complementaria hasta finalizar en la rejilla central del 1%.
- Descendente desde la limateza central hacia la rejilla oeste del 1%

- Descendente desde la limesa central hacia la rejilla situada en el límite entre la zona de operación y la zona de almacenamiento del 1%

En la zona complementaria, se dispone la siguiente pendiente:

- Descendente con el 1% desde el vallado que separa los viales de accesos hacia la rejilla que delimita con la zona de almacenamiento.

El caudal de agua que discurre por el pavimento es, por tanto, interceptado por las tres rejillas proyectadas. Se presenta la primera rejilla de captación entre la zona de almacenamiento y la zona destinada a actividades auxiliares o complementarias, adentrados en el área donde se sitúa el almacenamiento de contenedores, encontramos la segunda rejilla la cual esta abastecida por aproximadamente la mitad de dicha área la cual encuentra en su punto medio, la limesa central, por último, separada 300 metros de la anterior y delimitando la zona de operación, se establece la tercera y última rejilla de captación y reparto, la cual sirve de abastecimiento a la mitad este de la zona de almacenamiento y a la escorrentía generada por la limesa central de la zona de operaciones.

Dichas rejillas están dotadas de una pendiente del 1% desde su limesa central hasta ceder el caudal a los colectores subterráneos, el entramado que forma la red de pluviales dimensionada, se encuentra recogido en el *Plano Nº 9 Red de Pluviales*

La red de evacuación de pluviales subterránea, está diseñada por una serie de tuberías perpendiculares a los muelles, que recogen el agua de las canaletas en sus extremos finales, para llevar el agua al frente del muelle y finalmente verter en el mar. Está formada por colectores de Polietileno, con diámetros variables dependiendo del caudal de evacuación acumulado a lo largo de la red, estos diámetros son de 600mm para los colectores que unen la canaleta de evacuación o rejilla, situada en la zona de edificaciones auxiliares, con la rejilla central, por otra parte encontramos colectores de 800mm hasta la rejilla que divide la zona de almacenamiento y la de operación y de 1000mm hasta desembocar al mar.

La longitud de estos colectores, viene definida por la distancia de separación entre canaletas de evacuación, por lo tanto dispondremos para un sistema de colectores, longitudes de 85 metros lineales para los colectores de diámetro 600mm, de 290 metros para los de diámetro 800 y por último de 60 metros para los de diámetro 1000.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la terminal, se hace necesaria la disposición de 14 sistemas de colectores formados por tubos con las dimensiones especificadas en el párrafo anterior.

La inclinación con la que el agua fluye a través de la red de colectores subterráneos es de 0,50% de pendiente, salvo para los tubos de diámetro 1000mm los cuales poseen una pendiente del 0.30%.

Se colocarán 63 pozos de registro cuya distribución viene descrita en el *Plano Nº9 Red de Pluviales*.

3.1. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO

3.1.1. Metodología empleada

Para el cálculo de los volúmenes de aguas pluviales y su uso posterior en el dimensionado de las redes de evacuación, dado que se trata de una pequeña cuenca urbana, se tomará como método de cálculo el “Método Racional Calibrado” (MRC), basado en el Método Racional pero adaptado a las características hidrológicas específicas de la ciudad de Castellón.

Las principales hipótesis de este método son:

- La precipitación es uniforme en el espacio y en el tiempo.
- La intensidad de lluvia es la correspondiente a un aguacero de duración el tiempo de concentración de la cuenca, ya que se considera que esta duración es la más desfavorable.
- Existe un coeficiente de escorrentía constante para cada tipo de uso del suelo.
- El Método Racional no considera la posible laminación de hidrograma producida en la cuenca vertiente y durante la propagación a lo largo de la red, ya que se asume que se compensa aproximadamente con la no-existencia de picos en la precipitación. El MRC (método racional calibrado) introduce un nuevo coeficiente de propagación que mejora los resultados obtenidos y permite el uso del método hasta tiempos de concentración de 40 minutos.
- Con carácter general, cada tramo de colector se calcula a partir de toda la cuenca vertiente al punto final del mismo.

3.1.2. Procedimiento de cálculo

Para proceder al cálculo del caudal a evacuar en un punto de una cuenca, la fórmula del método racional modificado es:

Q = CIA / 3,6 K

|   |                                                                                                                                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q | Caudal de diseño correspondiente a un determinado periodo de retorno (m3/s)                                                                           |
| A | Superficie de la cuenca (km2)                                                                                                                         |
| I | Intensidad media de precipitación, en mm/h, correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (tc). |
| C | Coeficiente de escorrentía.                                                                                                                           |

- K Coeficiente de uniformidad, pretende corregir el tiempo de concentración de la cuenca para tener en cuenta la variación de la precipitación neta a lo largo del tiempo.

$$K = 1 + \frac{T_C^{1,25}}{T_C^{1,25} + 14}$$

### 3.1.2.1. Tiempo de concentración

Los caudales pluviales en cada punto de la red se obtienen a partir de las precipitaciones correspondientes a su periodo de retorno, considerando el área vertiente a la que da servicio cada punto y el tiempo de concentración.

El tiempo de concentración es el que tarda la lluvia en llegar a la red de alcantarillado.

Para el cálculo del tiempo de concentración es necesario conocer:

- Delimitación de la cuenca vertiente al tramo de colector que se está calculando, teniendo en cuenta la situación futura de la misma. En zonas rurales la cuenca vertiente viene fijada por la topografía. Sin embargo, en zonas puramente urbanas la cuenca es determinada fundamentalmente por las conexiones de los imbornales de las calles y de las acometidas de los edificios. Es habitual considerar que una manzana edificada vierte a cada colector que la rodea proporcionalmente a la longitud de éste.
- Sección, pendiente y rugosidad de cada tramo de colector aguas arriba del tramo estudiado.
- Hipótesis de la sección, pendiente y rugosidad del colector en cuestión.
- Longitud de cada tramo de colector.
- Longitud desde el punto más alejado de la cuenca hasta el arranque del tramo en el que vierte, que se considerará como primer colector.

Siguiendo las recomendaciones de la Normativa de Saneamiento de la ciudad de Valencia, si:

- $T_c < 10$  minutos, la duración de la tormenta  $t = 10$  minutos.
- $T_c > 10$  minutos, la duración de la tormenta será  $t = t_c$ .

El tiempo de concentración para cuencas menores de 4 Ha es normalmente menor de 10 minutos, por lo que la duración de la tormenta de diseño se establece en 10 minutos.

### 3.1.2.2. Intensidad de lluvia

La mayoría de las estaciones pluviométricas existentes en España solo registran lluvias diarias, pero pueden transformarse en lluvias de distintas duraciones mediante el empleo de curvas intensidad-duración.

Se denominan curvas intensidad-duración aquellas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, para un mismo periodo de retorno. Evidentemente son

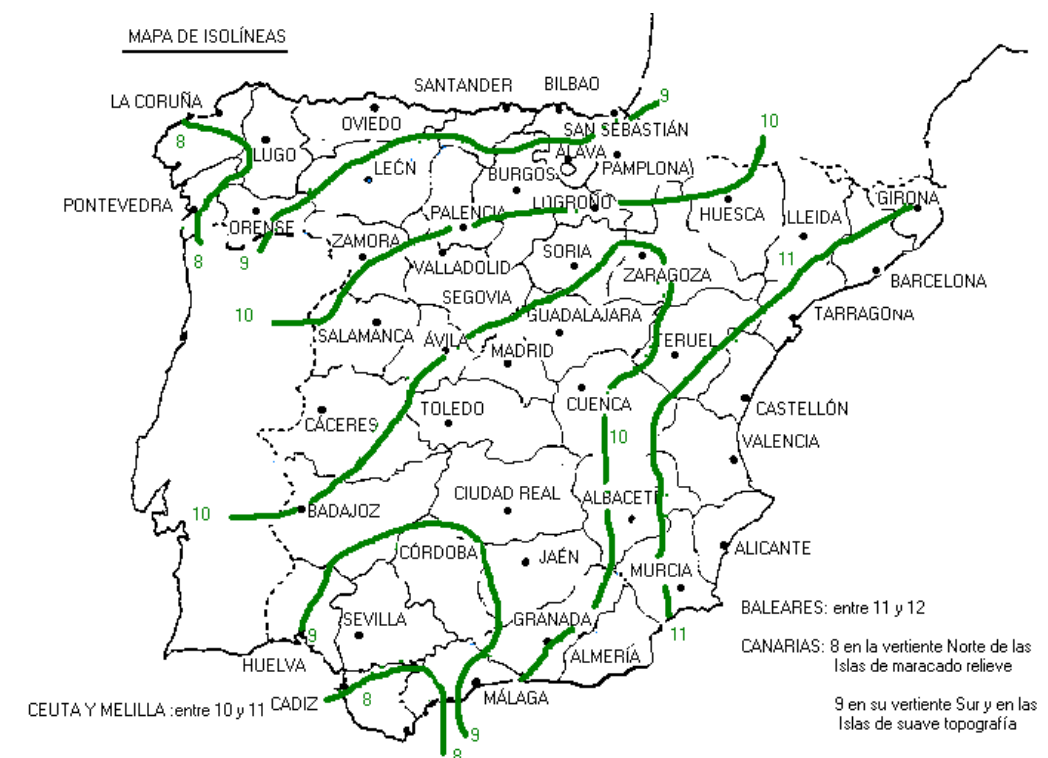
curvas que decrecen con la extensión del intervalo de tiempo considerado, ya que se trata de intensidades medias.

El análisis de las curvas de una misma estación pluviométrica correspondientes a los diferentes periodos de retorno, ha permitido comprobar la existencia de una sensible afinidad entre ellas. Por ello pueden reducirse a una única ley adimensional, si se expresan las intensidades en porcentaje respecto a la intensidad media asociada a una duración de referencia. Esta duración conviene que sea la diaria ( $I_d = Pd/24$ ), ya que es la más fácilmente disponible en la mayoría de los casos.

La ley es pues, característica de cada estación y función de la distribución temporal de sus aguaceros tipo, variando de unas regiones a otras según las diferencias en su régimen pluviométrico.

La Instrucción 5.2-IC propone la caracterización de esta ley mediante el parámetro ( $I/I_d$ ), cociente entre la intensidad horaria y la diaria, que ha sido regionalizado en España.

Consultado el mapa de isolíneas  $I/I_d$  que se incluye en la Instrucción 5.2-IC, se ha adoptado un valor  $I/I_d = 11$ .



Con objeto de determinar el valor de dicha intensidad media de precipitación ( $I$ ) se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$I = I_d \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1}-T_C^{0,1}}{28^{0,1}-1}}$$

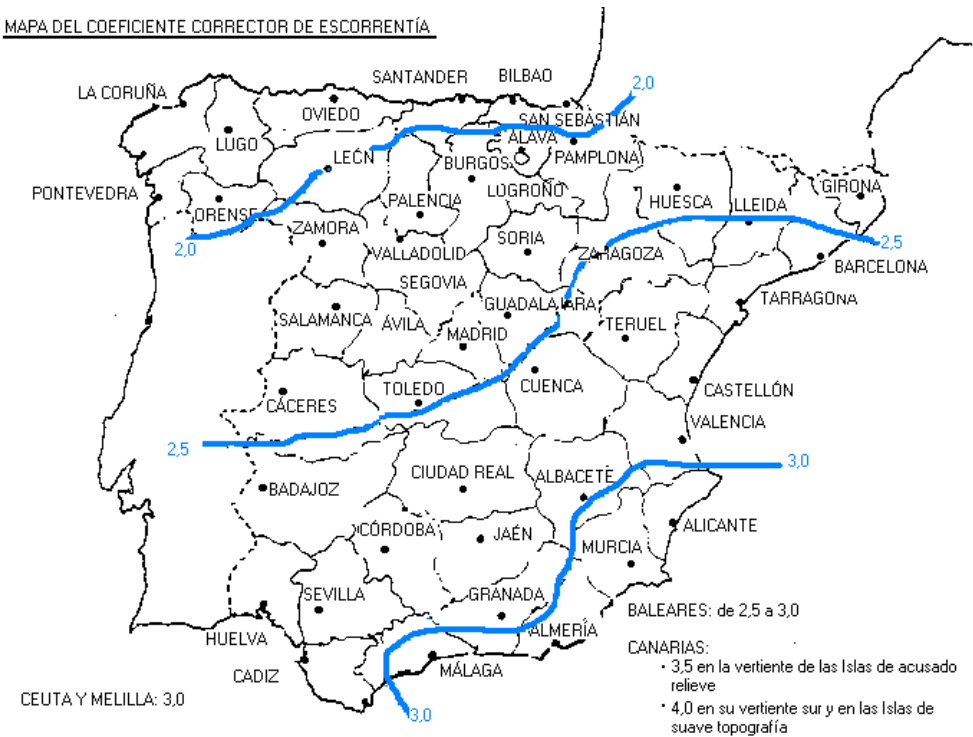
- Id Intensidad media diaria máxima (en mm/h) para el período de retorno considerado. A partir de los valores de Pd (precipitación diaria máxima), se obtiene como  $I_d = P_d / 24$ .
- I1/Id Parámetro característico del lugar, que representa la relación de intensidad horaria y la diaria, para el mismo periodo de retorno.

3.1.2.3. Coeficiente de escorrentía.

El valor del coeficiente de escorrentía C, que representa el porcentaje de la precipitación que se incorpora al flujo superficial, se ha determinado a partir de la expresión:

$$C = \frac{(P'_d - P'_0)(P'_d + 23P'_0)}{(P'_d + 11P'_0)^2}$$

- P0 Umbral de escorrentía. Se ha tenido en cuenta las recomendaciones recogidas en la norma 5.2-IC. Así, a una superficie pavimentada de hormigón le corresponde un umbral de escorrentía de 4 mm.
- P0' Umbral de escorrentía corregido.  $P'_0 = P_0 \beta$ , siendo  $\beta$  una variable que recoge la variabilidad regional de humedades del suelo al inicio del aguacero.



Según las recomendaciones de la norma 5.2-IC se considera  $\beta = 2,75$  correspondiente a la zona de Castellón.

Pd' Precipitación máxima diaria corregida.  $P'_d = P_d K_A$ , siendo  $K_A$  una variable que recoge el tamaño de la cuenca, por lo tanto como nuestra termin no posee un área mayor a  $1\text{Km}^2$ , el factor  $K_A$  será igual a la unidad. Por lo tanto  $P'_d = P_d$ .

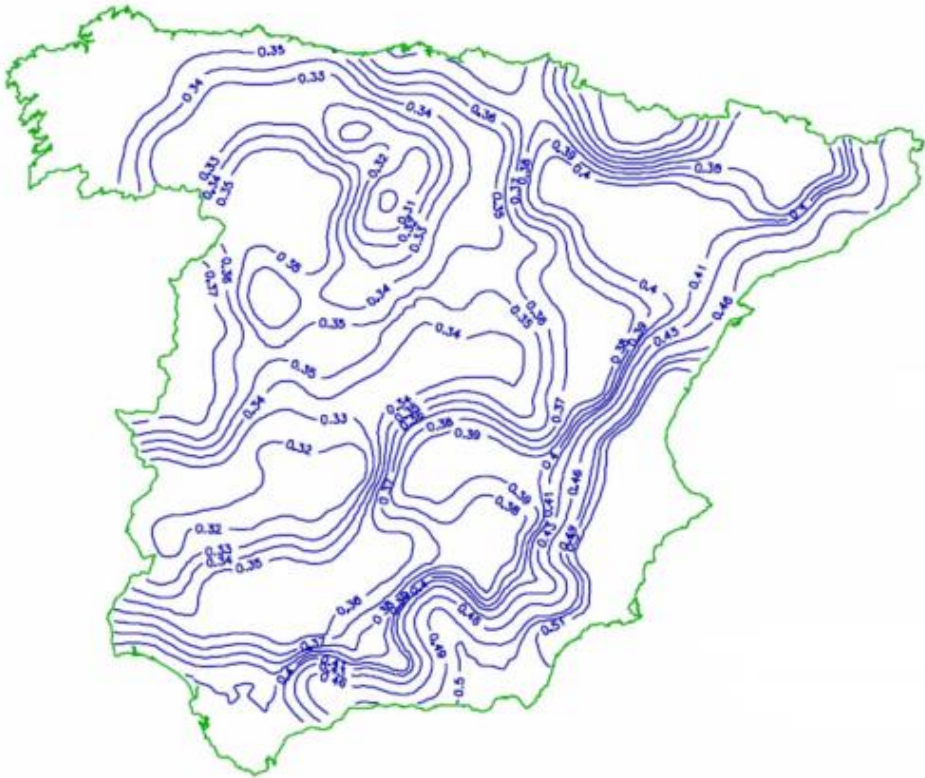
Para proceder a la caracterización estadística de la lluvia necesaria para la estimación de la Precipitación diaria máxima ( $P_d$ ) que tiene lugar en la zona de estudio, se actúa aplicando el método regional propuesto por la Dirección General de Carreteras:

$$X_T = Y_T \cdot \bar{P}$$

- $X_T$  (mm/d) Es el valor de  $P_d$  asociado al periodo de retorno “T” en un determinado punto geográfico.
- $Y_T$  (adimensional) Es el valor de la relación existente en la región a la que pertenece dicho punto geográfico entre los valores máximos anuales de precipitación diaria y su media para el periodo de retorno “T”.
- $\bar{P}$  (mm/d): Es la media local, es decir, el valor medio de la serie de máximos anuales de precipitación diaria en dicho punto geográfico.

Con el objetivo de calcular  $Y_T$ , en primer término, debemos adecuar el coeficiente de variación  $C_V$  a la zona de estudio, siendo en nuestro caso la ciudad de Castellón.

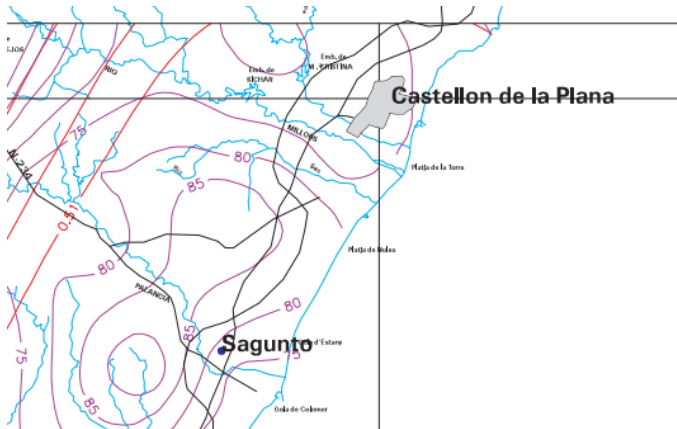
Como podemos ver en el mapa de isóneas siguiente, para Castellón corresponde un  $C_V = 0,51$ .



Para continuar, se fija un periodo de retorno, en nuestro caso para el dimensionamiento de colectores de pluviales y unitarios se utilizara el caudal correspondiente a una precipitación de 25 años de periodo de retorno, por lo tanto, teniendo en cuenta dicho periodo y el coeficiente  $C_v = 0,51$ , entramos en la tabla adjunta y llegamos a la determinación del coeficiente  $Y_T$  deseado.

| C <sub>v</sub> | PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T) |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 2                              | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 500   |
| 0.30           | 0.935                          | 1.194 | 1.377 | 1.625 | 1.823 | 2.022 | 2.251 | 2.541 |
| 0.31           | 0.932                          | 1.198 | 1.385 | 1.640 | 1.854 | 2.068 | 2.296 | 2.602 |
| 0.32           | 0.929                          | 1.202 | 1.400 | 1.671 | 1.884 | 2.098 | 2.342 | 2.663 |
| 0.33           | 0.927                          | 1.209 | 1.415 | 1.686 | 1.915 | 2.144 | 2.388 | 2.724 |
| 0.34           | 0.924                          | 1.213 | 1.423 | 1.717 | 1.930 | 2.174 | 2.434 | 2.785 |
| 0.35           | 0.921                          | 1.217 | 1.438 | 1.732 | 1.961 | 2.220 | 2.480 | 2.831 |
| 0.36           | 0.919                          | 1.225 | 1.446 | 1.747 | 1.991 | 2.251 | 2.525 | 2.892 |
| 0.37           | 0.917                          | 1.232 | 1.461 | 1.778 | 2.022 | 2.281 | 2.571 | 2.953 |
| 0.38           | 0.914                          | 1.240 | 1.469 | 1.793 | 2.052 | 2.327 | 2.617 | 3.014 |
| 0.39           | 0.912                          | 1.243 | 1.484 | 1.808 | 2.083 | 2.357 | 2.663 | 3.067 |
| 0.40           | 0.909                          | 1.247 | 1.492 | 1.839 | 2.113 | 2.403 | 2.708 | 3.128 |
| 0.41           | 0.906                          | 1.255 | 1.507 | 1.854 | 2.144 | 2.434 | 2.754 | 3.189 |
| 0.42           | 0.904                          | 1.259 | 1.514 | 1.884 | 2.174 | 2.480 | 2.800 | 3.250 |
| 0.43           | 0.901                          | 1.263 | 1.534 | 1.900 | 2.205 | 2.510 | 2.846 | 3.311 |
| 0.44           | 0.898                          | 1.270 | 1.541 | 1.915 | 2.220 | 2.556 | 2.892 | 3.372 |
| 0.45           | 0.896                          | 1.274 | 1.549 | 1.945 | 2.251 | 2.586 | 2.937 | 3.433 |
| 0.46           | 0.894                          | 1.278 | 1.564 | 1.961 | 2.281 | 2.632 | 2.983 | 3.494 |
| 0.47           | 0.892                          | 1.286 | 1.579 | 1.991 | 2.312 | 2.663 | 3.044 | 3.555 |
| 0.48           | 0.890                          | 1.289 | 1.595 | 2.007 | 2.342 | 2.708 | 3.098 | 3.616 |
| 0.49           | 0.887                          | 1.293 | 1.603 | 2.022 | 2.373 | 2.739 | 3.128 | 3.677 |
| 0.50           | 0.885                          | 1.297 | 1.610 | 2.052 | 2.403 | 2.785 | 3.189 | 3.738 |
| 0.51           | 0.883                          | 1.301 | 1.625 | 2.068 | 2.434 | 2.815 | 3.220 | 3.799 |
| 0.52           | 0.881                          | 1.308 | 1.640 | 2.098 | 2.464 | 2.861 | 3.281 | 3.860 |

En nuestro caso,  $Y_T = 2.068$ , teniendo en cuenta este factor, solo nos falta determinar  $\bar{P}$  y para ello aplicamos el mapa siguiente donde podemos ver que para Castellón  $\bar{P} = 75 (mm/d)$ .



Teniendo en cuenta los coeficientes anteriormente determinados, se procede a la aplicación de la formulación aclarada anteriormente, por lo tanto con  $Y_T = 2.068$  y  $\bar{P} = 75 (mm/d)$  se obtiene un valor de  $X_T = 155,10 (mm/d)$ .

Con ello sabemos que  $I_d = P_d/24$ , por lo tanto siendo  $P_d = X_T$  tenemos  $I_d = 6,46 mm/h$ .

Operando, según el procedimiento desarrollado anteriormente obtenemos los siguientes valores:

- Coeficiente de escorrentía  $C = 0,968$
- Intensidad media de precipitación  $I = 192,212 mm/h$
- Coeficiente de uniformidad  $K = 1,0075$

3.1.3. Caudal de diseño

Completando la fórmula para el cálculo del caudal del Método Racional Calibrado con los resultados generados en apartados precedentes y dimensionando para los colectores cuyas cuencas tienen mayor área y teniendo en cuenta la aportación de caudal al sistema de los diferentes canales de drenaje, el caudal de diseño es el siguiente:

- Colectores que se nutren de la escorrentía generada en la zona de edificaciones auxiliares o complementarias.  
 $Q1 = 0,52 m^3/s$
- Colectores que recogen el agua del área de almacenamiento  
 $Q2 = 1,18 m^3/s$
- Colectores que recogen el agua del área de operaciones y almacenamiento  
 $Q3 = 1,85 m^3/s$

3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES

La sección necesaria del tramo de colector en estudio se obtendrá a partir del caudal de diseño con la hipótesis de funcionamiento a sección llena.

Se tendrá en consideración el coeficiente de Manning correspondiente a diferentes materiales de las conducciones.

En nuestro caso, colocaremos tubos de Polietileno (PE) ya que aporta grandes ventajas con respecto a otros tubos tradicionales, gracias a este material, se consideran tubos inodoros y atóxicos, los cuales poseen una alta resistencia a la corrosión y a agentes químicos, por otra parte, la utilización de este material minimiza la perdida de carga debido esto a su superficie interior lisa que produce menor rozamiento, dicha superficie evita el depósito de algas, incrustaciones o depósitos y su ligereza, además, minimiza la necesidad de personal y medios auxiliares en obra. El coeficiente de Manning ( $n$ ) de este material es de 0,009.

Con la hipótesis de flujo uniforme a sección llena y para tuberías circulares, el diámetro de diseño, en metros, viene dado por la siguiente ecuación:

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

- Q

Caudal de diseño en m3/s
- i

Pendiente del tramo en tanto por uno.
- n

Coeficiente de Manning.

Por lo tanto, los diámetros de los colectores objeto de estudio son los siguientes:

- Colectores que se nutren de la escorrentía generada en la zona de edificaciones auxiliares o complementarias.

$\varnothing_1 = 600 \text{ mm}$
- Colectores que recogen el agua del área de almacenamiento

$\varnothing_2 = 800 \text{ mm}$
- Colectores que recogen el agua del área de operaciones y almacenamiento

$\varnothing_3 = 1000 \text{ mm}$

3.2.1. Comprobación con caudal máximo

La disposición adoptada de colectores es la que permite la evacuación de un caudal máximo a sección llena, sin entrar en carga, que viene dado por la fórmula de Manning y que es:

$$Q_{MAX} = V_{MAX} \cdot A_S$$

- A<sub>S</sub>

Área de la sección  $A_S = \pi \cdot R^2$

- V<sub>MAX</sub>

Velocidad de circulación a sección llena.

$$V_{MAX} = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

- n

Coeficiente de rugosidad de Manning (0,009 para PE)
- R<sub>H</sub>

Radio hidráulico;  $R_H = \frac{D}{4}$
- i

Pendiente de fricción que para conducción sin carga coincide con la pendiente geométrica (0,50 % en nuestro caso).

Con el cálculo del caudal máximo que admite la sección, comprobamos que el caudal de diseño no excede dicho máximo y por lo tanto el colector diseñado se mantendría en lámina libre evitando la entrada en carga de este.

El caudal máximo admisible para los colectores objeto de estudio es:

- Colectores que se nutren de la escorrentía generada en la zona de edificaciones auxiliares o complementarias.

$Q_{MAX1} = 0.62 \text{ m}^3/\text{s}$
- Colectores que recogen el agua del área de almacenamiento

$Q_{MAX2} = 1,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Colectores que recogen el agua del área de operaciones y almacenamiento

$Q_{MAX3} = 2,45 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto, observando dichos caudales, comprobamos que los diámetros adjudicados son los apropiados para este las exigencias de este tipo de conducciones.

En la tabla siguiente se muestra un resumen del dimensionamiento de los colectores cuyas cuencas tienen mayor área.

|              | Colectores zona de edificaciones auxiliares o complementarias. | Colectores que recogen el agua del área de almacenamiento | Colectores que recogen el agua del área de operaciones y almacenamiento |
|--------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| A (Km2)      | 0,0098664                                                      | 0,0276764                                                 | 0,0356016                                                               |
| Q (m3/s)     | 0.52                                                           | 1,18                                                      | 1,85                                                                    |
| Diámetro (m) | <b>0,6</b>                                                     | <b>0,8</b>                                                | <b>1</b>                                                                |
| As (m2)      | 0,283                                                          | 0,503                                                     | 0,785                                                                   |
| RH(m)        | 0.15                                                           | 0,2                                                       | 0,25                                                                    |
| n            | 0,009                                                          | 0,009                                                     | 0,009                                                                   |
| C            | 0,968                                                          | 0,968                                                     | 0,968                                                                   |
| I (mm/h)     | 192,212                                                        | 192,212                                                   | 192,212                                                                 |
| i            | 0,005                                                          | 0,005                                                     | 0,003                                                                   |
| V max (m/s)  | 2,22                                                           | 2,7                                                       | 2,41                                                                    |
| Q max (m3/s) | 0.62                                                           | 1,35                                                      | 1,91                                                                    |
|              | <b>Válido</b>                                                  | <b>Válido</b>                                             | <b>Válido</b>                                                           |

3.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJILLAS

Procediendo con el mismo modelo de cálculo del apartado anterior, se realiza el dimensionamiento de las rejillas existentes en los puntos más bajos de la sección.

Para proceder a su cálculo y posterior comprobación, tendremos en cuenta una pendiente del 0,7% y el radio hidráulico se obtendrá de la forma siguiente:

$$R_H = \frac{A}{P}$$

- A      Área mojada de la sección;  $A = L \cdot h$ ; siendo L el ancho del canal de la rejilla y h la altura del agua en este, teniendo en cuenta un resguardo de seguridad.
- P      Perímetro mojado.  $P = L + 2h$ .

Las dimensiones de las canaleras teniendo en cuenta su funcionamiento en lámina libre son las siguientes:

- Alto                    500 mm
- Ancho                 400 mm

Los caudales obtenidos a sección llena y en lámina libre son superiores a los caudales de diseño calculados por lo que queda justificado el buen funcionamiento de los mismos, contándose con el adecuado resguardo.

La Tabla siguiente muestra los resultados obtenidos.

| Rejillas         |            |
|------------------|------------|
| A (Km2)          | 0,00817    |
| Q (m3/s)         | 0,43       |
| Alto x Ancho (m) | 0,5 x 0,40 |
| As (m2)          | 0,2        |
| RH(m)            | 0,154      |
| n                | 0,009      |
| C                | 0,968      |
| I (mm/h)         | 192,212    |
| i                | 0,01       |
| V max (m/s)      | 2,6        |
| Q max (m3/s)     | 0,53       |
| Válido           |            |

4. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE SANEAMIENTO.

La red de saneamiento de aguas residuales, tiene el objeto de recoger las aguas residuales de origen no pluvial de los edificios a los que se suministra agua potable.

Debido a que el saneamiento municipal en la zona es inexistente, la propuesta de proyecto será conducir las aguas hacia una depuradora, y una vez depuradas almacenarlas hasta su recogida en un depósito el cual se puede vaciar con frecuencia.

Debido a la existencia de depuradora en la red de saneamiento, se ve oportuno realizar la conexión con la red de pluviales y evacuar los excesos por dicha red, esto es así debido a que el agua generada por la depuradora no

contiene trazas que puedan perjudicar al ámbito marino y por lo tanto no se generaría afección por la aportación al mar de dicha agua depurada.

Esta red tendrá una pendiente mínima del 2% en sus colectores.

Los diámetros considerados para el desagüe de los distintos elementos son los que se reflejan en el listado siguiente:

- Lavabos y urinarios                    40mm
- Inodoros                                  110mm
- Vertederos                                100mm
- Duchas                                    50mm
- Lavadoras y lavavajillas            50mm

Todos los aparatos sanitarios irán provistos de válvula sifónica, de forma que no permitan dejar paso de malos olores.

Las aguas de los distintos aparatos se recogerán en tuberías de PVC de diferentes diámetros hasta un tubo de PVC general de diámetro 200mm. Este colector conectará directamente con la depuradora y esta a su vez con el depósito de acumulación.

La depuradora, fabricada con poliéster reforzado de fibra de vidrio, utiliza el sistema de oxidación total y está calculada para 20 usuarios.

El depósito de almacenamiento, preparado para acumular hasta 40.000 litros, se vaciará con la frecuencia necesaria, y llevará instalada una tubería de aireación.

Las tapas de las arquetas necesarias de la red de saneamiento y red de pluviales, será tipo F900, para cargas pesadas.

Valencia, Junio 2.015

AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. Alejandro De San Juan Peiró

