ANEJO 5: DISEÑO DE EQUIPAMIENTOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Autor: Laura Martínez Pérez

ÍNDICE

1. OBJETO **1**

2. EVACUACIÓN DE AGUAS **1**

2.1. Cálculo del caudal de referencia *1*
2.2. Diseño del sistema de desagüe *4*

3. CAPA DE ESTANQUEIDAD **6**

4. ACERA **6**

4.1. Bordillo *6*

5. PAVIMENTO **7**

5.1. Pavimento de la calzada *7*
5.2. Pavimento del carril bici *9*

6. IMPOSTA **9**

7. DEFENSAS **10**

7.1. Barandilla *10*
7.1.1. Comprobación de la barandilla *10*
7.2. Defensa entre la calzada y el carril bici *11*
7.3. Defensa en la mediana de la calzada *12*

8. ILUMINACIÓN **13**

8.1. Selección de luminarias *14*
8.2. Ubicación de las luminarias *15*
8.3. Resultados fotométricos *16*

9. MEDIANA **17**

10. BIBLIOGRAFÍA **18**

APÉNDICE 5.I: PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LA CURVA IDF DE LA ESTACIÓN DE ELCHE

1. OBJETO

El presente anejo define los elementos del puente que no tienen carácter resistente pero que son imprescindibles para el correcto funcionamiento del mismo. Se estudian detalladamente puesto que su comportamiento influye en la consecución de los requisitos básicos de funcionalidad, seguridad y comodidad.

Para la elección de los mismos se ha hecho hincapié en su durabilidad, su coste de mantenimiento futuro y que sean respetuosos con el medio ambiente; además, han de proporcionar seguridad y comodidad a los usuarios.

2. EVACUACIÓN DE AGUAS

En este apartado se definen las obras de drenaje necesarias para la evacuación de las aguas pluviales que ocupan el tablero. Todos estos elementos se analizarán según la Instrucción 5.2-IC Drenaje, actualmente vigente.

El sistema de drenaje está formado por dos líneas de imbornales situadas en la zona de separación entre la calzada y el carril bici, de forma que en cada una de ellas se recoge el agua de la mitad de la calzada y el carril bici correspondiente a ese lado del tablero.

Con respecto a la pendiente transversal que se adopta en el tablero para que el agua circule hacia sus puntos de evacuación, se establece que ésta sea hacia las líneas de imbornales, con valores del 2% para la zona de la calzada y para la parte ocupada por el carril bici. La pendiente longitudinal del tablero será del 0,25% desde el estribo derecho al izquierdo.

2.1. Cálculo del caudal de referencia

Según la Instrucción 5.2-IC Drenaje, del Ministerio de Fomento, el caudal de referencia que se va a tener que desaguar de la plataforma se calcula mediante el método racional, ya que nos encontramos en el Levante peninsular y el período de retorno de diseño es igual a 25 años, a partir de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C \text{ x } I(T, t_c) \text{ x } A \text{ x } K_t}{3{,}6} \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

Siendo en este caso:

- C (adimensional) = coeficiente medio de escorrentía de la superficie considerada.
- I (T, t_c) (mm/h) = intensidad media de precipitación correspondiente a un período de retorno de 25 años, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.
- A (m^2) = área de la superficie considerada.
- K_t (adimensional) = coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

Con respecto a la intensidad de precipitación, se obtiene de la siguiente forma:

$$I\,(T, t_c) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde se desglosan a continuación cada una de las variables:

- I_d es la intensidad media diaria de precipitación corregida, en mm/h, correspondiente al período de retorno de 25 años.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Para la obtención de la precipitación media diaria (P_d), se emplean los datos de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular". En ella, encontramos el valor de los siguientes datos que permiten el cálculo de P_d.

- El coeficiente de variación (C_v) tiene un valor de 0,52 (Hoja 4.5, línea roja)
- P = 47 mm (Hoja 4.5, línea morada)
- Y_t = 2,098 (Tabla 7.1, con T = 25 y C_v = 0,52)

$$P_d = Y_t \cdot P = 98{,}61 \text{ mm}$$

Puesto que el área de estudio es inferior a 1 km^2, el factor reductor de precipitación por área (K_A) es 1. Con todo esto queda que I_d es 4,11 mm/h.

- F_{int} es el factor de intensidad que introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio. Se toma el mayor valor de los obtenidos entre los que se indican a continuación:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3{,}5287 - 2{,}5287\, t^{0{,}1}}$$

En el que el valor del índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida (I_1/I_d) es 11, como muestra el mapa de la figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC.

- F_a también depende del tiempo de concentración (t_c), es decir, el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie estudiada esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. En este caso diferenciamos entre tres tramos: el correspondiente a la zona donde el agua de la calzada discurre transversalmente al eje longitudinal del puente, el similar pero en la zona del carril bici, y el agua que recorre longitudinalmente todo el puente de este a oeste; consiguiendo tiempos de concentración diferentes en cada uno de ellos.

$$t_c = 0{,}3 \cdot {L_c}^{0{,}76} \cdot {J_c}^{-0{,}19}$$

TRAMO	L_c (km)	J_c (m/m)	T_c (h)
Longitudinal	0,122	0,0025	0,1869
Transversal calzada	0,0115	0,02	0,0212
Transversal acera	0,0029	0,02	0,00743

Tabla 1. Valores obtenidos para el tiempo de concentración

La Norma especifica que para cuencas pequeñas, con tiempos de concentración inferiores a 0,25 horas, como es nuestro caso, se obtenga el tiempo de concentración según el concepto de flujo difuso sobre la superficie.

$$t_{dif} = 2 \cdot {L_{dif}}^{0{,}408} \cdot {n_{dif}}^{0{,}312} \cdot {J_{dif}}^{-0{,}209}$$

TRAMO	L_{dif} (m)	J_{dif} (m/m)	n_{dif}	T_{dif} (min)
Longitudinal	122	0,0025	0,015	3,31
Transversal calzada	11,5	0,02	0,015	1,29
Transversal acera	2,9	0,02	0,015	13,3

Tabla 2. Valores obtenidos para el tiempo de concentración para un flujo difuso

En donde se ha adoptado un valor de 0,015 para el coeficiente de flujo difuso (Tabla 2.1 de la Instrucción 5.2-IC). La correlación entre el tiempo difuso y el tiempo de concentración está marcada por la siguiente tabla:

t_{dif} (minutos)	t_C (minutos)
≤ 5	5
5 ≤ t_{dif} ≤ 40	t_{dif}
≥ 40	40

Tabla 3. Determinación del t_c en condiciones de flujo difuso (Norma 5.2-IC Drenaje)

Por tanto, se elige el tiempo de concentración mayor entre las tres opciones, que corresponde a 13,3 min, o lo que es lo mismo, 0,222 h.

Después de todo lo anterior, se obtiene que el valor de F_a = 25,67

- $F_b = k_b \cdot \frac{I_{IDF}(T,t_c)}{I_{IDF}(T,24)}$

Este coeficiente se ha obtenido con la ayuda de un Excel adaptado para calcular las curvas IDF a partir de las precipitaciones diarias máximas mensuales de los últimos años, registradas en la estación pluviométrica de Elche, cuyos resultados se adjuntan al final de este documento.

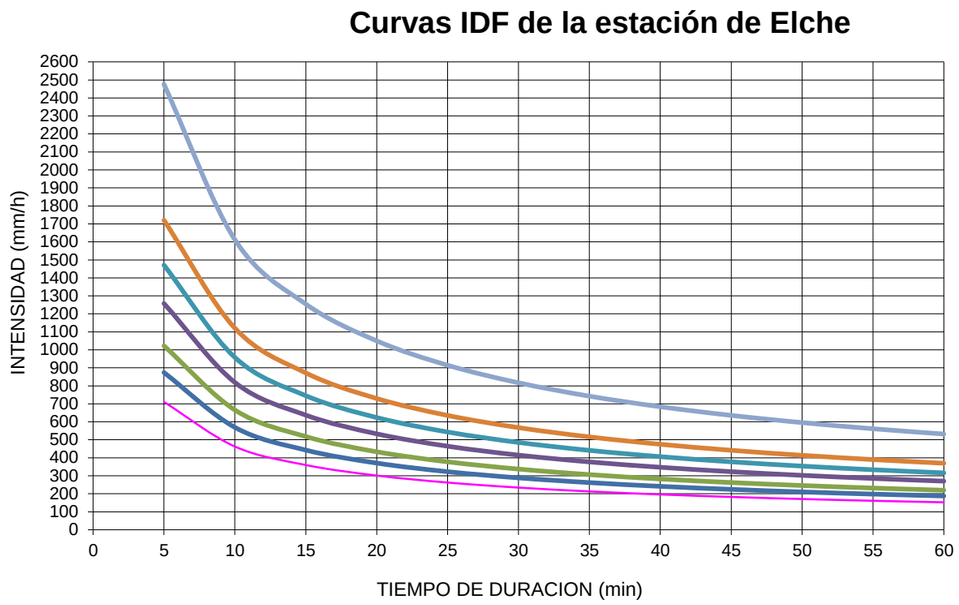


Figura 1. Curva IDF de la estación pluviométrica de Elche

$$I = \frac{1644{,}1316 \cdot T^{0{,}226144}}{{t_c}^{0{,}61885}}$$

Como se puede observar en el gráfico, y aplicando la fórmula especificada, se obtiene que:

- I_{IDF} (T, t_c), en el que se emplea una duración de 13,3 min en la fórmula, tiene un valor de 686,4 mm/h.
- I_{IDF} (T, 24), en el que se emplea una duración de 1440 min en la fórmula, tiene un valor de 37,80 mm/h.

Para el factor que tiene en cuenta la relación entre la intensidad máxima anual en un período de veinticuatro horas y la intensidad máxima anual diaria, es decir, k_b, se emplea un valor de 1,13.

El resultado final es que F_b es igual a 20,52.

Finalmente, se determina que F_{int} es igual a 25,67, es decir, el máximo valor entre F_a y F_b. Y con ello y el valor de la intensidad media diaria de precipitación corregida, conseguimos un valor de la I (T, t_c) de 105,50 mm/h.

Hablando ahora del coeficiente medio de escorrentía, que define la parte de la precipitación de intensidad I_T que genera caudal de avenida en el punto de desagüe de la superficie, éste será 0 cuando $P_d \cdot K_A \leq P_0$, mientras que se aplicará la siguiente fórmula cuando $P_d \cdot K_A > P_0$:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

En este caso, el umbral de escorrentía (P_0) se obtiene a través de la siguiente relación:

$$\mathrm{P_0 = P_0^i \cdot \beta}$$

- P_0^i es el valor inicial del umbral de escorrentía, que según la Tabla 2.3 de la Norma 5.2-IC, en redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados se establece que para cualquier tipo y uso del terreno tenga un valor de 1 mm.
- β es un coeficiente corrector del umbral de escorrentía que en el caso de drenaje en puentes, se calcula empleando los siguientes datos:

$$\mathrm{\beta^{DT} = (\beta_m \cdot \Delta_{50}) \cdot F_T}$$

Cuyos valores aparecen en la tabla 2.5 de la Norma y dependen de la región en la que se sitúe la superficie de estudio y que podemos observar en la siguiente figura, y del período de retorno de diseño de las obras de drenaje.

Figura 2. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Norma 5.2-IC Drenaje)

Por consiguiente, y dado que nos encontramos en la región 72 con un período de retorno de 25 años, la fórmula anterior queda de la siguiente forma:

$$\mathrm{\beta^{DT} = (2{,}10 \cdot 0{,}30) \cdot 1{,}00 = 0{,}63}$$

El umbral de escorrentía tiene un valor de 0,63 mm y al ser considerablemente inferior a P_d, el coeficiente medio de escorrentía se calcula como se ha indicado anteriormente, obteniéndose un valor de 0,9949.

Los dos últimos factores que intervienen para el cálculo del caudal de referencia son:

- Área de la superficie considerada, que será la extensión entera de la mitad del tablero, tanto calzada como carril bici, incluyendo la parte donde se colocan los imbornales. Por tanto, el área es de 1.764 m^2 (0,001764 km^2).
- Y por último, el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, que se expresa de la siguiente forma:

$$\mathrm{K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14} = 1{,}01}$$

En conclusión, este apartado termina con la obtención del caudal de referencia para un período de retorno de 25 años, cuyo valor es 0,051946 m^3/s.

2.2. Diseño del sistema de desagüe

En primer lugar, se va a determinar q, es decir, el caudal que ha de desaguar cada uno de los imbornales. Para ello, es necesario definir la geometría de los elementos lineales (imbornales).

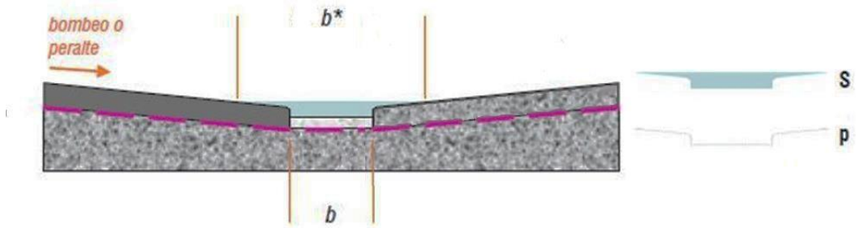


Figura 3. Croquis de la zona de desagüe

- Anchura máxima de la lámina de agua (b*) de 0,3 m para evitar que se invada el arcén demasiado.
- Ancho de los imbornales (b) de 0,25 m.
- Espacio libre entre las barras del imbornal (e) de 2,5 cm.
- Espacio total libre entre las barras del imbornal (L_1) de 10 cm, lo que corresponde a 10 huecos entre barras.
- Canto de las barras que constituyen el imbornal (D) de 3 cm.
- Longitud total del imbornal de 0,30 m.

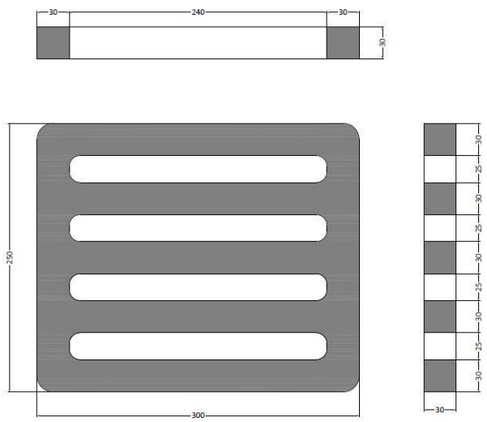


Figura 4. Geometría de los imbornales elegidos (cotas en mm)

- Pendiente transversal de la calzada (J_y) del 2%, que corresponde con el bombeo de la misma, y la pendiente transversal en el espacio donde se coloca el pretil también es del 2%.
- Profundidad a la que se sitúa el imbornal desde el pavimento (H_0) de 2 cm.

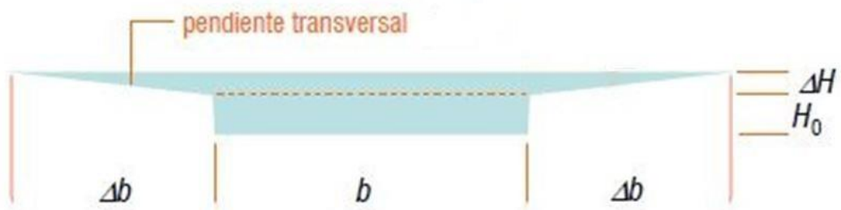


Figura 5. Geometría de la lámina de agua en el caz

Con los valores anteriores se calcula:

- Diferencia entre el ancho total del caz y el del imbornal (Δ_b)

$$\Delta b = b^* - b = 0{,}05\ m$$

- Altura total que puede alcanzar la lámina de agua (H)

$$\mathrm{H} = \mathrm{H_0} + \Delta\mathrm{H} = 2{,}075\ \mathrm{cm}$$

$$\Delta\mathrm{H} = \mathrm{J_y} \cdot \Delta\mathrm{b} = 0{,}001\ \mathrm{m}$$

- Perímetro mojado (P)

$$\mathrm{P} = \mathrm{b} + 2\mathrm{H_0} + 2\Delta\mathrm{b}\left[\mathrm{J_y} + \left(1 + \mathrm{J_y^2}\right)^{0{,}5}\right] = 0{,}392\ \mathrm{m}$$

- Superficie mojada (S)

$$\mathrm{S} = \mathrm{b} \cdot (\mathrm{H_0} + \Delta\mathrm{H}) + \frac{\Delta\mathrm{H}^2}{\mathrm{J_y}} = 0{,}0053\ \mathrm{m^2}$$

Mediante la ecuación de Manning-Strickler, cuya expresión se define a continuación, se obtiene q:

$$\mathrm{q} = \frac{\mathrm{J_x}^{0{,}5}\mathrm{S}\left(\frac{\mathrm{S}}{\mathrm{P}}\right)^{\frac{2}{3}} 10^3}{\mathrm{n}} = 1{,}003\ \frac{\mathrm{l}}{\mathrm{s}}$$

El coeficiente de rugosidad (n) se escoge de entre los valores que aparecen en la tabla 3.1 de la actual Norma 5.2-IC adjunta a continuación, siendo en este caso de 0,015 $sm^{-1/3}$, correspondiente a un hormigón in situ, que será el material empleado para la ejecución del caz, y la pendiente longitudinal es del 0,25%.

MATERIAL		n ($sm^{-1/3}$)
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Nota: Los valores inferiores de cada uno de los rangos resultan de aplicación a conductos recién instalados, rectos, sin arquetas ni piezas especiales intermedias, limpios y en buen estado de conservación. El envejecimiento de los conductos se suele traducir en un incremento del valor del número *n* de Manning que no suele superar el límite superior de esta tabla.

Tabla 4. Coeficiente de rugosidad n ($sm^{-1/3}$) a utilizar en la fórmula de Manning-Strickler para conductos y cunetas (Norma 5.2-IC Drenaje)

A continuación, se estima el número de imbornales necesarios a cada lado de la calzada según el criterio de máxima anchura de lámina libre:

$$n_1 = \mathrm{Ent}\left(\frac{Q}{q}\right) + 1 = 52 \text{ imbornales}$$

Ahora realizaremos una comprobación de la velocidad del agua en el caz. La velocidad media del agua debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Nota: Además de las variaciones debidas al distinto comportamiento de los materiales comprendidos en las categorías genéricas de esta tabla, los valores superiores son admisibles para situaciones esporádicas, mientras que los valores más bajos son para situaciones frecuentes.

Tabla 5. Velocidad máxima del agua $V_{máx}$ (m/s) (Norma 5.2-IC Drenaje)

$$v = \frac{q}{S} = 0{,}189\ \frac{m}{s} \leq 4{,}5\ \frac{m}{s}\ (hormigón)$$

Desde un punto de vista hidráulico, la disposición más adecuada es el imbornal horizontal con las barras en dirección de la corriente. Sin embargo, se ha de tener en cuenta la seguridad de la circulación, y esta disposición podría ocasionar problemas a los usuarios que circulen con sus bicicletas. Debido a que el carril bici se sitúa sobre la acera, que se encuentra por encima del sistema de desagüe y separada por el pretil, no supone ningún problema la disposición elegida.

Para que un imbornal horizontal pueda interceptar todo el caudal que pase sobre él, es necesario que la longitud libre de las barras (L_1) no sea inferior a la dada por la fórmula:

$$L_1 \geq 9 \cdot (H + D)^{0,5} \cdot v$$

$$10 \text{ cm} \geq 9 \cdot (2{,}075 \text{ cm} + 3 \text{ cm})^{0,5} \cdot 0{,}189 \frac{m}{s} = 3{,}83 \text{ cm}$$

La capacidad de desagüe de un conjunto de imbornales no deberá ser inferior al doble del caudal de referencia.

$$n_2 \cdot Q_1 \geq 2Q$$

En el caso de imbornales horizontales donde la profundidad del agua sea menor de 12 cm se podrá usar la fórmula del vertedero:

$$Q_1 = \frac{PH^{\frac{3}{2}}}{60} = \frac{110 * 2{,}075^{\frac{3}{2}}}{60} = 5{,}48\ \frac{l}{s}$$

Por tanto, según esto, se necesitan 19 imbornales para evacuar el agua procedente de la mitad de la plataforma del tablero.

Como conclusión, se instalarán 52 imbornales horizontales a cada lado de la calzada sobre un caz ciego continuo de hormigón, con las barras en paralelo a la dirección de la corriente, separados entre sí 2,35 m. Justo entre la línea de imbornales y el bordillo que remata la acera, se colocará el pretil, sobre un relleno de hormigón cuya pendiente vierte hacia la línea de desagüe.

Los imbornales vierten al exterior de la estructura, aprovechando la presencia del cauce del río debajo de la misma, a través de un tubo recto vertical de PVC conectado a la arqueta sobre la cual se coloca la rejilla de fundición de cada imbornal. Ésta arqueta se queda definida por las caras encofradas de los elementos adyacentes de hormigón. El interior de la arqueta se revestirá con un mortero hidrófugo en disposición de media caña hacia el tubo colector. El tubo, de 160 mm de diámetro, se debe prolongar una distancia suficiente para evitar que el viento lleve el agua hacia los paramentos de la estructura. La terminación del tubo debe ser en

chaflán para dirigir los goteos hacia el exterior. El orificio donde se alojará el tubo se ejecutará antes del hormigonado de la losa superior del cajón.

En ningún caso se colocarán los imbornales sobre las juntas de dilatación de los extremos del puente, siendo la distancia entre el último imbornal y la junta de más de 1 m, y en los bordes del tablero se dispondrán vierteaguas para evitar la formación de humedades.

Todo lo descrito anteriormente se puede observar en el Plano Nº15: Equipamientos.

3. CAPA DE ESTANQUEIDAD

La capa de estanqueidad elegida para evitar las filtraciones hacia el tablero de la estructura conformado por un cajón de hormigón, tanto en la calzada como en el carril bici, forma parte de los productos del grupo COMPOSAN o similar.

Compotop Bitufibra es un mortero bituminoso formado por una mezcla de emulsión EAL-1 (betún 70/100), con fibras especiales y áridos silíceos y calizos, especialmente desarrollado para la impermeabilización de tableros de puentes. Para su aplicación, la superficie ha de estar exenta de cualquier partícula o contaminante que disminuya la adherencia del sistema de impermeabilización al soporte. Como base, se coloca una capa de imprimación y posteriormente se extiende el mortero de forma manual o mecánica, mediante rastra de goma generalmente en una sola capa. La dotación recomendada de este material es de 2,5 kg/m^2. La operación de pavimentación se realizará una vez curada y seca la capa de estanqueidad.

Figura 6. Aspecto de la capa de estanqueidad

4. ACERA

Se ejecutará una acera de dos metros de ancho, con canto variable para proporcionar una pendiente hacia la calzada para la evacuación de pluviales del 2%, siendo por tanto de 25 cm en su lado más próximo a la calzada y de 29 cm en el lado opuesto.

Se realizará con un hormigón en masa de 20 MPa de resistencia característica y una dotación de 600 g/m^2 de fibra de polipropileno multifilamento, cuyo objetivo es evitar las roturas superficiales. Para materializar el paso de los servicios de alumbrado, se colocarán en el interior de la misma tres tubos de PE corrugados con un diámetro exterior de 90 mm.

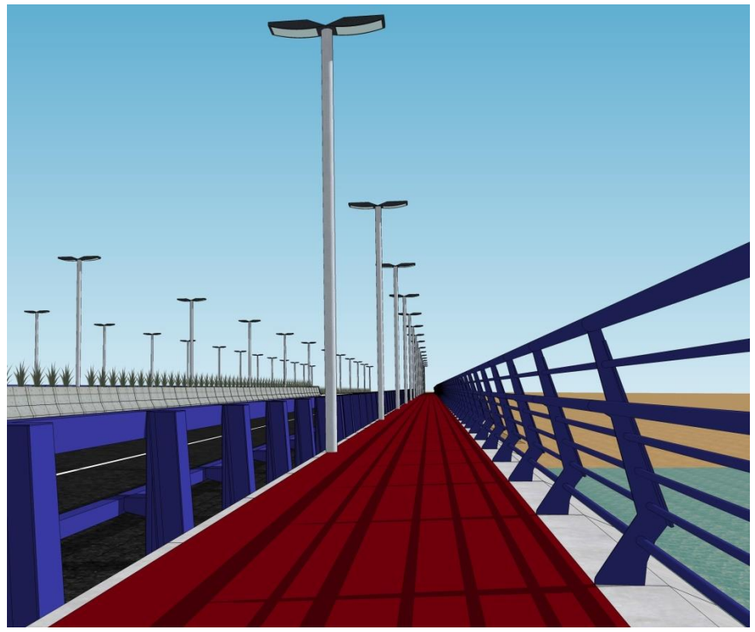


Figura 7. Aspecto final de la acera con sus equipamientos

4.1. Bordillo

El bordillo que se dispondrá en la cara interior de la acera con el fin de ocultar las imperfecciones en el acabado de la misma son de la casa de Prefabricados de Hormigón “Gadea Hermanos”, cuya geometría de tipo C6 y clase resistente R6, según la UNE-EN 1340, se expone a continuación:

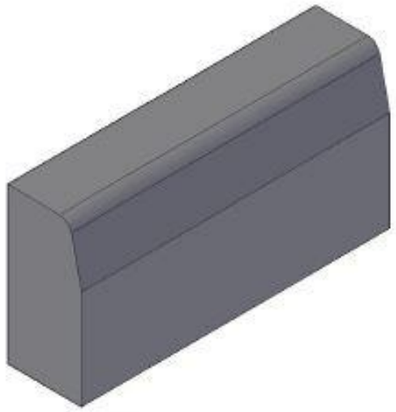


Figura 8. Geometría del bordillo elegido

Las propiedades del mismo, aportadas por la casa de prefabricados, se resumen en la siguiente tabla:

Propiedades	
Norma referencia	UNE-EN 1340
Dimensiones	12x25x50 cm
Peso/ud	33 kg
Terminación	Bicapa
Mts por palet	24
Peso por palet	1540 kg
Resistencia a flexión	≥ 6 MPa

Tabla 6. Propiedades del bordillo elegido

5. PAVIMENTO

En este anejo se realiza una descripción del pavimento elegido, diferenciando entre el pavimento empleado en la calzada y el colocado en el carril bici.

5.1. Pavimento de la calzada

En este caso, para determinar el paquete de firme que hay que emplear es necesario la categoría de tráfico del puente. Para ello, se ha hecho uso del Anejo de Planeamiento y Plan de Tráfico del Proyecto de la Circunvalación Sur de Elche (Tramo: Intersección N-340 – Intersección CV-851) en el que se indica que en el tramo en cuestión, la categoría de tráfico en el año horizonte es T1, según la nomenclatura empleada en la norma "6.1 IC Secciones de firme".

Puesto que la IAP-11 especifica que el espesor de la capa de rodadura junto con la capa de regularización sobre tableros de hormigón en puentes ha de estar entre los 5 y los 10 cm, en este caso se optará por un espesor de 8 cm. Según esto, se decide continuar con el esquema del firme que posee la carretera ya ejecutada. Por ello, se dispone una primera capa de regularización AC 22 bin D de 5 cm de espesor, ya que según se puede observar en la siguiente tabla adjunta del Pliego General de Condiciones (PG-3), esta capa ha de tener un espesor entre 5 y 10 cm. Se emplea una mezcla densa porque conforma una capa más cerrada, característica importante para capas de rodadura con granulometría discontinua.

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA **DENOMINACIÓN**. NORMA UNE-EN 13108-1	ESPESOR (cm)
RODADURA	AC 16 surf D AC 16 surf S	4 - 5
	AC 22 surf D AC 22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC 22 bin D AC 22 bin S AC 32 bin S AC 22 bin S MAM	5 - 10
BASE	AC 32 base S AC 22 base G AC 32 base G AC 22 base S MAM	7 - 15
ARCENES	AC 16 surf D	4 - 6

Tabla 7. Tipo de mezcla en función del tipo y espesor de la capa (PG-3)

Sobre la mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso, se extenderá como capa de rodadura una BBTM 11B con un espesor de 3 cm, tal y como recomienda la Norma 6.1-IC para la categoría de tráfico pesado T1.

Finalmente queda especificar que el tipo de ligante empleado en la capa intermedia será un B35/50, puesto que la estructura se encuentra en una zona térmica estival cálida, como se puede observar en la figura siguiente, y el porcentaje de pesados es considerable. Según estas condiciones, la Tabla 8 recomienda el empleo del ligante elegido.

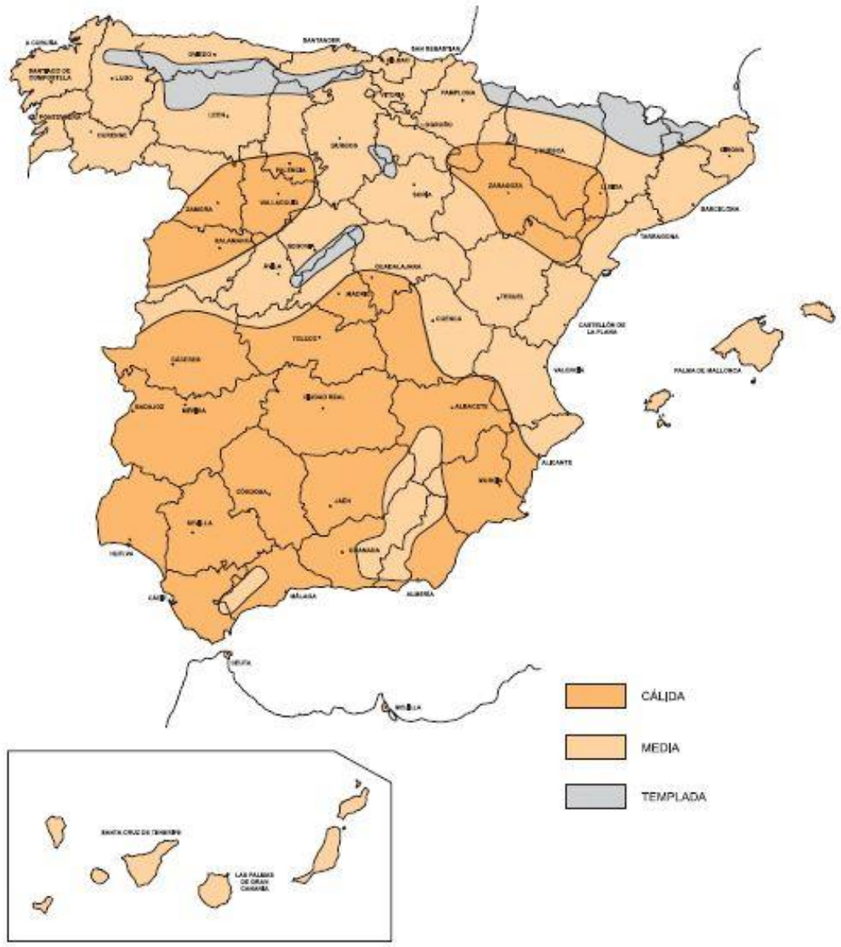


Figura 9. Zonas térmicas estivales (Norma 6.1-IC Secciones de firme)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
CÁLIDA	35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-65		35/50 BC35/50 PMB 25/55-65 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
MEDIA	35/50 BC35/50 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70	
TEMPLADA	50/70 BC50/70 PMB 45/80-60 PMB 45/80-65		50/70 70/100 BC50/70 PMB 45/80-60			

Tabla 8.Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear en capa de rodadura y siguiente para mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso (PG-3)

Mientras que para la capa de rodadura, al ser una mezcla discontinua, se utilizará un betún modificado del tipo PMB 45/80-65.

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2 y T31	T32 y ARCENES	T4
DISCONTINUA	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65 PMB 45/80-60	PMB 45/80-60 50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70	
DRENANTE	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65 PMB 45/80-60	PMB 45/80-60 50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70	

Tabla 9. Tipo de ligante hidrocarbonado a emplear para mezclas discontinuas y drenantes (PG-3)

Por tanto, sobre la losa superior del cajón que materializa el tablero del puente y en sentido ascendente, se dispondrán las siguientes capas:

- Imprimador Compo Primer, del grupo COMPOSAN, que es una emulsión bituminosa aniónica y de baja viscosidad, para la correcta adherencia de la capa de estanqueidad.
- Capa de estanqueidad descrita en el apartado anterior.
- Capa intermedia constituida por una mezcla bituminosa del tipo AC 22 bin D, con un espesor de 5 cm.

- Capa de Styemul CR1 (C60BP3 ADH), del grupo CEPSA, que es una emulsión de rotura rápida obtenida a partir de betún modificado ELASTER recomendada para su empleo en riegos de adherencia especialmente bajo capa de rodadura.
- Capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa del tipo BBTM 11B, con un espesor de 3 cm.

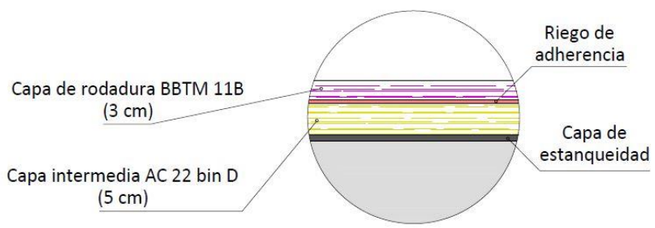


Figura 10. Capas del pavimento de la calzada

Todas las capas descritas anteriormente se extenderán con espesor constante puesto que la pendiente de la plataforma se ejecutará al realizar el hormigonado de la losa superior del cajón.

5.2. Pavimento del carril bici

Como acabado superficial de las aceras ya descritas anteriormente se optará por la aplicación del sistema multicapas de resinas Compodur Plus Color S/H, del fabricante Composan, el cual ofrece un rendimiento idóneo para la práctica de montar en bicicleta.

Las propiedades del sistema, especificadas en la ficha técnica del mismo, se pueden observar en la siguiente tabla:

Buena resistencia al desgaste
Buena adherencia sobre hormigón
Intervalo de temperatura de uso: -10 a 50 °C
Resistencia al fuego: Clase B_{fl}-s1
Terminación rugosa debido a la naturaleza química de la capa de acabado

Tabla 10. Propiedades del sistema del pavimento del carril bici

La estructura de dicho sistema, con un espesor total final de 2 mm se compone de:

- Una capa de Epoxan, con una dotación aproximada de 0,8 a 1,0 kg/m^2, que es un mortero a base de resinas epoxy y cargas minerales calibradas. Se presenta en dos componentes y se aplica mediante rastra de goma o rodillo, en el caso de que la superficie de hormigón esté muy lisa. En condiciones normales seca en unas 6 horas.
- Dos capas de Compomix, que es un mortero texturado a base de resinas acrílico-epoxys, con una dotación aproximada de 0,6 kg/m^2 por capa. La aplicación de la mezcla se lleva a cabo mediante rastra de goma y antes de aplicar la segunda capa se ha de dejar secar la primera.
- Capa de acabado mediante sellado con resinas acrílico-epoxi, con una capa de Compopaint, que se presenta en dosis de dos componentes y una dotación de 0,4 kg/m^2 por capa. La aplicación de la mezcla se lleva a cabo mediante rastra de goma, rodillo o pulverizado.

Finalmente, se realizarán las marcas viales sobre el carril bici con pintura Pintaline.

6. IMPOSTA

La imposta de hormigón armado prefabricado, cuyo objetivo principal es el remate y terminación del tablero, es de diseño propio. Se ha optado por formas angulares para que se integre con la estética general del puente, imitando la geometría recta del cajón que conforma el tablero.

La geometría de la misma es la siguiente:

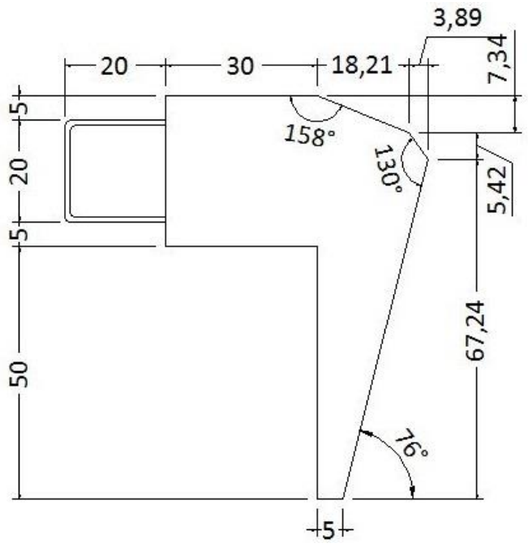


Figura 11. Geometría de la imposta

Llegará a obra en módulos de 2,5 m de longitud. En la junta que queda entre cada uno de los módulos se colocarán los montantes de la barandilla, que quedarán anclados a la imposta mediante una placa de anclaje atornillada a la misma.

El anclaje al tablero se materializará a través de las armaduras en espera de la imposta que se introducirán en la contraimposta ejecutada sobre la acera. Los detalles de esta unión podrán verse en el Plano Nº15: Equipamientos.

7. DEFENSAS

Una parte importante de la seguridad que se le ofrece tanto al conductor como a los peatones reside en las instalaciones de protección como dispositivos que, en caso de accidente, impidan al vehículo salirse de la carretera y minimicen los daños ocasionados, o bien, en el caso de pasos superiores, dispositivos que impidan la caída de personas y/o vehículos.

Este apartado está dedicado a la descripción de cada uno de los elementos lineales que pretenden proporcionar seguridad a los usuarios del puente. Estos elementos son:

- Barandilla
- Defensa entre la calzada y el carril bici
- Defensa en la mediana de la calzada

7.1. Barandilla

Se plantea una barandilla de diseño propio, cuya forma, al igual que la imposta, pretende participar en la estética global de la estructura. Debido a las características del emplazamiento de la infraestructura, a las afueras del municipio de Elche, se busca una geometría robusta y sencilla, que aporte una gran sensación de seguridad. El color elegido para la barandilla es RAL 5002 "Azul nuclear", tal y como indica el Ministerio de Fomento.

Ha de cumplir su principal función: proporcionar seguridad a los usuarios del carril bici. Por tanto, se diseña con una altura de 1,15 m y mediante formas rectas inclinadas. Estará compuesta por dos pasamanos de acero inoxidable, el situado en la parte superior tendrá una sección tubular de 70 mm de diámetro, mientras que el que se encuentra por debajo, a una altura de 0,76 m desde la acera hasta su eje, será de 50 mm de diámetro. Los montantes estarán conformados por un solo perfil de acero inoxidable con un espesor de 12 mm, cuyo límite elástico es superior a 230 N/mm^2 y quedarán separados 2,5 metros entre ellos desde sus ejes. Su sección es variable, siendo de 0,2 m en la parte del apoyo y de 0,07 m en la parte superior. El primer tramo de la parte externa del montante es curvo, hasta los 26 cm, punto en el cual cambia la dirección de la inclinación, quedándose la barandilla hacia el carril bici y formándose un ángulo hacia dentro de 73°. La parte interna del montante se organiza del mismo modo, solo que el primer tramo es recto, siendo en este caso los ángulos de 56° y de 77° respectivamente. La barandilla se completa con 5 redondos horizontales de acero inoxidable y ϕ30, a excepción del que se sitúa antes del cambio de orientación, que será de ϕ40.

El montate está soldado sobre una chapa metálica de 200x150x12 mm que será la que quede atornillada al tablero. Por otro lado, para aumentar la rigidez del montante se coloca un perfil ortogonal al mismo a partir del quiebro de su sección, de forma triangular y con un espesor de 12 mm.

La disposición de la barandilla se puede observar en la siguiente figura:

Figura 12. Definición geométrica de la barandilla diseñada

La barandilla estará unida al tablero mediante una unión atornillada con 4 tornillos M12 de grado 5.6, como ya se ha comentado en el apartado dedicado a la imposta. Esta unión se pretende hacer de la forma más sencilla posible y con el pensamiento de facilitar el mantenimiento futuro y la posible reparación en caso de mal estado de los tornillos.

7.1.1. Comprobación de la barandilla

Para el cálculo de la barandilla se supone que actúa una fuerza de 1,5 kN/m sobre el eje del pasamanos en dirección horizontal hacia el exterior, tal y como determina la EN 1317-6. A partir de esto se comprueba que la sección de empotramiento del montante es capaz de resistir dicha fuerza mayorada y que el pasamanos no sufre abolladuras ante su aplicación.

7.1.1.1. Comprobación del montante

Para realizar esta comprobación, se calcula el flector que ha de resistir la sección de empotramiento del montante:

$$M_{Ed} = 1{,}5 \cdot \frac{1{,}5\ \mathrm{kN}}{\mathrm{m}} \cdot 2{,}5\ \mathrm{m} \cdot 1{,}115\ \mathrm{m} = 6{,}27\ \mathrm{kN} \cdot \mathrm{m}$$

La tensión producida en la base del montante debe ser inferior a la tensión admisible del acero elegido para su elaboración:

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{235}{1{,}05} = 223{,}8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed} \cdot h}{I \cdot 2} = \frac{6{,}27 \cdot 10^6 \cdot 200}{8 \cdot 10^6 \cdot 2} = 78{,}38 \text{ MPa}$$

Siendo el momento de inercia de la base del montante igual a:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 200^3 = 8 * 10^6 \text{ mm}^4$$

Con esto se demuestra que el montante sí es capaz de resistir la fuerza aplicada en su parte superior. Debido a la presencia de dos pasamanos, la comprobación para el flector en el segundo pasamanos no será necesaria puesto que éste será inferior al que ya se ha verificado.

7.1.1.2. Unión barandilla-tablero

Los montantes irán conectados mediante soldadura a una chapa de acero inoxidable de 200x150x12 mm. Estas chapas son las que quedarán unidas a la imposta mediante 4 tornillos M12 de grado 5.6. Los tornillos se colocan cumpliendo las distancias mínimas recomendadas según el apartado 58.4 de la EAE.

Debido al momento flector que se produce en el empotramiento, los tornillos están sometidos a tracción o a compresión. Por ello, se descompone el momento flector de cálculo en un par de fuerzas equivalente, y éstas en la mitad debido a la existencia de dos tornillos en cada lado. Los axiles de cálculo, tanto de compresión como de tracción, serán:

$$N_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{2 \cdot s} = \frac{6{,}27 \text{ kN} \cdot \text{m}}{2 \cdot 0{,}11} = 28{,}5\ kN$$

Según la tabla 58.7 EAE, la cual se adjunta a continuación, la máxima tracción que resiste un tornillo M12 de grado 5.6 es 30,35 kN, superior a nuestro axil de cálculo.

DIÁMETRO (mm)	A_s (mm^2)	GRADO			
		4.6	**5.6**	**8.8**	**10.9**
12	84,3	24,28	30,35	48,56	60,70
16	157	45,22	56,52	90,43	113,04
20	245	70,56	88,20	141,12	176,4
22	303	87,26	109,08	174,53	218,16
24	353	101,66	127,08	203,33	254,16
27	456	131,33	164,16	262,66	328,30

Tabla 11. Resistencia a tracción en kN (Instrucción de Acero Estructural EAE)

7.1.1.3. Comprobación de los pasamanos

En este caso, no se debe permitir la abolladura del elemento que forma el pasamanos ante la aplicación de la fuerza horizontal perpendicular de 1,5 kN/m sobre el mismo.

Para ello, se calcula el flector máximo que ha de soportar, como si se tratara del análisis de una viga apoyada sometida a una carga distribuida de valor q = 1,5 kN/m, cuyos apoyos son los montantes. Solo se tiene en cuenta la aplicación de esta carga distribuida.

$$M_{Ed} = 1{,}5 \cdot \frac{1{,}5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (2{,}5 \text{ m})^2}{8} = 1{,}758 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El módulo resistente plástico de la sección del pasamanos de 70 mm de diámetro es W_{pl} = 33673,94 mm^3; mientras que el de 50 mm de diámetro, tiene que W_{pl} = 12271,84 mm^3. Por lo que el agotamiento en ambos es:

$$A = \frac{M_{Ed}}{W_{pl} * f_{yd}} = \frac{1{,}758 \text{ kN} \cdot \text{m}}{\frac{235 \cdot 10^3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{1{,}05} \cdot 33{,}67 \cdot 10^{-6} \text{m}^3} = 0{,}233 \leq 1$$

$$A = \frac{M_{Ed}}{W_{pl} * f_{yd}} = \frac{1{,}758 \text{ kN} \cdot \text{m}}{\frac{235 \cdot 10^3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{1{,}05} \cdot 12{,}27 \cdot 10^{-6} \text{m}^3} = 0{,}64 \leq 1$$

La conclusión es que ambos pasamanos cumplen el ELU de rotura.

7.2. Defensa entre la calzada y el carril bici

La Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos especifica que en la calzada de puentes han de colocarse pretiles, que son sistemas de contención de vehículos diseñados específicamente para su instalación en bordes de tableros de puentes y obras de paso. La función de dichos elementos consiste en mitigar las consecuencias de un accidente de circulación por salida de la vía, haciéndolas más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca.

Ésta Orden también indica que sólo se podrán emplear en las carreteras de la red del Estado sistemas de contención de vehículos que cumpliendo con las especificaciones de comportamiento requeridas, dispongan del correspondiente marcado CE. En este caso en cuestión, la selección del nivel de contención del pretil depende del riesgo de accidente y de la IMDp por sentido, como se puede observar en la Tabla 12. El riesgo de accidente por encontrarnos en un paso superior es normal, ya que no se cumplen los requisitos específicos para que el riesgo sea grave o muy grave; mientras que la IMDp por sentido es superior a 400 vehículos. De esta forma se obtiene un nivel de contención recomendado H1 o superior, es decir, una clase de contención alta.

RIESGO DE ACCIDENTE	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMD ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

Tabla 12. Selección del nivel de contención recomendado para sistemas de contención de vehículos, según el riesgo de accidente (O.C. 35/2014 Sobre Criterios De Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos)

Según lo dicho anteriormente, se ha elegido el pretil APE-13 de la casa Asebal. El sistema está compuesto por postes instalados cada 2,5 m y por tan solo dos perfiles o barandas, instaladas en posición horizontal en toda su longitud. Su unión con el tablero se materializa mediante una unión atornillada con 4 varillas roscadas M20x230. Se puede observar su geometría en la siguiente figura:

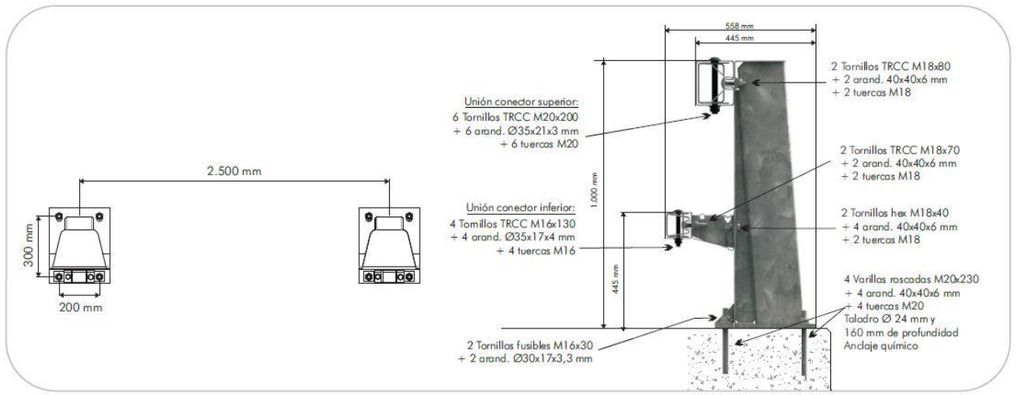


Figura 13. Geometría del pretil APE-13

Las ventajas de este sistema especificadas en su ficha técnica son las siguientes:

- No necesita previa instalación de placa de anclaje o elementos similares ya que su instalación se realiza mediante taladros y fijación con anclajes químicos
- Reducida anchura de trabajo, deflexión dinámica e intrusión de vehículo.
- Sistema económico por su reducido número de componentes y su facilidad de montaje.
- Todos sus componentes son simétricos.
- Existe la posibilidad de darle un tratamiento de pintura en polvo sobre el galvanizado.

Los parámetros de comportamiento del sistema son los siguientes:

Figura 14. Parámetros de comportamiento del pretil APE-13

7.3. Defensa en la mediana de la calzada

El sistema elegido para delimitar la mediana y que se encarga de separar las dos direcciones de circulación es el DELTA BLOC 80AS-A de la casa GLS Prefabricados, o similar.

El DELTA BLOC es el primer sistema de contención de vehículos mediante barreras de hormigón que ha obtenido el marcado CE en España. Las barreras de hormigón prefabricado quedan unidas de forma fuerte y segura mediante acoplamientos de acero especial de alta resistencia y una barra de tensión de acero que proporciona una gran capacidad de tensión al sistema. La energía del impacto es distribuida entre varios elementos del sistema de seguridad.

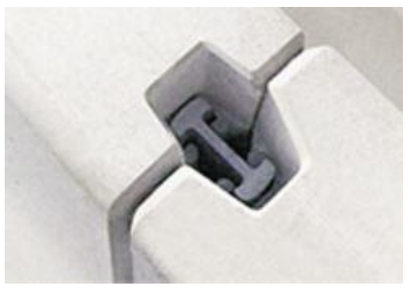


Figura 15. Aspecto de los acoplamientos y la barra de tensión del sistema

Las propiedades del sistema escogido se resumen en la Tabla 13 y su geometría se expone a en la Figura 15. El montaje de los elementos se realiza de forma sencilla y rápida, mediante un perno de anclaje de M20.

Elemento	DB 80AS-A
Longitud	6 m
Nivel de contención	H2
Ancho de trabajo	W1
ASI	B
Altura del sistema	80 cm
Anchura del sistema	48 cm
Deflexión máxima	10 cm
Peso	3.040 kg/ud

Tabla 13. Características del DB 80AS-A

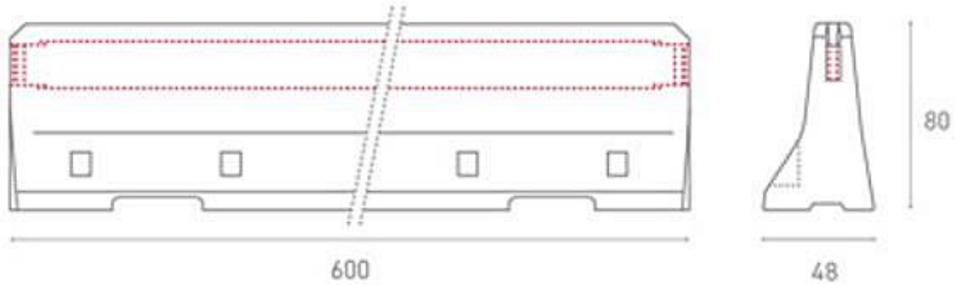


Figura 16. Geometría de la barrera de hormigón del sistema DB 80AS-A

8. ILUMINACIÓN

En este epígrafe se desarrollan los aspectos y características empleados para la correcta iluminación de la estructura, de modo que se proporcionen unas condiciones mínimas de seguridad y confort, además de facilitar la orientación de los usuarios.

Los requisitos que debe cumplir un sistema de alumbrado son muy exigentes. Las luminarias deben operar bajo cualquier condición meteorológica, siendo sus elementos durables y que permitan un fácil mantenimiento, también han de cumplir las normas de iluminación, consiguiendo unas condiciones óptimas de visibilidad y confort, y consumir la menor cantidad de energía posible.

Para la definición de la situación de proyecto se ha empleado el *Asistente de DIALux 4.12*, el cual emplea la Norma Europea 13201. Con ello, se determina la situación de proyecto como A_3, lo que corresponde a una velocidad típica del usuario de más de 60 km/h, siendo el tráfico motorizado el único usuario principal, aunque se les autoriza a los demás usuarios la circulación.

Typical speed of main user km/h	User types in the same relevant area			Sets of lighting situations
	Main user	Other allowed user	Excluded user	
> 60	Motorised traffic		Slow moving vehicles Cyclists Pedestrians	A1
		Slow moving vehicles	Cyclists Pedestrians	A2
		Slow moving vehicles Cyclists Pedestrians		A3
> 30 and ≤ 60	Motorised traffic Slow moving vehicles	Cyclists Pedestrians		B1
	Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists	Pedestrians		B2
	Cyclists	Pedestrians	Motorised traffic Slow moving vehicles	C1
> 5 and ≤ 30	Motorised traffic Pedestrian		Slow moving vehicles Cyclists	D1
		Slow moving vehicles Cyclists		D2
	Motorised traffic Cyclists	Slow moving vehicles Pedestrians		D3
	Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists Pedestrians			D4
Walking speed	Pedestrians		Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists	E1
		Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists		E2

Tabla 14. Situaciones de proyecto (CEN/TR 13201-1: 2004)

Por otro lado, también se emplea el *Asistente de DIALux 4.12* para establecer la clase de iluminación para cada una de las partes diferenciadas que componen el tablero del puente. Por ello se ha diferenciado entre la clase de iluminación correspondiente a la calzada, la que corresponde al carril bici y la que corresponde a la mediana que separa ambas calzadas. De esta forma se ha definido para la calzada una clase de iluminación ME4a, para el carril bici una clase de iluminación S6 y para la mediana, una clase de iluminación CE4.

Los requisitos fotométricos que se han de cumplir para cada una de las clases de iluminación se encuentran recogidos en las siguientes tablas de la EN 13201.

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry road surface condition			Disability glare	Lighting of surroundings
	$\overline{L}$ in cd/m² [minimum maintained]	U_o [minimum]	U_l [minimum]	TI in %[a] [maximum]	SR[2b] [minimum]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	no requirement

[a] An increase of 5 percentage points in TI can be permitted where low luminance light sources are used. (see note 6)
[b] This criterion can be applied only where there are no traffic areas with their own requirements adjacent to the carriageway.

Tabla 15. Requisitos fotométricos para la clase de iluminación ME4a (CEN/TR 13201-2: 2003)

Class	Horizontal illuminance	
	$\overline{E}$ in lx [a] [minimum maintained]	E_{min} in lx [maintained]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	performance not determined	performance not determined

[a] To provide for uniformity, the actual value of the maintained average illuminance may not exceed 1,5 times the minimum $\overline{E}$ value indicated for the class.

Tabla 16. Requisitos fotométricos para la clase de iluminación S6 (CEN/TR 13201-2: 2003)

Class	Horizontal illuminance	
	$\overline{E}$ in lx [minimum maintained]	U_o [minimum]
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

Tabla 17. Requisitos fotométricos para la clase de iluminación CE4 (CEN/TR 13201-2: 2003)

Tras esta introducción, se procede al diseño de la iluminación del puente haciendo uso del software informático de acceso libre *"DIALux 4.12"*, el cual para una luminaria seleccionada y una cierta distribución de la misma proporciona los valores de iluminación de la vía.

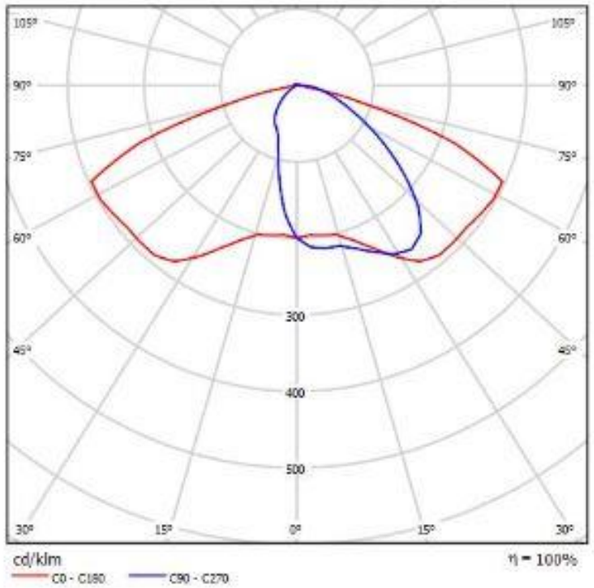
8.1. Selección de luminarias

Se ha decidido colocar el mismo tipo de luminaria a lo largo de todo el puente, tanto para iluminar la zona de la calzada como para alumbrar la parte correspondiente al carril bici.

Las luminarias elegidas pertenecen a la casa TRILUX y son del tipo VIATANA-AB7R-LRA/9100-740 2G1S ET. Con ellas se consigue una combinación de la tecnología LED más moderna y la técnica de reflector de forma libre para un rendimiento luminoso óptimo y una eficiencia energética máxima.

Figura 17. Aspecto de las luminarias seleccionadas

Emisión de luz 1:



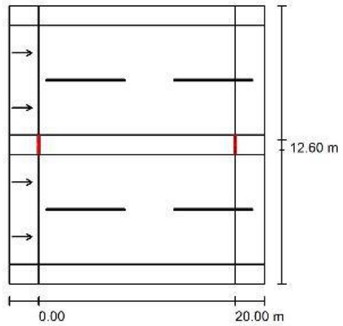
TRILUX Viatana-AB7R-LRA/9100-740 2G1S ET Viatana
N° de artículo: Viatana-AB7R-LRA/9100-740 2G1S ET
Flujo luminoso (Luminaria): 9097 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 9100 lm
Potencia de las luminarias: 80.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 30 65 92 99 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

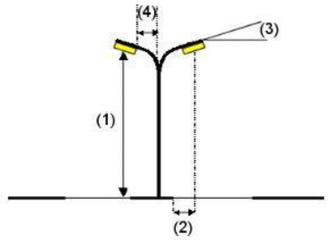
Figura 18. Características de las luminarias seleccionadas

8.2. Ubicación de las luminarias

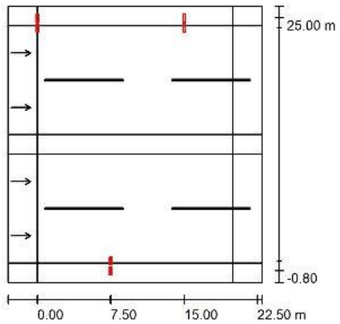
Las luminarias se dispondrán sobre los mástiles de dos en dos. Se han realizado dos distribuciones distintas para el presente análisis. Por un lado, se han situado mástiles en el medio de la mediana separados entre sí 20 metros. Estos mástiles tienen una altura de 6 metros, lo que cumple de sobra con el gálibo que necesitan los vehículos pesados que puedan circular por el puente. Por otro lado, también se han colocado mástiles con dos luminarias cada uno en la parte interior del carril bici, de forma que iluminen tanto la calzada como el carril bici. En este caso, la altura de los mástiles es igual que en el caso anterior, pero su distribución es al tresbolillo, cada 15 metros. Las luminarias en todos los casos se encuentran en posición horizontal. Por tanto, se instalará un total de 34 luminarias, recogidas en 17 mástiles.

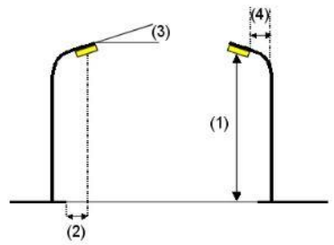
Disposiciones de las luminarias





Luminaria:	TRILUX Viatana-AB7R-LRA/9100-740 2G1S ET Viatana		
Flujo luminoso (Luminaria):	9097 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica	
Flujo luminoso (Lámparas):	9100 lm	con 70°:	464 cd/klm
Potencia de las luminarias:	80.0 W	con 80°:	281 cd/klm
Organización:	sobre arcén central	con 90°:	54 cd/klm
Distancia entre mástiles:	20.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	
Altura de montaje (1):	6.000 m		
Altura del punto de luz:	6.046 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3.	
Saliente sobre la calzada (2):	-0.500 m		
Inclinación del brazo (3):	0.0 °		
Longitud del brazo (4):	0.500 m		

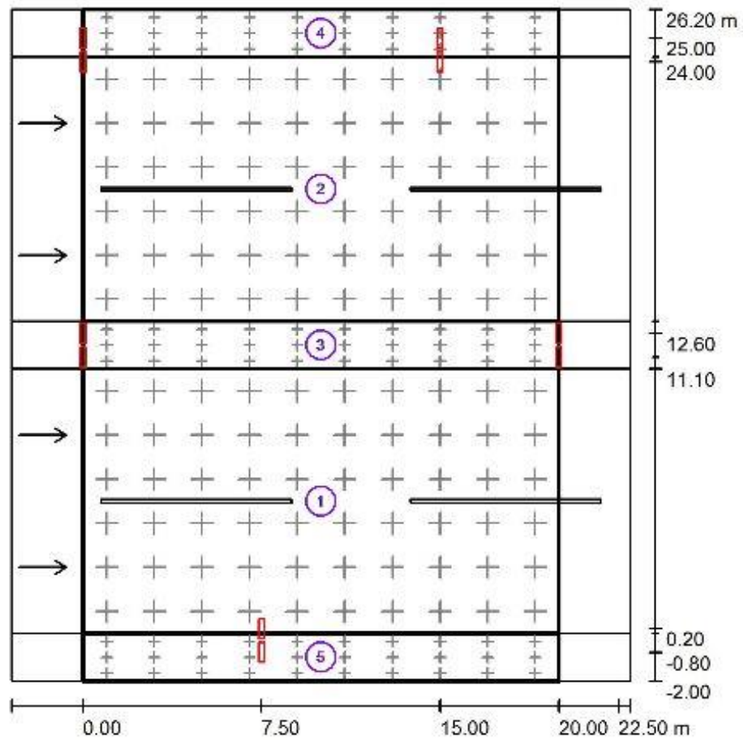




Luminaria:	TRILUX Viatana-AB7R-LRA/9100-740 2G1S ET Viatana		
Flujo luminoso (Luminaria):	9097 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica	
Flujo luminoso (Lámparas):	9100 lm	con 70°:	464 cd/klm
Potencia de las luminarias:	80.0 W	con 80°:	281 cd/klm
Organización:	bilateral desplazado	con 90°:	54 cd/klm
Distancia entre mástiles:	15.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	
Altura de montaje (1):	6.000 m		
Altura del punto de luz:	6.046 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3.	
Saliente sobre la calzada (2):	0.200 m		
Inclinación del brazo (3):	0.0 °		
Longitud del brazo (4):	0.500 m		

8.3. Resultados fotométricos

PUENTE SOBRE EL VINALOPÓ / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57 Escala 1:262

Los resultados obtenidos en la evaluación de las calzadas son los siguientes:

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	2.79	0.62	0.78	8	0.98
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	2.77	0.63	0.76	9	0.99
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Los resultados luminotécnicos correspondientes a la mediana son:

	E_m [lx]	U0	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores reales según cálculo:	45.35	0.71	9.72
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 0.40	≥ 2.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓

Por último, los resultados conseguidos sobre los carriles bici son los siguientes:

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores reales según cálculo:	51.03	42.65	9.62
Valores de consigna según clase:	≥ 2.00	≥ 0.60	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✗ 1	✓	✓

	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores reales según cálculo:	49.78	42.05	8.61
Valores de consigna según clase:	≥ 2.00	≥ 0.60	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✗ 1	✓	✓

Se puede comprobar que en el caso del carril bici, el valor efectivo de la intensidad lumínica media no cumple con los criterios establecidos. Esto se debe a que supera en un 150% el valor mínimo previsto para la clase de iluminación S6, por lo que no se garantiza una correcta uniformidad. Sin embargo, se considera correcto el diseño pues nos estamos basando en una serie de recomendaciones, no en normas que restringen los valores.

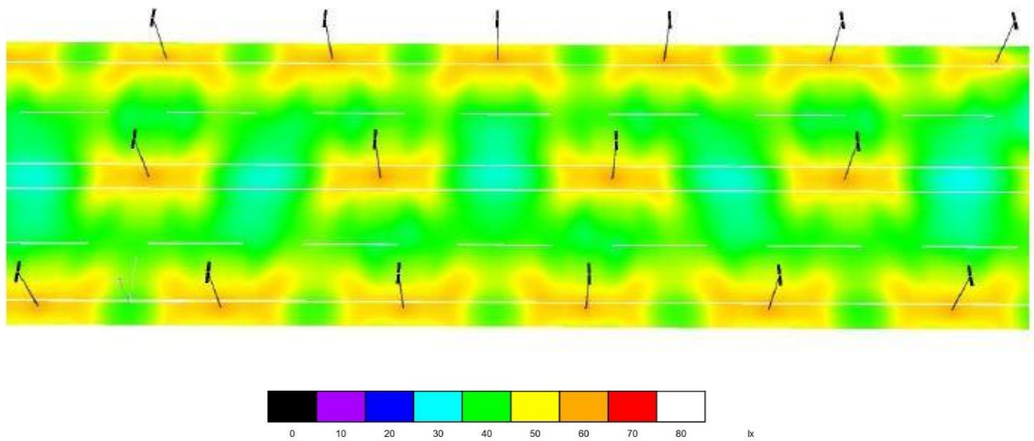


Figura 19. Planta del puente, rendering con colores falsos

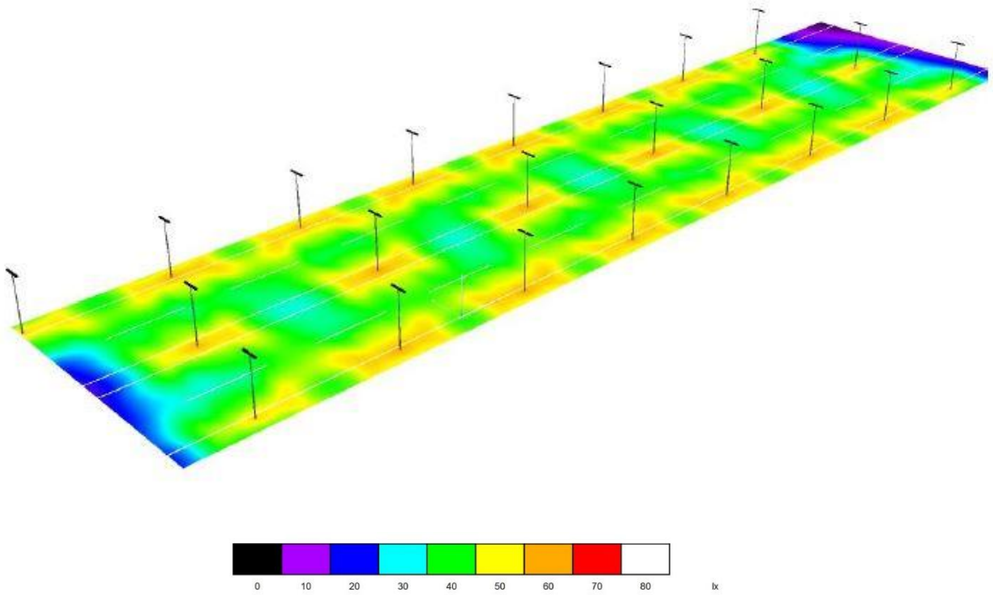


Figura 20. Perspectiva del puente, rendering con colores falsos

9. MEDIANA

El espacio comprendido entre las dos barreras de hormigón es de 1,04 m. En él se disponen los mástiles de iluminación centrales, por lo que será necesario instalar dos tubos de PE corrugado de 90 mm de diámetro cada uno por donde irán los servicios de iluminación. Estos irán protegidos por una bóveda de hormigón de 40 cm de ancho y 15 cm de alto, cuyo detalle se puede observar en la Figura 20. Las farolas se situarán cada 20 m, como ya se ha comentado en el apartado anterior, sobre una placa de sujeción. Esta placa quedará anclada mediante 4 pernos con 4 tuercas de nivelación inferior y 4 tuercas de compresión superior que se encargan de presionar la placa que soporta el mástil.

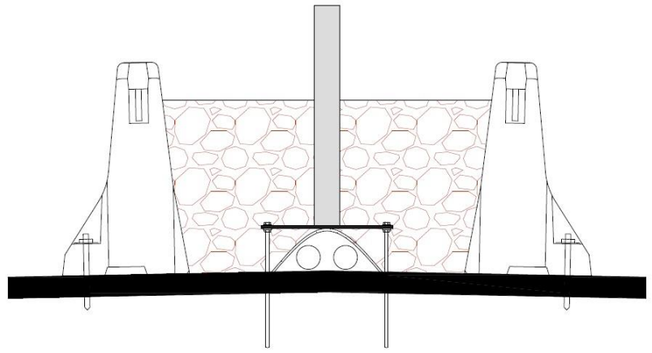


Figura 21. Detalle de la mediana

Por otro lado, el espacio interior entre las defensas se rellena con una grava de tamaño 20/40 mm exenta de finos para conseguir una permeabilidad correcta del relleno y por tanto el drenaje de la mediana a través de los orificios inferiores de las barreras de hormigón. Dado esto, será necesario darle un tratamiento anticorrosión a los pernos de sujeción del alumbrado.

Finalmente, se decide plantar ejemplares de aloe vera cada 2 metros, pues son plantas que se adaptan muy bien a climas áridos, requiriendo temperaturas superiores a 10°C y escasa humedad, por lo que su mantenimiento será escaso y barato.

Figura 22. Aloe Vera

10. BIBLIOGRAFÍA

[1]. *Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras*, Ministerio de Fomento, 2016

[2]. *Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial*, MOPU, 1990.

[3]. *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*, Ministerio de Fomento, 1999.

[4]. *Norma 6.1-IC Secciones de firmes,* Ministerio de Fomento, 2003.

[5]. *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3),* Ministerio de Fomento, 2002.

[6]. *Instrucción de Acero Estructural,* Ministerio de Fomento, 2011.

[7]. *Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios De Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos,* Ministerio de Fomento, 2014.

[8]. *Road lighting – Part 1: Selection of lighting classes*, European Committee for Standardization, 2004.

[9]. *Road lighting – Part 2: Performance requirements,* European Committee for Standardization, 2003.

APÉNDICE

ANEJO 5

APÉNDICE 5.I:

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LA CURVA IDF DE LA ESTACIÓN DE ELCHE

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1954	35	176	110	220	52	250	0	0	0	192	0	465	465.00
1955	30	26	55	0	10	42	0	170	125	270	220	72	270.00
1956	170	70	75	324	190	0	0	0	42	85	195	0	324.00
1957	68		43	305	290	0	0	52	60	160	170	97	305.00
1958	100	0	20	265	90	400	0	80	57	310	42	40	400.00
1959	240	230	133	18	340	75	0	5	240	823	92	60	823.00
1960	350	135	35	360	75	315	0	0	50	380	55	40	380.00
1961	160	320	10	36	50	86	10	0	70	150	100	32	320.00
1962	16	336	220	130	60	230	0	0	150	160	135	100	336.00
1963	72	50	0	92	53	138	0	40	610	36	53	83	610.00
1964	40	66	101	66	0	40	0	70	61	0	35	285	285.00
1965	48	88	42	85	103	112	5	15	55	375	495	600	600.00
1966	50	60	10	60	17	120	5	30	150	85	305	0	305.00
1967	70	550	60	65	40	420	0	18	77	19	200	5	550.00
1968	5	222	60	160	56	110	170	0		5	0	435	435.00
1969	69	90	85	85	23	405	0	55	135	280	80	110	405.00
1970	65	0	145	30	90	43				300	58	228	300.00
1971	30	122	550	105	60	55	50		285	385	145	290	550.00
1972	144	9	101	120	57	57	0	172	355	395	645	50	645.00
1973	40	47	179	40	14	172		0			46	150	179.00
1974	35	240	190	275	150	60	100	420	0	320		0	420.00
1975	84	150	135	135	174	92	0	83	42	100	46	80	174.00
1976	60	53	3	77	230	140	0	132	44	147	18	140	230.00
1977	140	40	56	90	350	55	295	45	237	22	154	210	350.00
1978	23	44	90	171	95	39	51	0	0	142	300	145	300.00
1979	103	41	7	60	0	170	44	0	318	274	89	10	318.00
1980	243	578	67	282	224	82	164	47	0	0	51	93	578.00
1981	123	122	102	108	60	248	0	45	0	138	0	0	248.00
1982	475	38	195	146	315	0	0	5	78	687	108	0	687.00
1983	0	127	0	22	0	112	0	137	0	82	360	40	360.00
1984	42	61	9	47	95	34	0	82	98	116	182	26	182.00
1985	65	302	163	107	82	0	5	0	270	83	203	175	302.00
1986	110	17	70	123	125	50	52	85	103	600	52	10	600.00
1987	28	58	0	0	125	0	420	10	110	485	1290	105	1290.00
1988	120	420	70	220	112	250	0	0	165	550	210	23	550.00
1989	210	110	124	200	453	895	0	70	1085	140	130	170	1085.00
1990	148	0	127	230	260	40	38	0	105	330	38	110	330.00
1991	345	195	113	40	63	30	0	0	155	195	59	0	345.00
1992	25	465	135	0		313	0	0	17	150	50	66	465.00

1993	0	244	235	0	63	53			63	90	110	0	244.00
1994	13	0	32	297	25	43	0	0	232	420	117	68	420.00
1995	0	45	73	190	0	68	0	18	68	68	52	210	210.00
1996		230	100	230	87		100	0	415	165	570	200	570.00
1997	147	15	166	267	137	150	45	32				75	267.00
1998	162	65	40	73	152		0	0	143	0	145		162.00
1999	150	43		17	32	0	13			167		75	167.00
2000	120	0	25	20	52	75	10	23		320	13		320.00
2001		147	12			228	42	0	317	278		242	317.00
2002		0	85				0	200	44				200.00
2003	61		61					0	35			326	326.00
2004	23			582		55	5	0	13	60	169		582.00
2005	22	155	10	144	0	0	0	0	273	70		50	273.00
MAX	**475.00**	**578.00**	**550.00**	**582.00**	**453.00**	**895.00**	**420.00**	**420.00**	**1085.00**	**823.00**	**1290.00**	**600.00**	**1290.00**

DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS MEDIANTE GUMBEL

Nº	Año	Precipitación (mm)	
		xi	*(xi - x)^2*
1	1954	465.00	2943.06
2	1955	270.00	19810.56
3	1956	324.00	7525.56
4	1957	305.00	11183.06
5	1958	400.00	115.56
6	1959	823.00	169950.06
7	1960	380.00	945.56
8	1961	320.00	8235.56
9	1962	336.00	5587.56
10	1963	610.00	39700.56
11	1964	285.00	15813.06
12	1965	600.00	35815.56
13	1966	305.00	11183.06
14	1967	550.00	19390.56
15	1968	435.00	588.06
16	1969	405.00	33.06
17	1970	300.00	12265.56
18	1971	550.00	19390.56
19	1972	645.00	54873.06
20	1973	179.00	53708.06
21	1974	420.00	85.56
22	1975	174.00	56050.56
23	1976	230.00	32670.56
24	1977	350.00	3690.56
25	1978	300.00	12265.56
26	1979	318.00	8602.56
27	1980	578.00	27972.56
28	1981	248.00	26487.56
29	1982	687.00	76314.06
30	1983	360.00	2575.56
31	1984	182.00	52326.56
32	1985	302.00	11826.56
33	1986	600.00	35815.56
34	1987	1290.00	773080.56
35	1988	550.00	19390.56
36	1989	1085.00	454613.06
37	1990	330.00	6520.56
38	1991	345.00	4323.06
39	1992	465.00	2943.06
40	1993	244.00	27805.56
41	1994	420.00	85.56
42	1995	210.00	40300.56
43	1996	570.00	25360.56
44	1997	267.00	20664.06
45	1998	162.00	61876.56
46	1999	167.00	59414.06
47	2000	320.00	8235.56
48	2001	317.00	8789.06
49	2002	200.00	44415.56
50	2003	326.00	7182.56
51	2004	582.00	29326.56
52	2005	273.00	18975.06
52		**21359.0**	**2449043.8**

CÁLCULO DE VARIABLES PROBABILÍSTICAS

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 410{,}75 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 219{,}14 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 170{,}86 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0{,}5772 * \alpha = 312{,}13 \text{ mm}$$

CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS

Periodo Retorno	*Variable Reducida*	*Precip. (mm)*	*Prob. de ocurrencia*	*Corrección intervalo fijo*
Años	*YT*	*XT'(mm)*	*F(xT)*	*XT (mm)*
2	0.3665	374.7521	0.5000	423.4699
5	1.4999	568.4088	0.8000	642.3020
10	2.2504	696.6264	0.9000	787.1878
25	3.1985	858.6297	0.9600	970.2515
50	3.9019	978.8129	0.9800	1106.0586
100	4.6001	1098.1088	0.9900	1240.8629

500	6.2136	1373.7833	0.9980	1552.3751

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN DE LLUVIAS

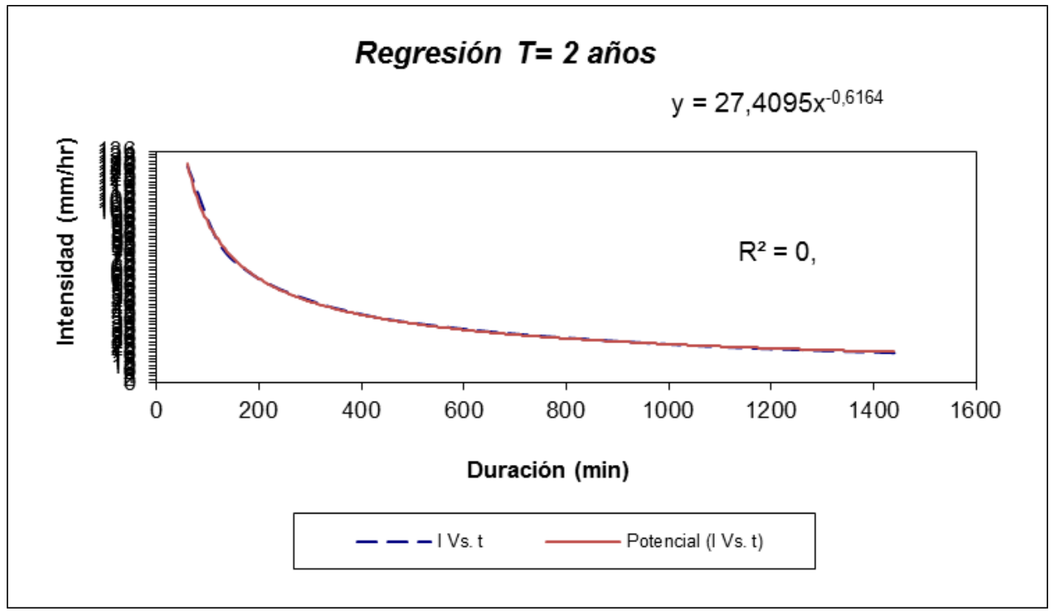
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	423.4699	642.3020	787.1878	970.2515	1106.0586	1240.8629	1552.3751
18 hr	X18 = 91%	385.3576	584.4948	716.3409	776.2012	1006.5133	1129.1853	1412.6614
12 hr	X12 = 80%	338.7759	513.8416	629.7503	776.2012	884.8469	992.6903	1241.9001
8 hr	X8 = 68%	287.9595	436.7653	535.2877	659.7710	752.1199	843.7868	1055.6151
6 hr	X6 = 61%	258.3166	391.8042	480.1846	591.8534	674.6958	756.9264	946.9488
5 hr	X5 = 57%	241.3778	366.1121	448.6971	553.0434	630.4534	707.2919	884.8538
4 hr	X4 = 52%	220.2043	333.9970	409.3377	504.5308	575.1505	645.2487	807.2351
3 hr	X3 = 46%	194.7962	295.4589	362.1064	446.3157	508.7870	570.7969	714.0926
2 hr	X2 = 39%	165.1533	250.4978	307.0033	378.3981	431.3629	483.9365	605.4263
1 hr	X1 = 30%	127.0410	192.6906	236.1564	291.0755	331.8176	372.2589	465.7125

INTENSIDAD DE LLUVIA A PARTIR DE Pd, SEGÚN LA DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN Y LA FRECUENCIA DE LA MISMA

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	17.6446	26.7626	32.7995	40.4271	46.0858	51.7026	64.6823
18 hr	1080	21.4088	32.4719	39.7967	43.1223	55.9174	62.7325	78.4812
12 hr	720	28.2313	42.8201	52.4792	64.6834	73.7372	82.7242	103.4917
8 hr	480	35.9949	54.5957	66.9110	82.4714	94.0150	105.4733	131.9519
6 hr	360	43.0528	65.3007	80.0308	98.6422	112.4493	126.1544	157.8248
5 hr	300	48.2756	73.2224	89.7394	110.6087	126.0907	141.4584	176.9708
4 hr	240	55.0511	83.4993	102.3344	126.1327	143.7876	161.3122	201.8088
3 hr	180	64.9321	98.4863	120.7021	148.7719	169.5957	190.2656	238.0309
2 hr	120	82.5766	125.2489	153.5016	189.1990	215.6814	241.9683	302.7131
1 hr	60	127.0410	192.6906	236.1564	291.0755	331.8176	372.2589	465.7125

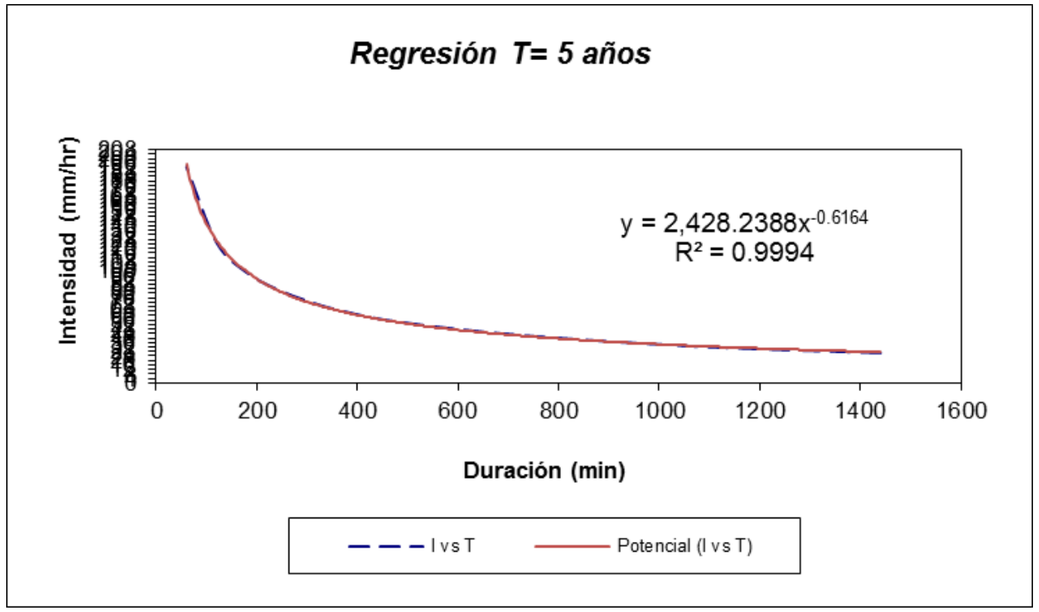
REGRESIONES IDT

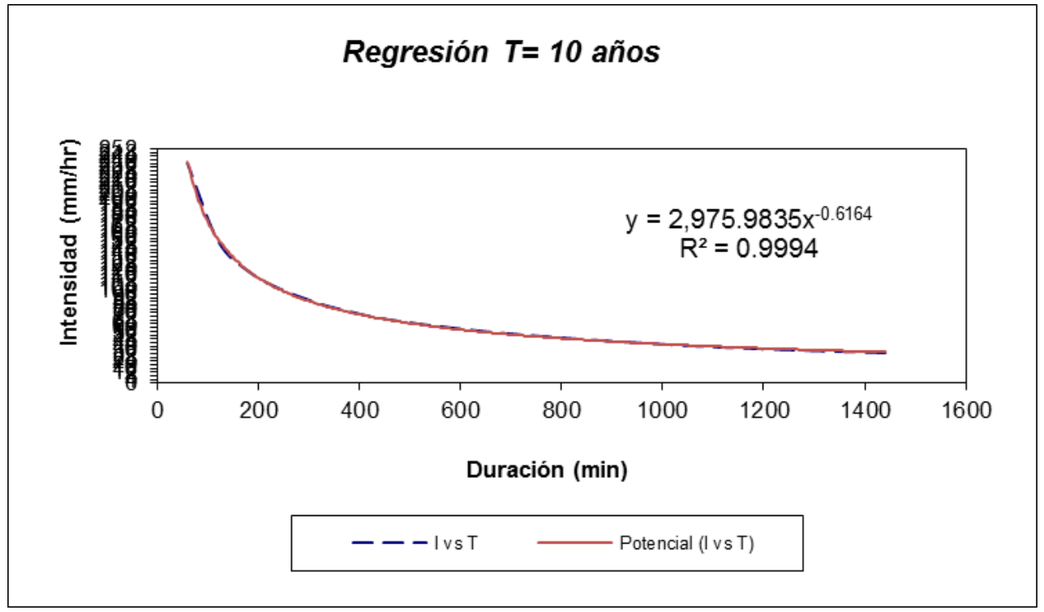
Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	17.6446	7.2724	2.8704	20.8749	52.8878
2	1080	21.4088	6.9847	3.0638	21.3998	48.7863
3	720	28.2313	6.5793	3.3404	21.9775	43.2865
4	480	35.9949	6.1738	3.5834	22.1230	38.1156
5	360	43.0528	5.8861	3.7624	22.1460	34.6462
6	300	48.2756	5.7038	3.8769	22.1131	32.5331
7	240	55.0511	5.4806	4.0083	21.9678	30.0374
8	180	64.9321	5.1930	4.1733	21.6720	26.9668
9	120	82.5766	4.7875	4.4137	21.1307	22.9201
10	60	127.0410	4.0943	4.8445	19.8351	16.7637
10	4980	524.2087	58.1555	37.9372	215.2400	346.9435
Ln (d) =	7.3783	d =	1600.9387	n =	-0.6164	



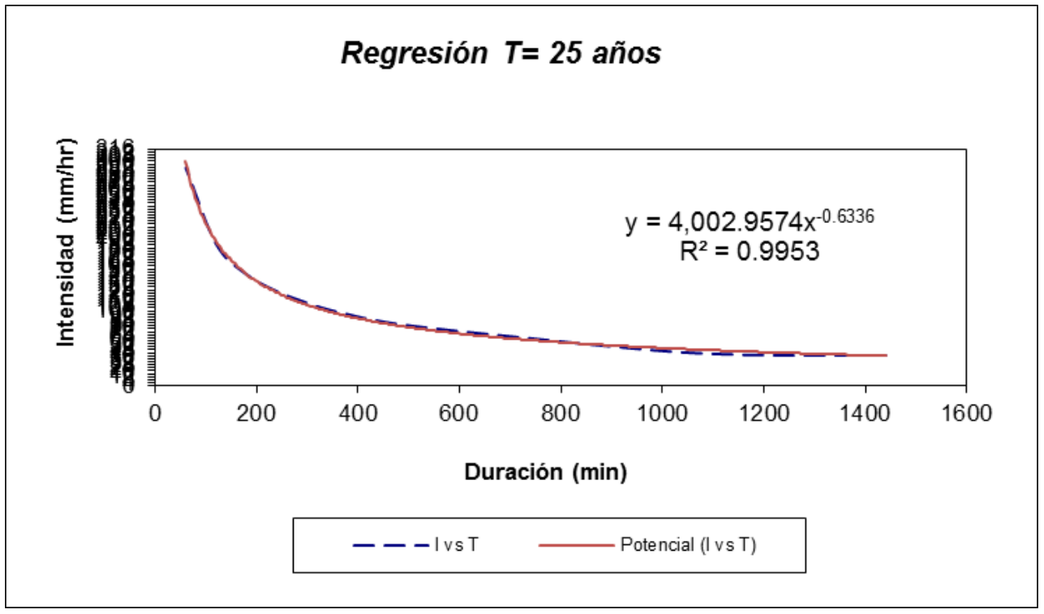
Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**26.7626**	7.2724	3.2870	23.9044	52.8878
2	**1080**	**32.4719**	6.9847	3.4804	24.3094	48.7863
3	**720**	**42.8201**	6.5793	3.7570	24.7183	43.2865
4	**480**	**54.5957**	6.1738	4.0000	24.6949	38.1156
5	**360**	**65.3007**	5.8861	4.1790	24.5980	34.6462
6	**300**	**73.2224**	5.7038	4.2935	24.4892	32.5331
7	**240**	**83.4993**	5.4806	4.4248	24.2509	30.0374
8	**180**	**98.4863**	5.1930	4.5899	23.8352	26.9668
9	**120**	**125.2489**	4.7875	4.8303	23.1250	22.9201
10	**60**	**192.6906**	4.0943	5.2611	21.5407	16.7637
10	4980	795.0985	**58.1555**	**42.1030**	**239.4662**	**346.9435**
Ln (d) =	**7.7949**	***d =***	**2428.2388**	***n =***	**-0.6164**	

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**32.7995**	7.2724	3.4904	25.3837	52.8878
2	**1080**	**39.7967**	6.9847	3.6838	25.7302	48.7863
3	**720**	**52.4792**	6.5793	3.9604	26.0566	43.2865
4	**480**	**66.9110**	6.1738	4.2034	25.9507	38.1156
5	**360**	**80.0308**	5.8861	4.3824	25.7953	34.6462
6	**300**	**89.7394**	5.7038	4.4969	25.6494	32.5331
7	**240**	**102.3344**	5.4806	4.6282	25.3657	30.0374
8	**180**	**120.7021**	5.1930	4.7933	24.8915	26.9668
9	**120**	**153.5016**	4.7875	5.0337	24.0989	22.9201
10	**60**	**236.1564**	4.0943	5.4645	22.3735	16.7637
10	4980	974.4511	**58.1555**	**44.1371**	**251.2955**	**346.9435**
Ln (d) =	**7.9983**	***d =***	**2975.9835**	***n =***	**-0.6164**	

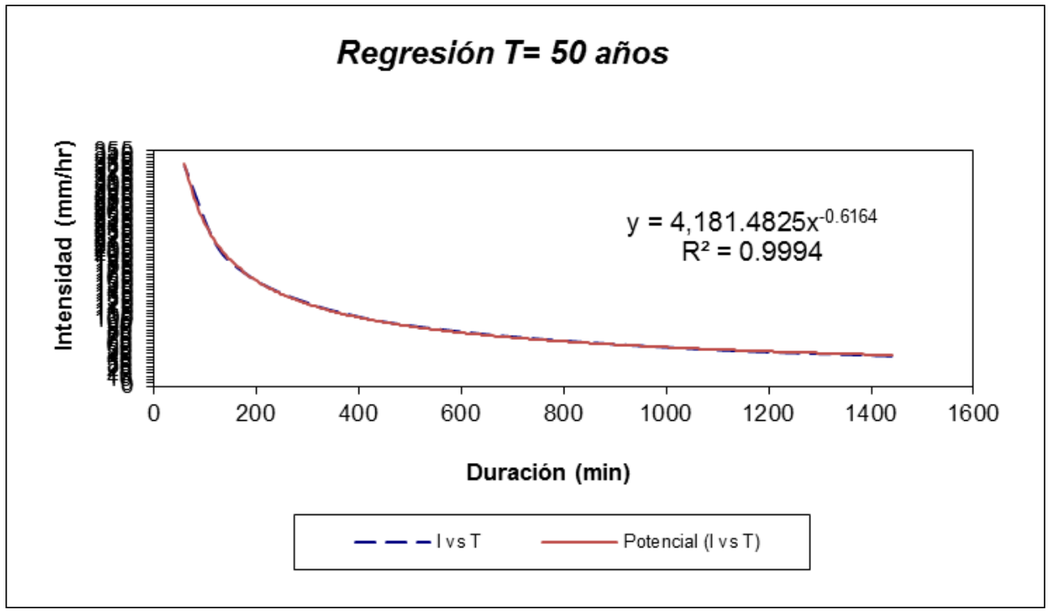




Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**40.4271**	7.2724	3.6995	26.9042	52.8878
2	**1080**	**43.1223**	6.9847	3.7640	26.2908	48.7863
3	**720**	**64.6834**	6.5793	4.1695	27.4322	43.2865
4	**480**	**82.4714**	6.1738	4.4125	27.2415	38.1156
5	**360**	**98.6422**	5.8861	4.5915	27.0260	34.6462
6	**300**	**110.6087**	5.7038	4.7060	26.8420	32.5331
7	**240**	**126.1327**	5.4806	4.8373	26.5117	30.0374
8	**180**	**148.7719**	5.1930	5.0024	25.9773	26.9668
9	**120**	**189.1990**	4.7875	5.2428	25.0999	22.9201
10	**60**	**291.0755**	4.0943	5.6736	23.2296	16.7637
10	4980	1195.1343	**58.1555**	**46.0991**	**262.5553**	**346.9435**
Ln (d) =	**8.2948**	***d =***	**4002.9574**	***n =***	**-0.6336**	



Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	**x**	**y**	**ln x**	**ln y**	**ln x*ln y**	**(lnx)^2**
1	**1440**	**46.0858**	7.2724	3.8305	27.8570	52.8878
2	**1080**	**55.9174**	6.9847	4.0239	28.1056	48.7863
3	**720**	**73.7372**	6.5793	4.3005	28.2941	43.2865
4	**480**	**94.0150**	6.1738	4.5435	28.0503	38.1156
5	**360**	**112.4493**	5.8861	4.7225	27.7971	34.6462
6	**300**	**126.0907**	5.7038	4.8370	27.5892	32.5331
7	**240**	**143.7876**	5.4806	4.9683	27.2297	30.0374
8	**180**	**169.5957**	5.1930	5.1334	26.6576	26.9668
9	**120**	**215.6814**	4.7875	5.3738	25.7270	22.9201
10	**60**	**331.8176**	4.0943	5.8046	23.7660	16.7637
10	4980	1369.1777	**58.1555**	**47.5380**	**271.0736**	**346.9435**
Ln (d) =	**8.3384**	***d =***	**4181.4825**	***n =***	**-0.6164**	

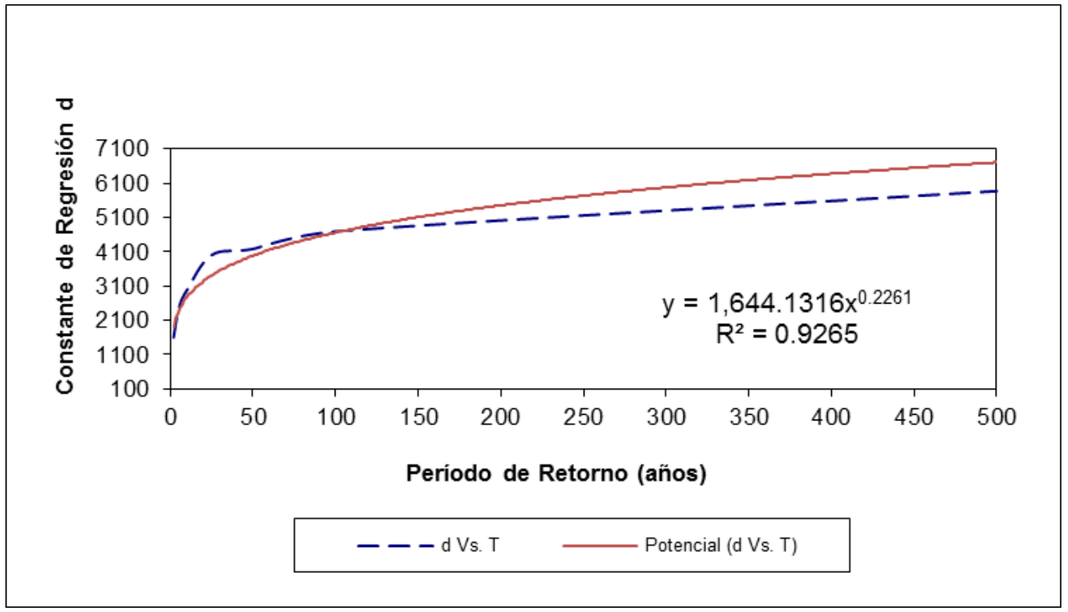


Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	51.7026	7.2724	3.9455	28.6933	52.8878
2	1080	62.7325	6.9847	4.1389	28.9089	48.7863
3	720	82.7242	6.5793	4.4155	29.0508	43.2865
4	480	105.4733	6.1738	4.6585	28.7603	38.1156
5	360	126.1544	5.8861	4.8375	28.4741	34.6462
6	300	141.4584	5.7038	4.9520	28.2452	32.5331
7	240	161.3122	5.4806	5.0833	27.8600	30.0374
8	180	190.2656	5.1930	5.2484	27.2548	26.9668
9	120	241.9683	4.7875	5.4888	26.2776	22.9201
10	60	372.2589	4.0943	5.9196	24.2368	16.7637
10	4980	1536.0504	58.1555	48.6880	277.7618	346.9435
Ln (d) =	8.4534	d =	4691.1136	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	64.6823	7.2724	4.1695	30.3222	52.8878
2	1080	78.4812	6.9847	4.3629	30.4733	48.7863
3	720	103.4917	6.5793	4.6395	30.5244	43.2865
4	480	131.9519	6.1738	4.8824	30.1431	38.1156
5	360	157.8248	5.8861	5.0615	29.7924	34.6462
6	300	176.9708	5.7038	5.1760	29.5227	32.5331
7	240	201.8088	5.4806	5.3073	29.0875	30.0374
8	180	238.0309	5.1930	5.4724	28.4179	26.9668
9	120	302.7131	4.7875	5.7128	27.3499	22.9201
10	60	465.7125	4.0943	6.1436	25.1539	16.7637
10	4980	1921.6679	58.1555	50.9278	290.7874	346.9435
Ln (d) =	8.6774	d =	5868.7933	n =	-0.6164	

CONSTANTE DE REGRESIÓN DE LA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	1600.9387	0.6931	7.3783	5.1143	0.4805
2	5	2428.2388	1.6094	7.7949	12.5454	2.5903
3	10	2975.9835	2.3026	7.9983	18.4168	5.3019
4	25	4002.9574	3.2189	8.2948	26.6999	10.3612
5	50	4181.4825	3.9120	8.3384	32.6201	15.3039
6	100	4691.1136	4.6052	8.4534	38.9295	21.2076
7	500	5868.7933	6.2146	8.6774	53.9267	38.6214
7	692	25749.5078	22.5558	56.9356	188.2527	93.8667
Ln (K) =	7.4050	K =	1644.1316	m =	0.2261	



CURVA IDF

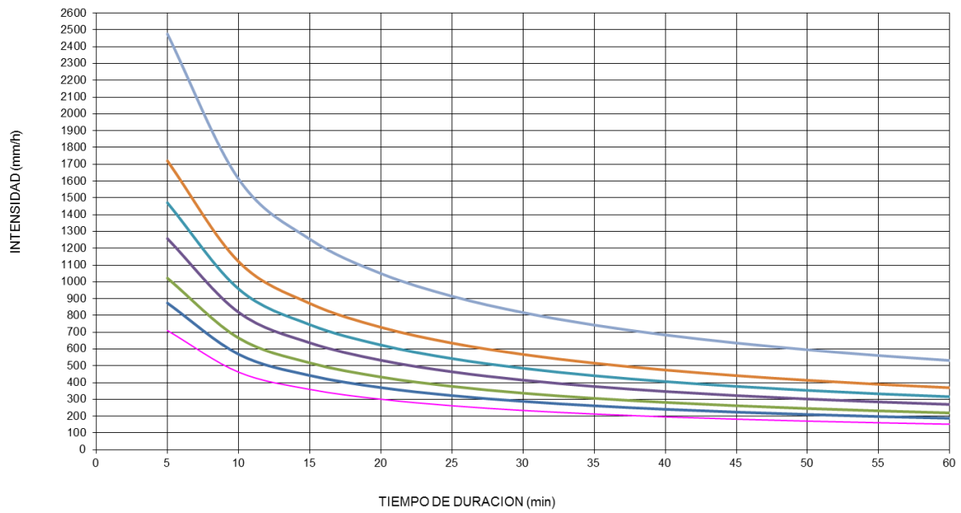


Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	710.32	462.56	359.91	301.21	262.36	234.37	213.04	196.15	182.36	170.85	161.06	152.62
5	873.87	569.06	442.77	370.56	322.77	288.33	262.10	241.31	224.34	210.18	198.14	187.76
10	1022.17	665.63	517.91	433.45	377.54	337.26	306.57	282.26	262.42	245.85	231.77	219.62
25	1257.52	818.89	637.16	533.25	464.47	414.91	377.16	347.25	322.84	302.46	285.14	270.19
50	1470.93	957.85	745.29	623.75	543.29	485.33	441.17	406.18	377.62	353.79	333.52	316.04
100	1720.55	1120.41	871.77	729.60	635.49	567.69	516.04	475.11	441.71	413.83	390.12	369.67
500	2475.91	1612.29	1254.50	1049.91	914.49	816.92	742.59	683.69	635.63	595.51	561.40	531.97

$$I = \frac{1644{,}1316 * T^{0{,}226144}}{t^{0{,}61885}}$$