

# ANEJO Nº 1: DRENAJE SUPERFICIAL

## 1. Introducción:

### 1.1. Antecedentes y objeto del anejo.

El objeto de este anejo es realizar la clasificación climática de la zona, recopilar la información necesaria para la estimación de los caudales de diseño y dimensionar los elementos de drenaje superficial.

El drenaje superficial comprende la recogida de las aguas pluviales procedentes de la plataforma, las aceras y las calles transversales mediante sumideros e imbornales; la evacuación de las aguas recogidas a la red de pluviales existente y a los cauces naturales; y la restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la travesía mediante obras de drenaje transversal.

El presente anteproyecto solo contempla el diseño del drenaje de la propia plataforma de la travesía, considerando el drenaje de las calles aledañas cubierto por el sistema de drenaje de pluviales existente en la población y quedando fuera de su alcance la adecuación de los cauces naturales interceptados a lo largo de la traza, pendientes de un profundo estudio hidrológico.

Para el desarrollo del presente anejo se seguirán las normas y recomendaciones para proyectar los elementos del drenaje superficial de una carretera de la “Instrucción 5.2-IC: Drenaje Superficial”.

En el documento “Planos Nº 5. Red de drenaje”, se presenta gráficamente la disposición de los elementos de drenaje superficial para un tramo representativo de la actuación. El resto de tramos se resuelven de forma afín.

## 1.2. Situación previa

Actualmente, el drenaje superficial en la travesía tan sólo consta de los elementos de un sistema de drenaje propio de carretera convencional, formado por cunetas en tierra o revestidas de forma discontinua y tuberías bajo cruces que canalizan en superficie las aguas de lluvia hasta la red de pluviales más cercana. No existen más elementos de drenaje específicos en sus márgenes y vías de servicio.

## 2. Climatología

En el estudio del clima de la zona de proyecto se ha utilizado el “Atlas Climático Ibérico” Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

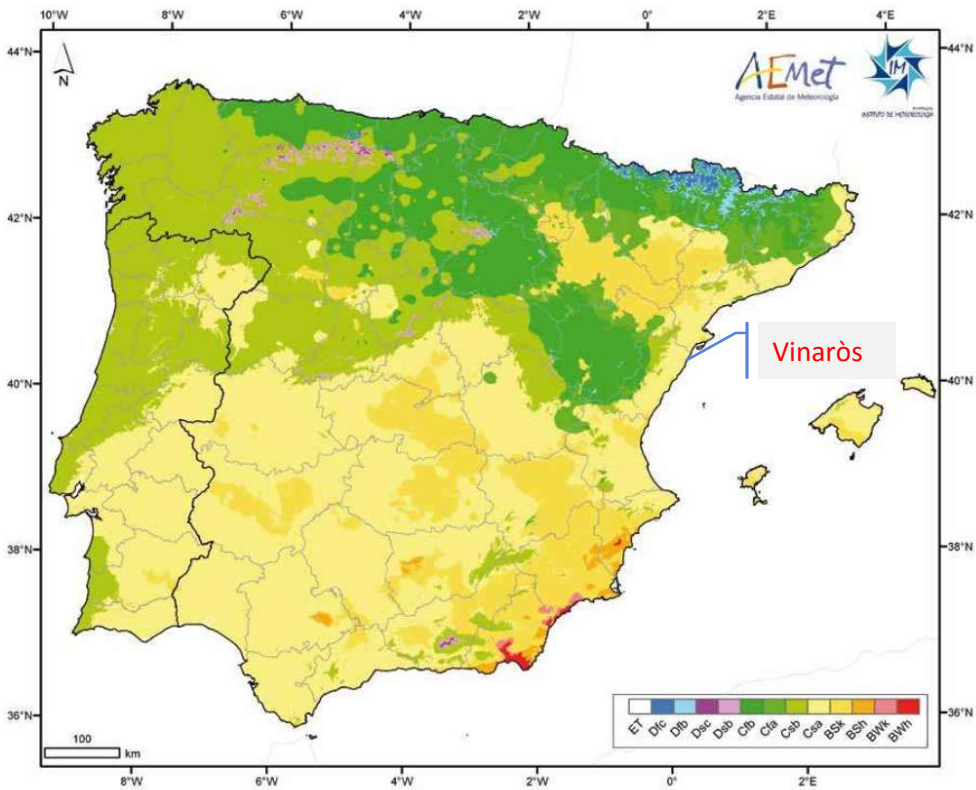


Figura 2.1 - Clasificación climática de Köppen-Geiger en la península Ibérica e Islas Baleares (Fuente: Atlas Climático Ibérico, AEMET)

En la determinación de los diferentes tipos de clima se utiliza la clasificación de Köppen, siendo una de las clasificaciones más utilizadas en los estudios climatológicos de todo el mundo. La clasificación de Köppen define distintos tipos de clima a partir de los valores medios mensuales de precipitación y temperatura.

Como muestra la figura 2.1, Vinaròs se encuentra en la zona climática “Csa”. Esta clasificación corresponde a un clima templado con veranos secos y calurosos, caracterizado por tener temperaturas medias en los meses de más frío entre 0 y 18°C, periodos marcadamente secos en verano y temperaturas en el mes más caluroso superiores a los 22°C.

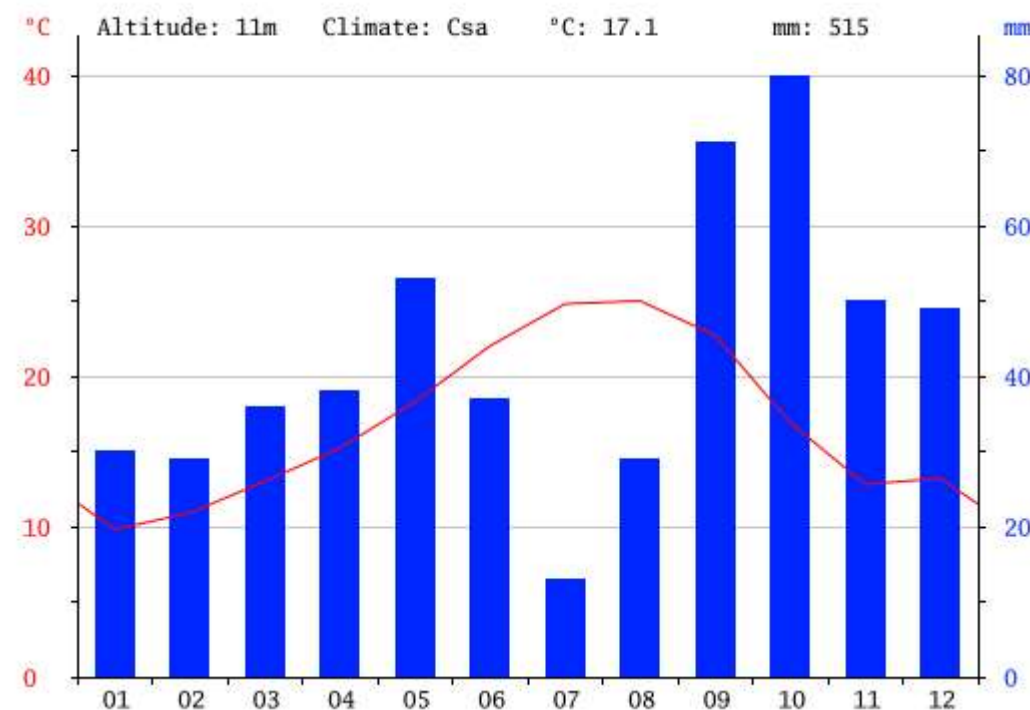


Figura 2.2 - Climograma de Vinaròs. Fuente: Estación Climatológica de Vinaròs “Viveros de Alcanar”, 2008.

Los datos de temperatura y precipitación se obtienen de la estación climatológica de Vinaròs “Viveros de Alcanar” (Castellón) con código 8518, para el periodo 1971-2006. La temperatura media anual en Vinaròs se encuentra en **17.1 °C**. La precipitación es de **515 mm** al año. Estos datos concuerdan con las características del clima tipo Csa. El diagrama climático muestra temperaturas en invierno suaves y en verano superiores a 22º C. Se observan veranos muy secos y otoños, en cambio, con precipitaciones bastante elevadas. Cabe destacar los fenómenos del tipo **gota fría**, dichos fenómenos suelen ser bastante comunes en la zona, ocasionando periódicamente importantes pérdidas económicas en la zona.

### 3. Datos Hidrológicos

Este anteproyecto para la mejora de la travesía de la N-340a a su paso por Vinaròs transcurre por subcuencas de carácter urbano en una topografía sensiblemente llana. El agua de pluviales de estas subcuencas es la captada en la propia plataforma y en las calles aledañas a la vía sin contabilizar la superficie ocupada por las edificaciones.

Para obtener los datos hidrológicos de estas subcuencas, y para limitar la extensión de este anteproyecto de carácter académico, se va a proceder a seleccionar algunos parámetros de cálculo por analogía con actuaciones similares en el área de estudio. Asimismo, sólo se realizará el diseño del drenaje de la propia plataforma de la travesía, considerando el drenaje de las calles aledañas cubierto por el sistema de drenaje de pluviales municipal.

La cuencas a estudio pertenecen al grupo de cuencas pequeñas (<50km<sup>2</sup>). Para este tipo de cuencas es apropiado el métodos hidrometeorológico aplicado en la instrucción “5.2 – Drenaje Superficial”, o método racional, basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la cuenca través de una estimación de su escorrentía.

### 3.1. Parámetros del Método Racional

### 3.1.1.Periodo de retorno:

La selección del caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento de drenaje superficial está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su periodo de retorno.

Las normativas en materia de hidráulica urbana aconsejan utilizar periodos de retorno entre 5 y 25 años para elementos de drenaje superficial en cuencas urbanas. En este caso calcularemos el caudal correspondiente a un periodo de retorno T de **25 años**.

### 3.1.2. Precipitaciones máximas diarias:

En el dimensionamiento de la red de drenaje es necesario el cálculo del valor de la máxima precipitación diaria en Vinaròs.

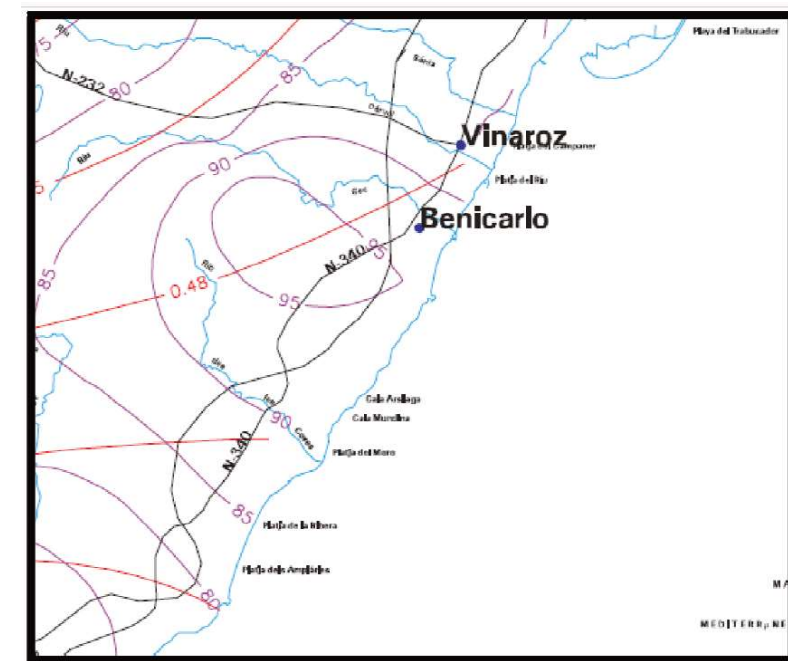


Figura 3.1- Isolíneas de  $C_v$  y  $P$  (Fuente: Máximas lluvias diarias de la España Peninsular. Mº Fomento)  
Coef. de variación  $C_v$  (líneas rojas). Media de precipitación máxima diaria cada año  $P$  (líneas moradas).

De forma simplificada y siguiendo la monografía “Máximas lluvias diarias de la España Peninsular” del Mº Fomento, la estimación de la máxima precipitación diaria se obtiene escalando el cuantil regional con la media local de precipitación, de la siguiente forma:  $P_d = K_r \cdot P$ .

Los valores consultados para la zona a estudio son  $P=85$  mm/día,  $C_v=0.48$  (media local de la máxima precipitación diaria y coef. de variación en la zona de Vinaròs según mapa de isóneas);  $K_t = 2.007$  (factor de amplificación o cuantil regional para  $C_v=0.48$  y  $T=25$  años, según la ley de precipitaciones ajustada mediante la distribución "SQRT-ETmax"). Así, la máxima precipitación diaria estimada en Vinaròs para un  $T=25$  años es de:

$P_d = 170.60$  mm/día

### 3.1.3. Tiempo de concentración

En este caso, dadas las características del terreno y el tipo de edificación existente se considerará un tiempo de concentración de 10 minutos.

$T_c = 10$  min = **0.16 h**

### 3.1.4. Intensidad media de precipitación:

Se obtiene mediante la siguiente fórmula,

$$\frac{I_t}{I_d} = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

$I_t$ : Intensidad media correspondiente al intervalo de duración  $t$  (mm/h)

$I_d$ : Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado. Es igual a  $P_d/24$  con  $P_d$ : precipitación diaria máxima correspondiente a un periodo de retorno (mm/día).  $P_d = 170.60$  mm/día

$I_1/I_d$ : cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del periodo de retorno. Se obtiene del mapa de isóneas de la instrucción "5.2 IC - Drenaje Superficial".  $I_1/I_d = 11.3$

Con todo se obtiene una intensidad media de precipitación  **$I_t = 224.25$  mm/h.**

#### 3.1.4.1.1. Coeficiente de escorrentía

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

El valor de  $C$  se obtiene mediante la fórmula:

- Si  $\frac{P_d}{P_o} < 1 \rightarrow C=0$
- Si  $\frac{P_d}{P_o} > 1$

$$C = \frac{\left[ \left( \frac{P_d}{P_o} \right) - 1 \right] \cdot \left[ \left( \frac{P_d}{P_o} \right) + 23 \right]}{\left[ \left( \frac{P_d}{P_o} \right) + 11 \right]^2}$$

El valor de  $P_o$  se obtiene de la Tabla 2-1 de la instrucción "5.2-I.C Drenaje Superficial", multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la Figura 2.5 de la citada instrucción.

El umbral de escorrentía será 1mm (para pavimento bituminoso), al aplicarle el coeficiente corrector de 3 obtenemos un valor  $P_o = 3$  mm.

Así se obtiene un coeficiente de escorrentía  **$C = 0.969$** .

## 3.2. Caudal de referencia

Finalmente, tras la aplicación del procedimiento brevemente definido se obtiene el caudal de referencia de la subcuenca urbana analizada mediante la extendida expresión del método racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{K}$$

Siendo:

- $C$ , coeficiente de escorrentía,
- $I$ , la intensidad media de precipitación,
- $A$ , el área de la cuenca,
- $K$ , un coeficiente corrector de unidades. En este caso 3 (para  $m^3/s$ ).

Como parte del dimensionamiento va a consistir en determinar el espaciamiento de los sumideros hallaremos el área contribuyente para 1 m de plataforma, medido en sentido longitudinal la vía. Así el área será:

$$A = 57m \cdot 1m = 57 m^2 = 0.000057 km^2$$

Y el caudal de referencia:

**$Q = 0.00413 m^3/s$**  por metro lineal de travesía.

4. Drenaje de la plataforma en subcuenca urbana:

La plataforma de la travesía tiene una pendiente transversal mínima del 2% que permite la evacuación de las aguas de pluviales. La captación del agua de lluvia se realizará mediante imbornales con rejillas que recogerán el agua de la plataforma y la desaguarán a los colectores. Los imbornales serán de tipo horizontal. Las dimensiones de las rejillas serán 57x37x4 cm concretamente el modelo “Reja Imbornal” de la empresa Benito Urban o similares.

La capacidad de desagüe de las rejillas se calcula mediante la fórmula del vertedero, tal y como recomienda la instrucción de 5.2 - Drenaje Superficial:

$$Q = L * \frac{H^{\frac{3}{2}}}{60}$$

Donde:

Q: caudal en l/s

H: altura del agua en cm, desde el borde inferior de la rejilla. H = 7 cm.

L: perímetro de la rejilla supuesta desprovista de barras. L = 174 cm.

La capacidad individual de desagüe de los imbornales resulta de **0,0537 m³/s**.

De la relación de ambos caudales, el de referencia y el de capacidad de cada imbornal, obtenemos el número de sumideros estrictamente necesarios por cada metro del vial.

$Q/Q_{\text{imbornal}} = 0,077$  imbornales cada metro de travesía. O lo que es lo mismo, un espaciamiento mínimo de 13 m entre imbornales.

No obstante, por el elevado ancho de la sección transversal de la travesía (57 m) en el siguiente apartado se justificará la disposición de 2 colectores a ambos lados y sobre ellos 2 líneas de imbornales, duplicando la capacidad de desagüe. Así, y dejando un cierto margen de seguridad, bastaría disponer un sumidero cada 25 m.

Sin embargo, la instrucción “5.2-IC Drenaje Superficial” establece que para el drenaje de los puntos bajos la capacidad de desagüe de un conjunto de imbornales no deberá ser inferior al **doble del caudal de referencia** en previsión de futuras obstrucciones o perturbaciones del flujo. Así pues, se duplicarán el número de imbornales en la sección transversal, de forma coherente a su importante ancho de 57m, disponiendo finalmente 4 líneas de imbornales, en las zonas interiores del aparcamiento en cordón y en el perímetro exterior del bulevar, coincidente con la calzada.

Con todo ello, los imbornales se distribuirán uniformemente en ambas márgenes debido a la simetría de la sección transversal, a una distancia aproximada de **25m**.

La disposición de los imbornales pueden consultarse en la colección “Planos Nº5. Drenaje superficial”

5. Cálculo de los colectores

Como ya se ha comentado se dispondrán dos colectores a ambos lados de la travesía. Se ha optado por la solución de tubería prefabricada de hormigón armado con junta elástica. Las pendientes de los colectores se asemejarán a las de la vía.

Las aguas pluviales recogidas en cada tramo serán canalizadas hasta los colectores de la red de pluviales municipal más cercanos.

La capacidad de los colectores vendrá dada por la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = V * S = S * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} * K * U$$

Donde:

V: la velocidad media de la corriente

Q: caudal desaguado (m³/s)

S: el área de su sección (m²)

R: Radio hidráulico;  $R = S/p$  con p: perímetro mojado.  $R = r/2$  para sección llena, con r el radio del colector.

J: la pendiente de la línea de energía. Donde el régimen es uniforme se considera igual a la pendiente del elemento. Se diseñan los colectores con una pendiente mínima del 1 %,  $J = 0,01$ .

K: coeficiente de rugosidad o inverso del coeficiente de Manning. Para tubo de hormigón y según la Instrucción se adopta  $K=60$ .

U: coeficiente de conversión, que depende de las unidades en que se midan Q, S y R. Para [m], [s] es 1.

El diámetro de los colectores debe ser superior a 0,4 m como indica la normativa de drenaje aplicada. Además se debe comprobar que todos ellos disponen de una capacidad superior al caudal a evacuar. El caudal capaz de captar cada colector será pues superior al mínimo necesario que está formado por el caudal de los imbornales de la vía y glorietas.

Así, y a falta de más datos sobre la red de aguas pluviales del municipio, analizando la situación actual del drenaje superficial, se estima una distancia máxima sobre la travesía de 450m entre puntos de descarga a la red de pluviales municipal. De ello se desprende que, en conjunto, los colectores deberán ser capaces de evacuar un caudal de  $Q = 450m \cdot 0,00413 \text{ m}^3/\text{s}$  (Q por metro lineal de vial) = 1,86 m³/s, proveniente de los imbornales dispuestos a lo largo

de la vía. Como estos últimos se han diseñado como puntos bajos para un caudal el doble del de referencia, el caudal a trasegar por los dos colectores deberá ser mayor a 3,72 m<sup>3</sup>/s.

Según la fórmula de Manning anterior, para desaguar ese caudal son necesarios **dos colectores de 1 m de diámetro**, con una capacidad conjunta de  $Q = 1,87 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 2 \text{ colectores} = 3,74 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Siguiendo las indicaciones de “Normativa para obras de saneamiento de la Ciudad de Valencia” se han dispuesto dos clases de **pozos de registro** de 1m de diámetro instalados con una separación máxima de 25m. El tipo denominado “A” está caracterizado por suponer una interrupción en la tubería. Se colocarán en los cambios de dirección, pendiente y en las incorporaciones a otros colectores. Los pozos clasificados como tipo “B” son pasantes, de tal forma que no supondrán una interrupción en la tubería y su función principal será facilitar la extracción de productos de limpieza mediante útiles apropiados.

Los imbornales y rejillas verterán las aguas de lluvia a los colectores a través de conducciones de PVC corrugado de 200mm de diámetro nominal.

En el documento de “Planos Nº5. Drenaje superficial” se muestra la ubicación de los colectores y sus diámetros.

## 6. Bibliografía y normativa aplicada

La información necesaria para la redacción de este anejo se ha obtenido de:

- “Atlas Climático Ibérico” de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
- Instrucción de Carreteras “5.1-I.C. Drenaje Superficial”, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1990.
- “Normativa para obras de saneamiento de la Ciudad de Valencia”, Ayuntamiento de Valencia, 2004.