

## **Anejo 4: Servicios**

---

## 1. ILUMINACIÓN.

Se escogen farolas similares a las que hay instaladas por todo el pueblo (figura 20) y se colocarán una cada 20 metros aproximadamente, ya que se aprovechará el espacio entre plazas de aparcamiento (planos 10 y 11), siendo un total de 7 farolas.



Figura 20: Farola.

### 1.1. Diseño de la instalación eléctrica.

Se aprovechará el diseño e instalación del alumbrado del parking para reemplazar dos farolas y su cableado situadas en un camino muy próximo a la zona del aparcamiento, ya que son farolas antiguas y rompen la armonía del alumbrado de Todolella. De esta forma se aprovechará la toma de corriente de esas farolas para arrancar la instalación de alumbrado de las ahora 9 farolas (7 nuevas más 2 sustituidas).

Calculemos la sección de conductor de una línea monofásica de 230 V de tensión que alimenta 9 lámparas LED de 87 W cada una. Cada lámpara está separada 20 m de la siguiente y la distancia entre el cuadro general de mando y protección y la primera lámpara es también de 20 m.

Se procederá a calcular según dos criterios: Calentamiento y caída de tensión

### Criterio del calentamiento (intensidad admisible)

Con la potencia total (PT) podemos obtener la intensidad máxima que será la que recorrerá la línea en su tramo inicial hasta el primer receptor.

$$P_T = \sum P_i = 9 \times 87 \text{ W} = 783 \text{ W}$$

$$P_T = U \cdot I_T \cdot \cos\phi_T \rightarrow I_T = P_T / (U \cdot \cos\phi) = 783 / (230 \cdot 1) = 4 \text{ A}$$

Con este valor de intensidad total de corriente en la línea podemos obtener fácilmente la sección por el criterio del calentamiento.

El cable a emplear podemos pensar que será multipolar dada la baja sección resultado que se adivina por la corriente tan reducida que ha de transportar.

Buscamos en la UNE 20460-5-523 el sistema de instalación de referencia que corresponde a un cable multiconductor en conductos enterrados. → D

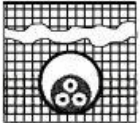
	Cable multiconductor en conductos enterrados	<b>D</b>	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
---	--	----------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Figura 21: Tabla UNE 51

Con el sistema D vamos a la tabla de intensidades admisibles y entrando por la fila correspondiente llegaremos hasta XLPE2, (es 2 por ser línea monofásica → 2 conductores cargados). Se obtiene de esta forma una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Comprobamos fácilmente que la sección de 1,5 mm<sup>2</sup> soporta hasta 27 A en las condiciones estándares al ser inferior a los 4 A que circularán por la línea tenemos cubiertas las necesidades por el criterio de la intensidad admisible.

### Criterio de la caída de tensión

Sabemos que la caída de tensión máxima admisible en alumbrado es del 3 % (ITC-BT 19, pto. 2.2.2.). Es decir, la última lámpara de la línea no deberá tener en bornes una tensión inferior a la de alimentación menos el 3%.

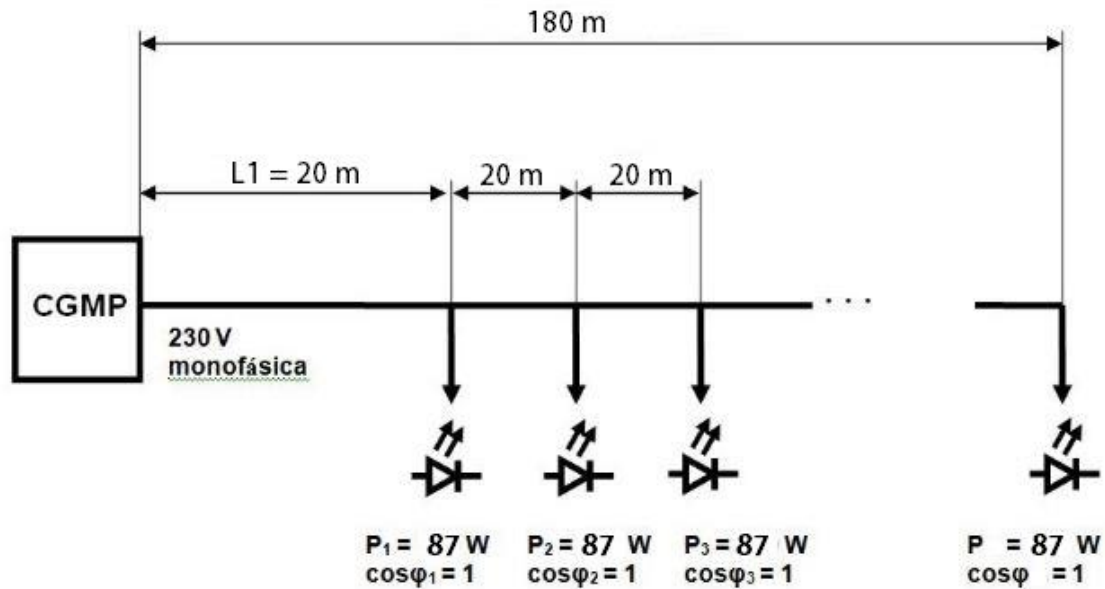


Figura 22: Esquema instalación eléctrica.

Al tratarse de receptores iguales repartidos uniformemente sólo debemos aplicar la fórmula de cálculo de la sección por caída de tensión para estos casos.

Previendo una sección no muy elevada como resultado podremos obviar la reactancia ( $x = 0$ ) y la fórmula quedaría como sigue:

$$S = (2 \cdot I \cdot \cos\phi \cdot n \cdot (L + L_1) / 2) / \gamma \cdot \Delta U$$

Dónde:

- S: sección del conductor en  $\text{mm}^2$
- I: intensidad de corriente de cada lámpara  $\rightarrow I_{\text{lámpara}} = P_{\text{lámpara}}/U = 87/230 = 0,38$   
A  $\cos\phi = 1$  (salvo otra indicación del fabricante)
- n: número de receptores  $\rightarrow 9$
- L: longitud de la línea hasta el último receptor  $\rightarrow 180$  m
- $L_1$ : longitud de la línea hasta el primer receptor  $\rightarrow 20$  m
- $\gamma$ : conductividad del Cu a 90 °C  $\rightarrow 45,5$  m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )
- $\Delta U$ : caída de tensión máxima admisible: V  $\rightarrow 3\%$  de 230 V  $\rightarrow 0,03 \times 230 = 6,9$  V

$$S = (2 \cdot 0,38 \cdot 1 \cdot 9 \cdot (180 + 20) / 2) / 45,5 \cdot 6,9 = 2,16 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada más próxima a la calculada es de 2,5  $\text{mm}^2$ .

Al ser la sección por el criterio de la caída de tensión superior al criterio del calentamiento el cable a instalar será Afumex 1000 V RZ1-K (AS).

## 1.2. Estructuras.

Para el paso del cableado se instalará macarrón de 10 cm de diámetro exterior y una arqueta realizada in situ de 30x30 cm de dimensiones interiores con una tapa metálica de 30x30cm al lado de cada farola, a la que llegarán tres macarrones: uno de la arqueta anterior, uno de la arqueta posterior y uno que llegará hasta el emplazamiento de la farola. Para instalar el macarrón, se colocará antes de realizar la capa de hormigón y se verterá el hormigón sobre éste (figura 23).

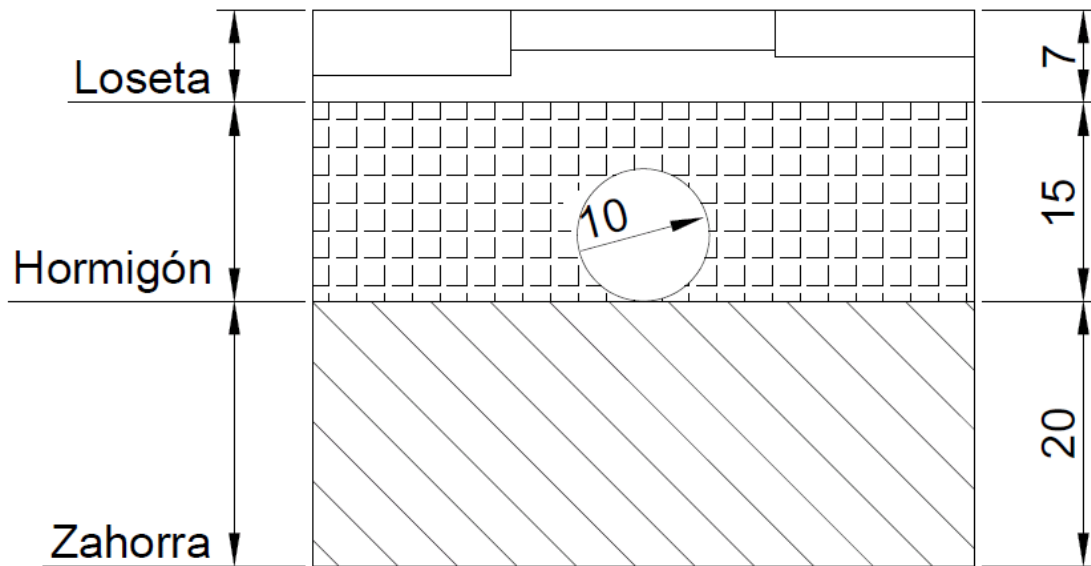


Figura 23: Sección tipo instalación macarrón.

## 2. PASEO.

### 2.1. Mobiliario.

Se instalarán bancos de hierro fundido y madera, similares a algunos de los que hay instalados en el pueblo (figura 24). Su ubicación se muestra en el plano 11, y se ha decidido colocar uno a cada lado de farola siempre y cuando quede espacio suficiente de paso, por ese motivo no se colocan bancos en la primera farola y en la cuarta, y solo se coloca uno en la segunda. Las medidas de este tipo de bancos son de 2 metros de largo y 80 centímetros de ancho.



Figura 24: Banco

### 2.2. Arbolado.

Para dar mejor aspecto al paseo se plantarán árboles cuyo emplazamiento está indicado en el plano 11. Se han colocado utilizando los espacios que dejan los bancos y las farolas, quedando así sitio para 17 árboles. Se ha optado por plantar encinas ya que éste es el árbol predominante en las inmediaciones de la explanada.

Para plantar los árboles se construirá un círculo de tierra vegetal de un metro de diámetro que se bordeará con piezas de sillería de piedra de 12x12xNcm y se colocará al nivel de la acera.

### 2.3. Pavimento del paseo.

El paseo se elevará 10 cm sobre el nivel de la explanada durante todo su largo excepto en la zona de entrada en la que se realizará una rampa para poder acceder sin presencia de escalones.

En aceras se proyecta un pavimento con la siguiente sección (plano 13):

- Loseta natural de entre 2 y 5 cm de grosor asentada con mortero de cemento con un espesor total de 7 cm.
- 15 cm de hormigón HM/25/P/20/IIb con mallazo #5 15x15 B500S a una altura de 10 cm sobre la zahorra.
- 20 cm de zahorra artificial.
- 40 cm de suelo seleccionado.

El bordillo de las aceras será de sillería de piedra de dimensiones 12x12xN. Para los emplazamientos de los árboles se dejará un hueco circular de 1 metro de diámetro bordeado también por sillería de dimensiones 12x12xN cm.

### 3. FIRMES.

Para la zona de aparcamiento, y por extensión y uniformidad para el vial de acceso, se opta por un pavimento de hormigón, ya que un pavimento flexible es susceptible de ser alterado por combustibles, aceites, grasas... y hay una probabilidad alta de que se produzcan derrames de este tipo de contaminantes en una zona de aparcamiento.

El firme estará compuesto por (plano 13):

- 18 cm de hormigón HA/25/P/20/IIb con mallazo #5 15x15 B500S. a una altura de 10cm de la zahorra.
- 20 cm de zahorra artificial.
- 40 cm de suelo seleccionado.



## 4. DRENAJE.

### 4.1. Datos de precipitación.

Se trabaja con un resumen anual de datos de precipitación diaria máxima mensual. Los datos se han obtenido de la agencia estatal de meteorología (AEMET) y del instituto valenciano de investigaciones agrarias (IVIA). Los datos pertenecen a la estación pluviométrica de Morella y las unidades están en milímetros.

La estación de Morella está situada en las coordenadas (00º 6'W, 40º 37'N). El sistema de referencia es ETRS 89 con proyección UTM 30N.

A continuación, se presenta una tabla con los datos de precipitación máxima diaria mensual para la estación de Morella:

Tabla 8: Datos de la estación de Morella.

Precipitación máxima en 24h mensual en la estación de Morella.													
Año	mes												Máxima diaria anual
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
1954	0	0,8	16	53	6,5	16,5	13	0	0	9	2	5,5	<b>53</b>
1955	6,5	6,5	7,5	7	8,5	0	0	13,5	13,5	49	6	22	<b>49</b>
1956	0	83	21	25	56	34	-	0	1	116	131	3	<b>131</b>
1957	31	0	0	27	25	15	0	12	48	211	31	21	<b>211</b>
1958	19	18	0	32	10	104	3	0	0	68	52	35,5	<b>104</b>
1959	27	55	0	0	42	47	3	6	45	28,5	9,5	6	<b>55</b>
1960	32,5	12	12,2	4	35,5	33,2	25	25	6	-	1,8	22	<b>35,5</b>
1961	11	0	5	0	22	34	0	2,5	50,5	55	36	5	<b>55</b>
1962	0	5	59	41	46	19	0	-	0	52	29	19,5	<b>59</b>
1963	11	15	0	15	0	15	0	16	133	0	0	26,5	<b>133</b>
1964	10	6,5	22	0	14	30	8	12	10	4	9,5	106,5	<b>106,5</b>
1965	13	11	4	11	10,5	10	3,5	10	10	153	35	10	<b>153</b>
1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>
1967	33	77	26	18	0	22,5	0	17	4,5	12	22	0	<b>77</b>
1968	15	57	33	10	4	9	0	27	0	0	50	35	<b>57</b>
1969	24	18	23,5	44	12,5	16	0	5	25	98	33	1	<b>98</b>
1970	16	0	0	0	0	0	0	-	0	17	15	27	<b>27</b>
1971	0	0	44	29	17	4	0	35	70	127	61	48	<b>127</b>
1972	16	0	21	16,5	7	16,5	0	10	37	38	33	35	<b>38</b>
1973	0	0	50	23	6,5	52,5	12	42	10	10	4	50	<b>52,5</b>

1974	0	40,5	57,5	51	20	17,5	41,5	53	0	0	0	0	<b>57,5</b>
1975	0	9,5	69	9	25,5	23	0	-	15	27	40	46	<b>69</b>
1976	21	10,5	2,5	-	-	15	7	25,5	14	11	0	26	<b>26</b>
1977	39	0	11	10	33	9	22	19	70	86	14	85	<b>86</b>
1978	14	0	0	20	21	2	0	0	0	2,5	31	9	<b>31</b>
1979	48	0	15	6	0	44	3	0	8	21	0	0	<b>48</b>
1980	71	83	12	12	31	52	0	0	0	0	-	-	<b>83</b>
1981	-	19	31	87	-	10	-	-	17	10	0	0	<b>87</b>
1982	19	19	43	44	25	21	0	54	138	56	0	0	<b>138</b>
1983	0	18	10	0	0	19	0	70	0	18	143	0	<b>143</b>
1984	24	64	24	22	27	0	0	1	17	9	39	48	<b>64</b>
1985	21	25	5	9	36	0	0	0	30	3	16	14	<b>36</b>
1986	0	12	0	15	19	0	45	7	73	60	82	0	<b>82</b>
1987	80	38	0	4	14	0	41	0	7	45	170	18	<b>170</b>
1988	35	8	0	38	11	19	7	0	30	47	60	0	<b>60</b>
1989	14	64	17	16	25	0	0	0	115	13	92	63	<b>115</b>
1990	83	0	10	14	18	0	27	0	26	35	14	11	<b>83</b>
1991	45	33	48	22	20	4	11	23	53	108	-	37	<b>108</b>
1992	7	60	3	0	38	73	0	0	17	19	0	74	<b>74</b>
1993	0	35	30	12	9,5	0	10	0	15	114	27	6	<b>114</b>
1994	0	3	4	32	8	3	0	0	73	37	22	15	<b>73</b>
1995	0	9	4	9	5	11	0	17	23	32	24	185	<b>185</b>
1996	17	10	6	10,5	34	4,5	0	2	63	3,5	21	28	<b>63</b>
1997	13	3	8	31	16	9,5	4	18	80	6	6	16,5	<b>80</b>
1998	94	33	0	7	48	-	0	8,5	12	0	17	51	<b>94</b>
1999	9	2	15	9	4	2	38	0	38	32	9	7	<b>38</b>
2000	15	0	15	14	9	-	0	15,6	2,7	143	0	8,6	<b>143</b>
2001	22,1	20,2	7,1	24,8	40,7	6,4	1	3,5	57,7	10,4	20,7	29,3	<b>57,7</b>
2002	27,8	0	15,2	40,4	60,5	107,6	30,2	16,8	32,7	10,5	5,1	23,6	<b>107,6</b>
2003	12,1	20,6	9,2	55,8	37,2	1,4	2,7	17,6	16,3	38,7	22,2	10,2	<b>55,8</b>
2004	0	33,8	52,4	23,4	49,6	69	1	0	19,2	6,6	2,8	19,8	<b>69</b>
2005	1,4	15	8,6	13,4	12,8	16	4	4,4	12	1,8	24,4	20	<b>24,4</b>
2006	36,8	27,6	2,4	3,2	15,2	5,4	6,2	2,6	20,8	5,6	82,6	17	<b>82,6</b>
2007	71,8	17,2	23,6	28,6	15,4	0	0	8	56,2	93	0	11,8	<b>93</b>
2008	3,8	43,4	4,2	3,2	27,4	41,8	10,8	0,8	10,4	117	15,6	37,8	<b>117</b>
2009	20,8	1,8	42	12	5,4	1,8	59,2	10,4	125,8	12,8	1,8	42,6	<b>125,8</b>
2010	35	16,6	18,6	21,4	24,2	8	0	5,2	49	38,8	10,4	5,2	<b>49</b>
2011	1	2,2	29,8	26,6	10	2,6	3,4	4,2	3,4	9,5	32,9	8,1	<b>32,9</b>
2012	32,3	0	64,8	13,4	1,2	0	5,3	0	101,7	16,9	14,6	1,8	<b>101,7</b>
2013	3	53,3	14,5	39,6	4,8	2,6	5,7	17,4	0	0	6,3	5	<b>53,3</b>
2014	3,8	8,3	25,3	7,9	3	23	28	0	22,2	2,6	38,2	19,8	<b>38,2</b>

A partir de las series de datos de precipitaciones diarias máximas mensuales recogidas a partir del pluviómetro de la estación de Morella, se ha obtenido una muestra de precipitaciones diarias máximas anuales. Con estos datos se ha realizado el análisis.

Para llegar a la muestra final se ha establecido el siguiente criterio: si faltan datos del mes de septiembre, octubre o noviembre ese año se elimina. Este criterio se ha realizado al analizar todos los datos y observar que los meses con mayores precipitaciones, en la zona correspondiente al estudio, son los citados anteriormente, por lo que sería un riesgo que a sabiendas de la falta de estos datos dar el máximo anual de otro mes con menos tendencia a producir esos máximos.

Tabla 9: Muestras finales de p.m.d. anual en Morella.

Muestras finales de precipitación máxima diaria anual en Morella					
53	153	26	170	94	117
49	77	86	60	38	125,8
131	57	31	115	143	49
211	98	48	83	57,7	32,9
104	27	87	74	107,6	101,7
55	127	138	114	55,8	53,3
55	38	143	73	69	38,2
59	52,5	64	185	24,4	
133	57,5	36	63	82,6	
106,5	69	82	80	93	

## 4.2. Modelización hidrológica.

En el análisis estadístico de lluvias máximas suelen emplearse modelos de series anuales de máximos, con lo que sólo se considera el mayor valor de cada uno de los años con datos, y métodos paramétricos que utilizan diversas leyes de distribución cuyos parámetros son ajustados a partir de los datos.

El método que se ha empleado para la modelización hidrológica es la Ley de Gumbel. Esta es la distribución que siguen los caudales máximos y las precipitaciones máximas, tanto anuales como mensuales, y por lo tanto es la base para el estudio estadístico de las crecidas.

Gumbel demostró que el valor máximo de una muestra extraída de una población normal, seguía una distribución definida por:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x - \beta)}}$$

La media y la desviación típica en función de sus parámetros son:

$$\mu = \beta + 0,5772 / \alpha \quad \sigma = \pi / (\alpha \cdot \sqrt{6})$$

En la estimación de los parámetros de esta función se usa el método de mínimos cuadrados, por la facilidad que presenta en este caso, ya que obteniendo los factores de frecuencia muestrales  $F(x_i) = P(x < X)$  y tomando logaritmos naturales dos veces se obtiene:

$$y_i = -\ln (-\ln (F(x_i))) = \alpha \cdot (x_i - \beta) = \alpha \cdot x_i - \alpha \cdot \beta = a \cdot x_i + b$$

Y por tanto a y b, y consecuentemente  $\alpha$  y  $\beta$ , se pueden obtener fácilmente por mínimos cuadrados haciendo una regresión lineal entre  $y_i$  y  $x_i$ .

Al ajustar dicha recta se ha considerado la siguiente función de distribución:

$$F(x_i) = N_i / (N + 1)$$

Donde  $N_i$  es el número de orden de cada precipitación anual  $x_i$  si ordenamos todos los valores disponibles de menor a mayor y N es el número de datos disponibles de la estación.

Obtenidos los valores de los parámetros “a” y “b”, para cada período de retorno “T” tenemos una precipitación máxima diaria X que hallaremos a partir de la función de distribución siguiente:

$$F(x) = T / (T + 1)$$

Y, por tanto:

$$Y(x) = -\ln [-\ln (T / (T + 1))]$$

$$X = Y(x) / \alpha + \beta$$

Tabla 10: Cuartiles

posición	p.m.d. Máxima Anual	$F(x_i)$	$Y_{x_i}$
1	24,4	0,0172	-1,4013
2	26	0,0345	-1,2141
3	27	0,0517	-1,0858
4	31	0,0690	-0,9836

5	32,9	0,0862	-0,8965
6	36	0,1034	-0,8192
7	38	0,1207	-0,7488
8	38	0,1379	-0,6836
9	38,2	0,1552	-0,6223
10	48	0,1724	-0,5641
11	49	0,1897	-0,5084
12	49	0,2069	-0,4546
13	52,5	0,2241	-0,4025
14	53	0,2414	-0,3516
15	53,3	0,2586	-0,3019
16	55	0,2759	-0,2530
17	55	0,2931	-0,2048
18	55,8	0,3103	-0,1571
19	57	0,3276	-0,1098
20	57,5	0,3448	-0,0627
21	57,7	0,3621	-0,0158
22	59	0,3793	0,0311
23	60	0,3966	0,0780
24	63	0,4138	0,1251
25	64	0,4310	0,1725
26	69	0,4483	0,2202
27	69	0,4655	0,2684
28	73	0,4828	0,3171
29	74	0,5000	0,3665
30	77	0,5172	0,4167
31	80	0,5345	0,4677
32	82	0,5517	0,5197
33	82,6	0,5690	0,5728
34	83	0,5862	0,6272
35	86	0,6034	0,6830
36	87	0,6207	0,7404
37	93	0,6379	0,7996

38	94	0,6552	0,8607
39	98	0,6724	0,9241
40	101,7	0,6897	0,9900
41	104	0,7069	1,0588
42	106,5	0,7241	1,1308
43	107,6	0,7414	1,2065
44	114	0,7586	1,2864
45	115	0,7759	1,3713
46	117	0,7931	1,4619
47	125,8	0,8103	1,5592
48	127	0,8276	1,6647
49	131	0,8448	1,7801
50	133	0,8621	1,9077
51	138	0,8793	2,0509
52	143	0,8966	2,2146
53	143	0,9138	2,4063
54	153	0,9310	2,6386
55	170	0,9483	2,9354
56	185	0,9655	3,3498
57	211	0,9828	4,0518

Tabla 11: Parámetros

a	0,02787
b	-1,77312
$\alpha$	0,02787
$\beta$	63,62110
$\mu$	84,33154
$\sigma$	46,01901

Tabla 12: Precipitación máxima para periodo de retorno.

Periodo de retorno	F(x)	Y(x)	Pmax 24h
5	0,83333	1,70198	124,68975
10	0,90909	2,35062	147,96335

25	0,96154	3,23855	179,82312
50	0,98039	3,92194	204,34376
75	0,98684	4,32412	218,77424
100	0,99010	4,61015	229,03730
150	0,99338	5,01396	243,52635
200	0,99502	5,30081	253,81888
250	0,99602	5,52346	261,80759
300	0,99668	5,70545	268,33753
350	0,99715	5,85936	273,86007
400	0,99751	5,99271	278,64490
450	0,99778	6,11036	282,86608
500	0,99800	6,21561	286,64253

#### 4.2.1. Curvas intensidad-duración-frecuencia.

De acuerdo con la Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial, la intensidad media de precipitación para un intervalo de tiempo “t” a emplear en la estimación de los caudales de referencia por medios hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$I_t / I_d = (I_1 / I_d)^{(280,1 - t_{0,1}) / (280,1 - 1)}$$

Dónde:

- $I_d$ : (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a  $P_d/24$
- $P_d$ : (mm) es la precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno, que podrá tomarse de los mapas contenidos en la publicación “Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día”, de la Dirección General de Carreteras, o a partir de otros datos sobre lluvias, los cuales deberán proceder preferentemente del Instituto Nacional de Meteorología.
- $I_1$  (mm/h) es la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno. El valor de la razón  $I_1/I_d$  correspondiente a la zona de estudio según el mapa de Isolíneas  $I_1/I_d$  es de 11.
- $t(h)$ : la duración del intervalo al que se refiere  $I_1$ .

De acuerdo con esta formulación, obtenemos las siguientes relaciones  $I_t/I_d$  que servirán para obtener las curvas intensidad-duración para cada uno de los periodos de retorno considerados.

Tabla 13:  $I_i/I_d$  en función de T (h).

t (h)	$I_i/I_d$
24	1,1382
12	1,9886
6	3,3469
2	7,1184
1	11,0000
0,5	16,5099
0,3	21,8829
0,1	38,2833

Tabla 14: Intensidad de lluvia en función de T.

T (h)	Periodo de retorno (años)								
	5	10	25	50	100	200	300	400	500
24	5,91	7,02	8,53	9,69	10,86	12,04	12,73	13,21	13,59
12	10,33	12,26	14,90	16,93	18,98	21,03	22,23	23,09	23,75
6	17,39	20,63	25,08	28,50	31,94	35,40	37,42	38,86	39,97
2	36,98	43,89	53,34	60,61	67,93	75,28	79,59	82,65	85,02
1	57,15	67,82	82,42	93,66	104,98	116,33	122,99	127,71	131,38
0,5	85,78	101,79	123,70	140,57	157,56	174,60	184,59	191,68	197,18
0,3	113,69	134,91	163,96	186,32	208,83	231,43	244,67	254,06	261,36
0,1	198,90	236,02	286,84	325,96	365,35	404,88	428,04	444,48	457,23
Intensidad de la lluvia de duración T en mm/h									

#### 4.2.2. Cálculo de los caudales de avenida.

El caudal máximo será:

$$Q = C \cdot I \cdot A \cdot K / 3,6$$

Siendo:

- Q = Caudal pico en m<sup>3</sup>/s
- C = Coeficiente de escorrentía de la cuenca
- I = Intensidad de la tormenta de diseño en mm/h



- A = Superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup>
- K = Coeficiente de uniformidad

La fórmula para obtener el tiempo de concentración recomendada es una modificación de la del US Army Corps of Engineers:

$$T = 0,3 \cdot (L / J^{0,25})^{0,76}$$

Dónde:

- T = Tiempo de concentración en horas
- L = Longitud del cauce principal en km
- J = Pendiente del cauce principal

Para tener en cuenta la no uniformidad espacial de la lluvia, hay que afectarla por un coeficiente de reducción areal si la superficie de la cuenca es mayor de 1 km<sup>2</sup>. Este coeficiente tiene por expresión:

$$K_A = -\log A / 15$$

Dónde A es la superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>.

Para obtener el coeficiente de escorrentía, el método de Témez utiliza el modelo de infiltración del Soil Conservation Service, de tal forma que el coeficiente de escorrentía depende tanto del parámetro del modelo de infiltración, como de la magnitud del aguacero. El resultado es:

$$C = (P_d - P_0) \cdot (P_d + 23P_0) / (P_d + 11P_0)^2$$

Dónde:

- P<sub>d</sub>= precipitación diaria en mm
- P<sub>0</sub>= umbral de escorrentía en mm

El umbral de escorrentía es el parámetro del modelo de infiltración. Este parámetro se encuentra tabulado y es función de la vegetación (o uso del suelo), la pendiente y del tipo de suelo.

Además, el umbral de escorrentía debe afectarse por un coeficiente corrector que tiene en cuenta la humedad antecedente y otras correcciones experimentales. Este coeficiente está regionalizado, de tal forma que para la Comunidad Valenciana varía entre 2,7 y 3,2 (mayor cuanto mayor es la aridez de la cuenca).

Las Intensidades Máximas Previsibles en función del Tiempo de Concentración y del Período de Retorno, se calculan mediante las Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.

El coeficiente de uniformidad K viene dado por la ecuación:

$$K = 1 + t_c^{1,25} / (t_c^{1,25} + 14)$$

Es función del tiempo de concentración, y tiene en cuenta el error introducido en la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación a medida que crece el tamaño de la cuenca.

#### 4.2.3. Caracterización de la cuenca.

Tabla 15: Características de la cuenca.

Superficie (km <sup>2</sup> )	0,00134
Longitud cauce (km)	0,14
Cota cabecera (m)	2,5
Cota desagüe (m)	0
Desnivel (m)	2,5
Pendiente media	1,79%
Longitud cuenca (km)	0,14
Perímetro (km)	300
Ancho medio (km)	0,01
Máxima cota (m)	2,5
K <sub>A</sub>	1
T <sub>C</sub>	0,14
K	1,01

Tabla 16: Coeficiente de escurrentía.

T (años)	Pd (mm)	K <sub>A</sub>	Pd corr (mm)	P0 (mm)	C
5	124,6898	1,0000	124,6898	0	1,00000
10	147,9634	1,0000	147,9634	0	1,00000
25	179,8231	1,0000	179,8231	0	1,00000
50	204,3438	1,0000	204,3438	0	1,00000
100	229,0373	1,0000	229,0373	0	1,00000
500	286,6425	1,0000	286,6425	0	1,00000

Tabla 17: Intensidad máxima de precipitación para Tc

T (años)	Pd (mm)	K <sub>A</sub>	Pd corr (mm)	Id (mm/h)	Itc (mm/h)
5	124,6898	1,0000	124,6898	5,20	165,9436
10	147,9634	1,0000	147,9634	6,17	196,9174

25	179,8231	1,0000	179,8231	7,49	239,3180
50	204,3438	1,0000	204,3438	8,51	271,9514
100	229,0373	1,0000	229,0373	9,54	304,8148
500	286,6425	1,0000	286,6425	11,94	381,4789

Tabla 18: Caudal en función del periodo de retorno

T (años)	C	Itc (mm/h)	A (km2)	Ka	Q (m³/s)
5	1,0000	165,9436	0,00134	1,0063	0,06
10	1,0000	196,9174	0,00134	1,0063	0,07
25	1,0000	239,3180	0,00134	1,0063	0,09
50	1,0000	271,9514	0,00134	1,0063	0,10
100	1,0000	304,8148	0,00134	1,0063	0,11
500	1,0000	381,4789	0,00134	1,0063	0,14

### 4.3. Cálculo de la red de drenaje.

Para tener un drenaje correcto se le dará a la explanada una pendiente del 2% transversalmente hacia el centro de la misma durante una franja de 3 metros bordeando la carretera CV-122. A tres metros del borde interior del parking se instalará una tubería de drenaje de PVC a lo largo de toda la explanada. Para la entrada del agua de escorrentía a la tubería, se instalarán imbornales 40x20cm (figura 25) cada 15 m, siendo un total de 9 imbornales.



Figura 25: Tapa del Imbornal.

Para el cálculo de las dimensiones de la tubería se ha tomado el caudal correspondiente al periodo de retorno de 10 años, es decir 0,7 m³/s. También se toma el criterio de diseñar una tubería de diámetro continuo, por lo tanto no vamos a tener en cuenta el número de imbornales y el aumento de caudal en cada uno.

$$Q = S_m \cdot v \quad / \quad 0,7 = \pi \cdot r^2 \cdot v$$

$$I_0 = n^2 \cdot R_H^{-4/3} \cdot v^2 \quad / \quad I_0 = 0,0015^2 \cdot r^{-4/3} \cdot (0,7 / \pi r^2)^2$$

$$v = n^{-1} \cdot R_H^{2/3} \cdot I_0^{1/2}$$

$$0,7 / \pi r^2 = 0,0015^{-1} \cdot r^{2/3} \cdot 0,0015^2 \cdot r^{-4/3} \cdot (0,7 / \pi r^2)^2$$

$$0,7 / \pi r^2 = 0,0015^{-1} \cdot r^{2/3} \cdot 0,0015^2 \cdot r^{-4/3} \cdot (0,7 / \pi r^2)^2$$

$$r = 0,05 \text{ m}$$

Dónde:

- Q: Caudal
- $S_m$ : Sección mojada
- v: Velocidad de flujo
- n: Número de Manning (0,0015 para PVC)
- $R_H$ : Radio hidráulico =  $(S_m / \pi)^{1/2}$

Se instalará una tubería de 15 cm de diámetro, ya que aunque por cálculo basta con la de 10 cm es muy ajustado y el sobredimensionamiento de esta red va a suponer un incremento de precio prácticamente despreciable. Para instalar la tubería, una vez realizadas las capas de suelo seleccionado y zahorra artificial, se hará una excavación en zanja de 30cm de ancho y una profundidad de 50 cm. El relleno de la zanja se realizará con 10 cm de arena como cama de la tubería, 20 cm de hormigón en masa y 20 cm de zahorra artificial (figura 26).

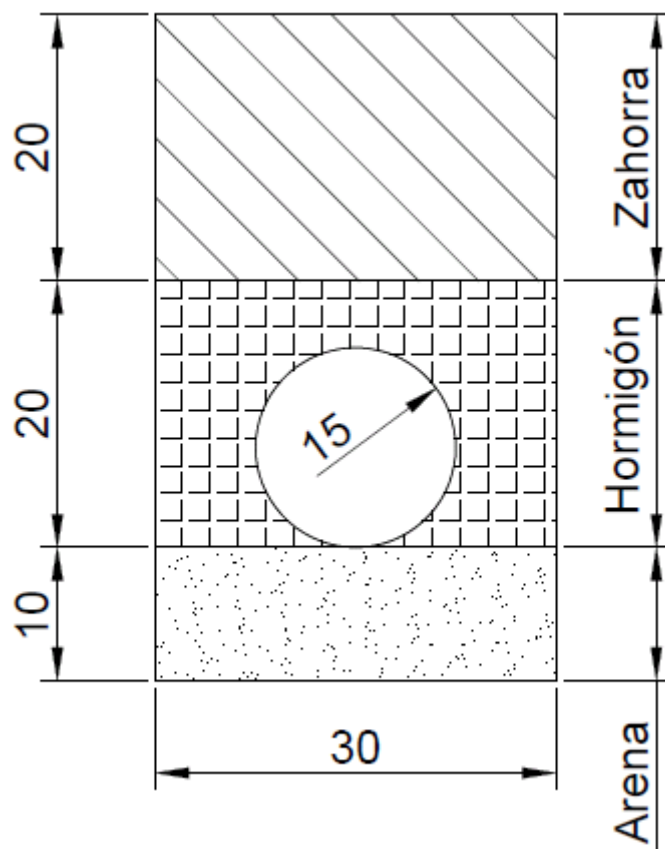


Figura 26: Sección tipo relleno zanja.

Por otra parte, se utilizarán imbornales prefabricados de hormigón (figura 27) a los que les entrarán dos tuberías: una de entrada del imbornal inmediatamente superior y una de salida hacia el imbornal inmediatamente inferior.



Figura 27: Imbornal prefabricado.

## 5. BARANDILLA.

Para la protección de las personas que circulen por el paseo se instalará una barandilla metálica de un metro de altura a lo largo de todo el borde del muro.

### 5.1. Características.

La barandilla se colocará a 5 cm del extremo del forrado de piedra del intradós del muro. Para garantizar la sujeción, se pondrán perfiles tubulares cuadrados de 1,5m de longitud, 40 mm de lado y chapa de 2,5 mm de espesor embebidos en la pared de piedra. Para dar mejor agarre, se solarán dos varillas corrugadas del 12 de 20 cm de longitud una en el extremo inferior y otra a 30 cm de la primera en sentido longitudinal del muro y cuatro varillas del 12 de 10 cm encima de las anteriores perpendiculares al muro y hacia dentro (plano 16). Dichos perfiles estarán empotrados 50 cm y volarán 1, sobre el acabado de la pared y separados como máximo 2,5 metros, teniendo en cuenta que se deberán colocar también donde haya cambios de dirección del muro.

Para realizar el cerramiento se prepararán en taller tramos para cubrir los huecos existentes entre los perfiles tubulares y se soldarán a éstos. Dichos tramos estarán compuestos por dos pletinas y varillas verticales cuadradas con el eje separado entre 12 y 13 centímetros. Las pletinas serán de 30mm de ancho, 5mm de grueso y el largo que proceda, mientras que las varillas serán cuadradas de 90 cm de largo y 12 mm de lado.

Los tramos de barandilla se construirán soldando las varillas a las pletinas en su parte central y con la inclinación necesaria para cada tramo. En el plano 17, se indican las características de los tramos de cerramiento necesarios siendo el primero el del extremo este del muro.