



ANEJO V: Estudio Hidrológico



Contenido

1. OBJETO DE ESTUDIO	4
2. NORMATIVA.....	4
2.1 CRITERIOS BÁSICOS.....	4
3. PLUVIOMETRIA.....	5
4. CAUDAL DE DISEÑO	8
4.1 MÉTODO RACIONAL.....	8
4.2 PROGRAMA INFORMÁTICO IBER	16
4.3 CONCLUSIONES	21
5. BIBLIOGRAFIA.....	22



1. OBJETO DE ESTUDIO

El estudio hidrológico se realiza con el fin de evaluar el riesgo de inundación para los periodos de retorno de la zona afectada, de acuerdo a la Instrucción de Carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”

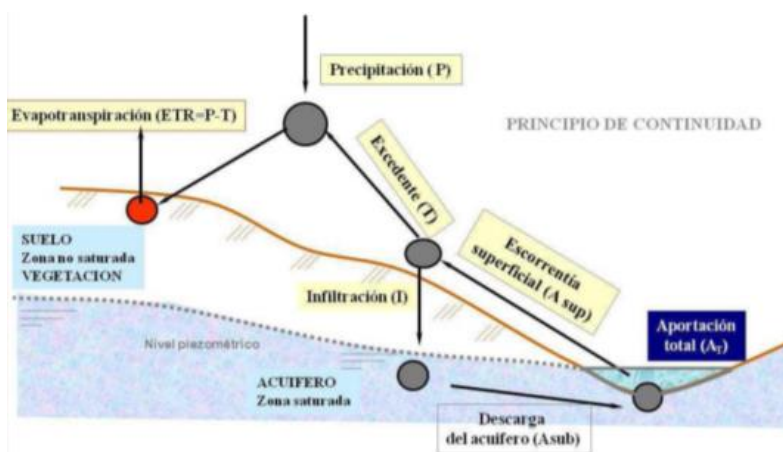


Fig. Ciclo hidrológico en régimen natural

Fuente: <https://siq.mapama.gob.es>

2. NORMATIVA

La normativa empleada es el Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma IC-5.2 “Drenaje superficial” de la Instrucción de Carreteras.

Cuando en el proyecto se incluyan resultados de programas informáticos relacionados con el objeto de esta norma, debe proporcionarse discusión de los resultados por comparación con procedimientos de cálculo simplificados obtenidos de manera manual.

2.1 CRITERIOS BÁSICOS

➤ PERIODO DE RETORNO (T)

Es el periodo de tiempo transcurrido para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido de $1/T$

Para el caso de drenajes de la plataforma y márgenes el periodo de retorno T es igual a 25 años

➤ CAUDAL DE PROYECTO (Qp)

Caudal que debe tenerse en cuenta para dimensionar, en este caso, el sistema de drenaje superficial de la carretera calculado según el capítulo 2 de esta normativa. Depende directamente del periodo de retorno.



➤ TIPO DE CUENCA

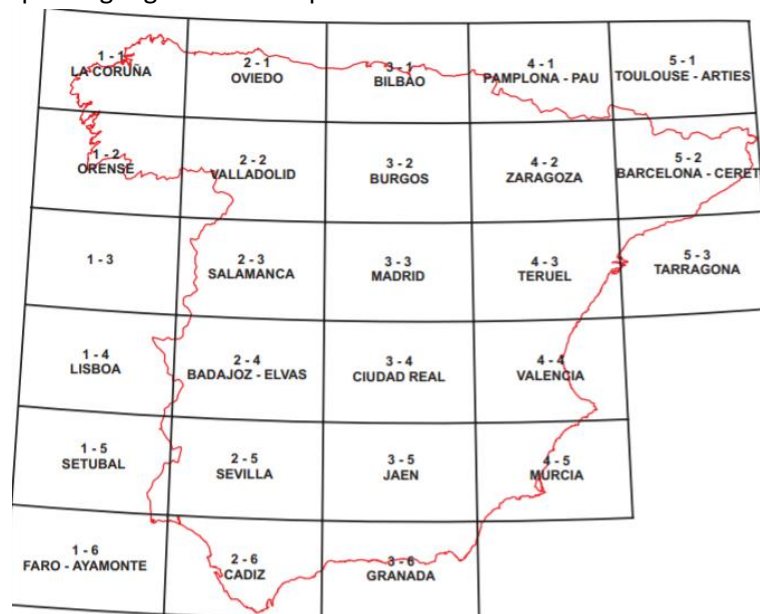
La normativa define diferentes tipos de cuencas, tratándose en nuestro caso de una cuenca secundaria generada por la construcción de la carretera y cuya escorrentía superficial se vierte a los elementos de drenaje. (1510200.pdf, s. f.)

3. PLUVIOMETRIA

Para obtener la precipitación diaria máxima utilizaremos el documento “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” publicado por el Ministerio de Fomento y elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Permite obtener las máximas precipitaciones en un lugar de España a través de coordenadas UTM y en función del período de retorno (T) deseado. (0610300.pdf, s. f.)

El método que utilizaremos consiste en utilizar planos y tablas de presentes en la publicación “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular”:

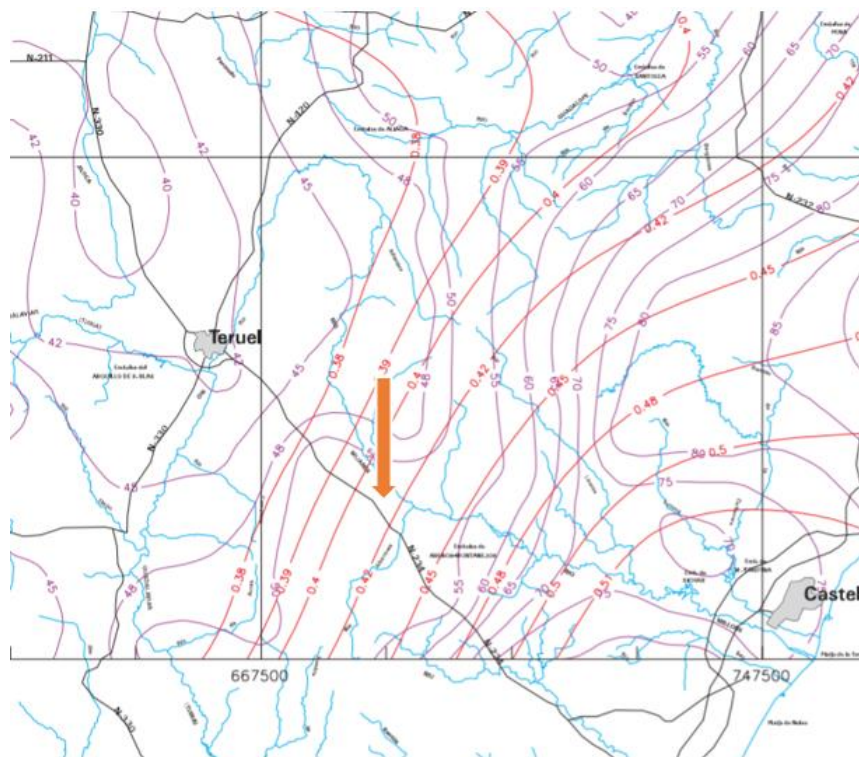
1- Localizamos el punto geográfico en los planos.



Fuente: “Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” (1997)

En nuestro caso el plano guía utilizado es el 4-3 Teruel

2- Estimamos mediante las isóneas presentadas el coeficiente de variación Cv (líneas rojas con valores inferiores a la unidad) y el valor medio de la máxima precipitación diaria anual P (líneas moradas)



Fuente: "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997)

$C_v=0.41$

$P=52 \text{ mm/día}$

- 3- Para el periodo de retorno deseado T y el valor de C_v , obtenemos el factor de amplificación K_T mediante el uso de la tabla.



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

Fig. Cuantiles Y_t de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación KT
Fuente: "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular"
(1997)

- 4- Obtención de la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno T. Multiplicación del factor de amplificación KT por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual.

$$P = KT * P = 1.854 * 52 = 96.408 \text{ mm/día}$$



4. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal máximo de un periodo de retorno se determina a partir con los datos de la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dichos datos se debe calcular según lo establecido en el apartado 2 de la normativa, ya sea bien por el método racional o el estadístico.

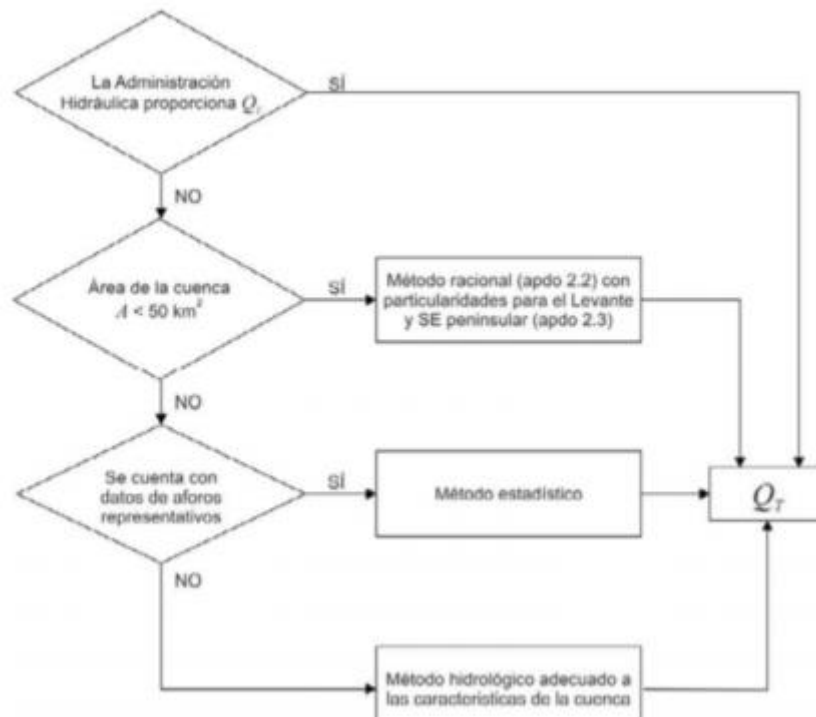


Fig. Diagrama para la elección del método de cálculos de caudales

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

Tomando como dato de partida la precipitación diaria máxima obtenida en el estudio pluviométrico se calculan los caudales de diseño para un periodo de retorno T igual a 25 años de dos maneras diferentes:

- Método Racional
- Programa informático IBER

4.1 MÉTODO RACIONAL

Parte de una intensidad de precipitación uniforme en toda la cuenca para generar la escorrentía de la superficie. Es el método empleado para cuencas con un área inferior a 50 km^2 , en nuestro caso disponemos de un área de 25000 m^2 o 0.025 km^2

CAUDAL MÁXIMO ANUAL (Q_T) correspondiente a un período de retorno T :



$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

I (T, t_c): Intensidad de precipitación

C: Coeficiente medio de esorrentía

A: Área de la cuenca

K_t: Coeficiente de uniformidad temporal

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (T, t) Correspondiente a un período de retorno T, y a una duración del aguacero t.

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

Donde:

I_d: Intensidad media diaria de precipitación

F_{int}: Factor de intensidad

Intensidad media diaria de precipitación (I_d):

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

- P_d: Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T. Dato obtenido de “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” P_d=96.408 mm/día
- K_A: Factor reductor areal de la cuenca:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Dado que nuestra cuenca tiene una superficie de 0.025 km² adoptamos K_A=1

Factor de intensidad

$$F_{int} = \max (F_a, F_b)$$



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

- $t=t_c$: Duración del aguacero igual al tiempo de concentración
- I_1/I_d : Índice de torrencialidad. Obtenido por el siguiente mapa en el cual vemos que nuestra zona tiene factor 11 :

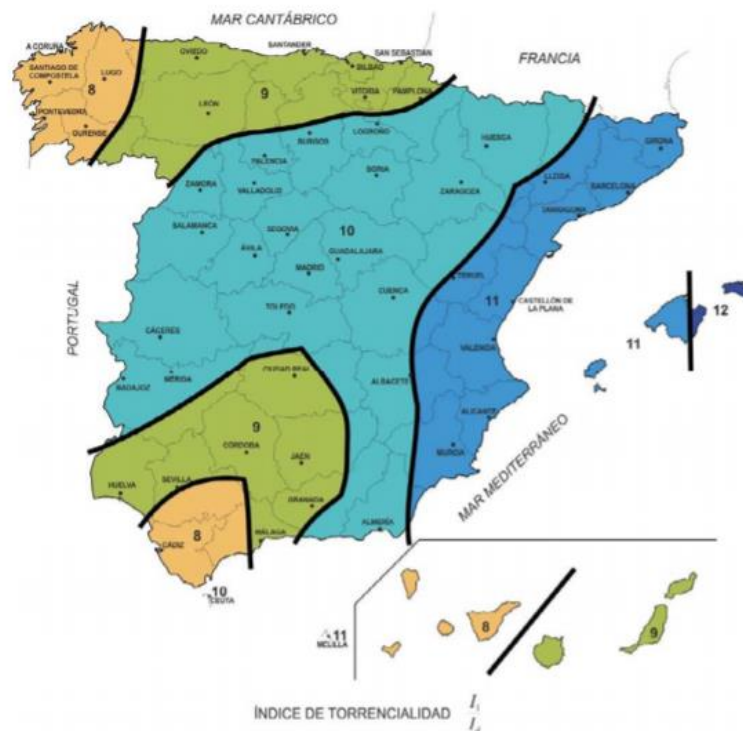


Fig. Mapa de índice de torrencialidad

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

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

- $I_{IDF}(T, t_c)$: Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración t_c , obtenido a través de las curvas IDF
- $I_{IDF}(T, 24)$: Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas, obtenido a través de las curvas IDF
- K_b : Factor que la relaciona las dos intensidades calculadas. Tomar $K_b=1.13$

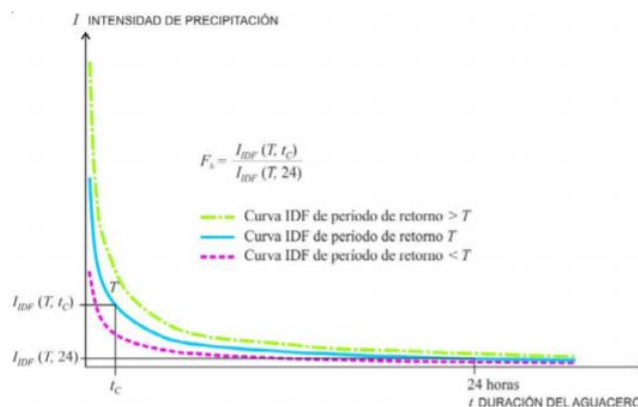


Fig. Obtención curva IDF

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

Tiempo de concentración (t_c): Tiempo mínimo desde que comienza la lluvia hasta que empieza a circular agua por el desagüe. En nuestro caso se trata de una cuenca secundaria.

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

- L_{dif} : Longitud de recorrido en flujo difuso
- n_{dif} : Coeficiente de flujo difuso o rugosidad
- J_{dif} : pendiente del cauce principal

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Fig: Coeficiente de flujo difuso o rugosidad

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

Obtención de t_c :

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

Fig. Determinación de t_c para flujo difuso

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"



COEFICIENTE DE ESCORRENTIA (C) define la proporción de intensidad de lluvia que genera escorrentía superficial. Depende de la evaporación, de la humedad inicial del suelo, de la intensidad y duración de la precipitación, de la pendiente del terreno, etc

$$\begin{aligned} \text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 & \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\ \text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 & \quad C = 0 \end{aligned}$$

- P_d : Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T
- K_A : Factor reductor areal
- P_0 : Umbral de escorrentía

Umbral de escorrentía (P_0): Precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

- P_0^i : Valor inicial del umbral de escorrentía
- β : Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Valor inicial del umbral de escorrentía: Se calcula a partir de tablas para la definición del drenaje de plataforma y márgenes.



Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10

Fig. Valor inicial del umbral de escorrentia



Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Fig. Grupo hidrológico de suelo

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

En nuestro caso nos encontramos con un suelo asfaltado con Mezcla Bituminosa en Caliente (MBC) por lo que la se impermeabiliza el suelo del área de servicio, reduciendo considerablemente la infiltración.

A efectos de la primera tabla podemos suponer que nuestro suelo es de uso Zona industrial y comercial.

Como la infiltración es casi nula, en la segunda tabla adoptamos el Grupo D.

Coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Para drenaje de vías de servicio se debe utilizar:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Estos dos datos son obtenidos de las tablas y mapas siguientes:



Fig. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.



Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

Fig. Calibraciones regionales del coef. corrector de umbral de escorrentía.

Fuente: IC-5.2 "Drenaje superficial"



ÁREA DE LA CUENCA: Se considera el área de la cuenca A de superficie horizontal que drena a un desagüe. Además, la superficie es homogénea en cuanto a precipitación y coeficiente de escorrentía. No es necesario aplicar las fórmulas de caudales para cuencas heterogéneas.

Coeficiente de uniformidad temporal: Tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución.

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

- T_c = tiempo de concentración

RESULTADOS DEL MÉTODO RACIONAL

CAUDAL DE DISEÑO MÉTODO RACIONAL	
Período de retorno (T)	25
A (km ²)	0.025
L (m)	220
J	0.05
n	0.015
Pd (mm/día)	96.408
P _d (mm)	96.408
P ₀ (mm)	5.1
I ₁ /I _d	11
Coef. β	1.7
T _c (h)	0.197924
K _a	1
P' _d (mm)	96.408
P' ₀ (mm)	8.67
C	0.705691
I (mm/h)	109.4245
KT	1.009342
QT m³/s	0.643499

Fig. Caudal de diseño por el Método Racional

Fuente: Elaboración propia

4.2 PROGRAMA INFORMÁTICO IBER

Para la obtención de la precipitación de cálculo se ha utilizado una serie de precipitaciones obtenida del MAXIN, aplicación elaborada por el CEDEX capaz de obtener intensidades para distintas frecuencias y duración en cualquier ubicación en España.



Con estas precipitaciones se ha obtenido la curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) para el periodo de retorno 25 años. Esta curva representa gráficamente la intensidad de una precipitación en función de la duración de la lluvia para un periodo de retorno establecido. Con la curva IDF se obtiene el hietograma de la precipitación de diseño para un periodo de retorno de 25 años (Instrucción 3.1-IC) mediante el método de bloques alternos. Dicho hietograma será implementado en el programa de cálculo hidráulico (IBER) para la obtención del caudal generado por la escorrentía superficial.

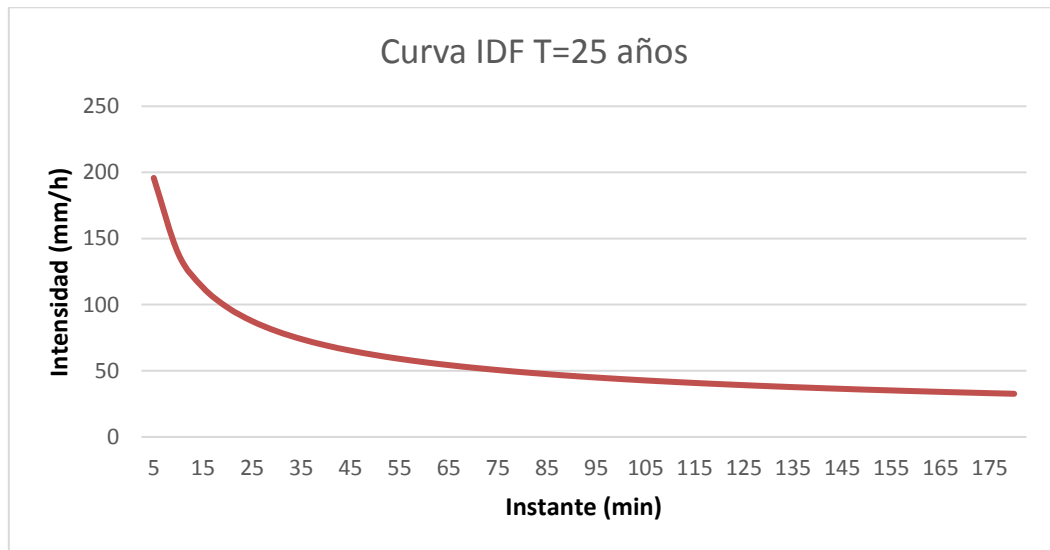


Fig. Curva IDF para T=25 años

Fuente: Elaboración propia

Los hietogramas son una forma temporal sintética de las tormentas de una zona para un determinado periodo de retorno. Las curvas IDF se emplean para asignar el periodo de retorno y reproducir el patrón de distribución temporal de la precipitación para hacer el diseño hidrológico. Los parámetros que describen el hietograma de diseño son:

- Período de retorno (impuesto).
- Duración (criterio de diseño).
- Altura de precipitación (definida por IDF).
- Forma temporal (criterio de diseño). Existen diferentes formas:

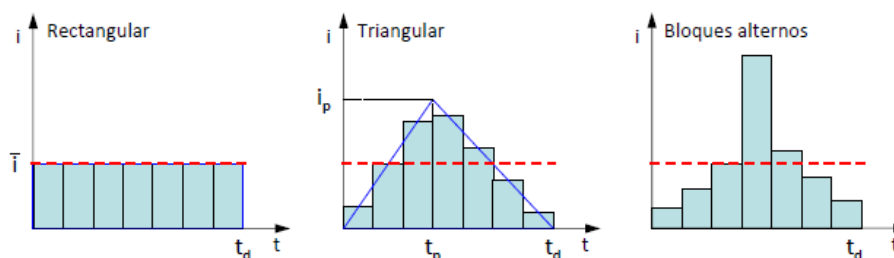




Fig. Diferentes tipos de hietograma

Fuente: "El ciclo hidrológico y la cuenca" Hidráulica e hidrología (II)

El hietograma de bloques alternos queda definido por n bloques de intensidad b_k y de duración de Δt cada bloque. Para cualquier intervalo de tiempo máximo intenso, la intensidad media cumple la curva IDF.

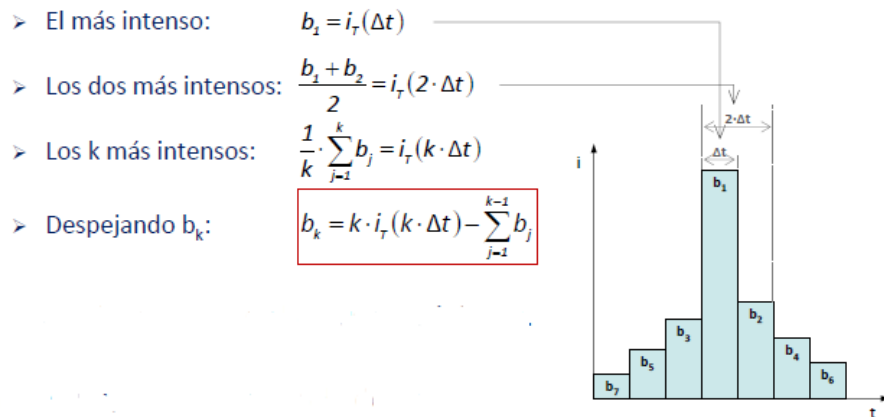
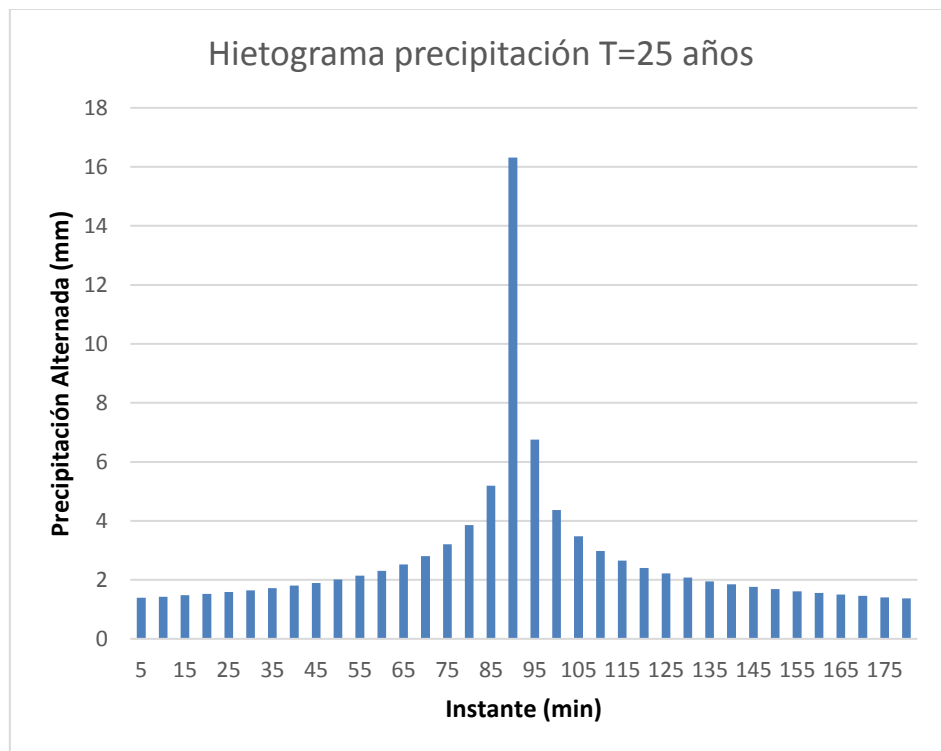


Fig. Diferentes tipos de hietograma

Fuente: "El ciclo hidrológico y la cuenca" Hidráulica e hidrología (II)

Para la obtención del hietograma, se ha distribuido la lluvia anterior en 24 horas mediante el método de los bloques alternados. Para su obtención se ha utilizado la formulación de la Dirección General de Carreteras, donde el factor de torrencialidad se ha supuesto que tiene un valor de 11.



*Fig. Hietograma de bloques alternados para T=25 años**Fuente: Elaboración propia*

Se ha empleado un modelo bidimensional, Iber, para el cálculo hidráulico. La justificación de este modelo viene motivada porque la cuenca considerada es una explanada nivelada, con un flujo bidimensional, sin una dirección marcada, de tal forma que en determinados momentos las aguas de escorrentía superficial discurren en varias direcciones.

Este modelo contempla la explanada objeto del estudio con una superficie de unos 25.000 m² y una pendiente media hacia la carretera del orden de 0.5%.

Las características más destacadas del software utilizado son:

- La malla, no estructurada, de cálculo está formada por triángulos irregulares. Integra las ecuaciones mediante algoritmos numéricos de volúmenes finitos, que permiten obtener resultados reales en regímenes estacionarios supercríticos, subcríticos o mixtos. El incremento del tiempo de cálculo del programa es autodefinible por el programa sin limitación, lo que permite trabajar con calados elevados aun teniendo un paso de celda pequeño según la condición de Courant.
- El módulo de inicio incluye todas las condiciones posibles: seco, mojado, o partiendo de una simulación anterior. Las condiciones de contorno son habituales (Q(t), H(t), Q(h), y además existe la posibilidad de introducir puentes o condición de régimen crítico. El calado crítico como condición de contorno en 2D es el mismo que en 1D, pero tomando la velocidad media de la sección.
- La entrada de datos se realiza mediante ficheros de texto (ficheros ASCII). Es posible importar las condiciones de calado que se desee. La visualización de los resultados posibilita la visualización de capas ráster, vectoriales y ortofotos junto con los resultados de simulación para la identificación de zonas inundables representando láminas de nivel, calado y velocidad, pudiendo analizar así, los datos de cada una de las celdas de simulación. Una vez finalizado el cálculo se puede conocer para cualquier celda el calado a lo largo del tiempo de simulación, obtener el hidrograma para cualquier sección, y generar las envolventes de resultados. También se pueden generar animaciones de velocidades y calados. Es posible exportar el grid, las mallas de terreno, los resultados y gráficas generadas.



Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno que se han supuesto, son las siguientes:

- Hietograma sobre la superficie de la explanada, con paso de tiempo 5 minutos.
- Aguas abajo: se han implementado 9 salidas en la cuales se ha supuesto calado crítico. De esta forma cuantificamos el caudal que pasa por cada tramo y permite identificar de forma precisa los puntos de concentración de caudal.

Sabemos que un pavimento de mezcla bituminosa tiene un coeficiente de rugosidad entre 0.013 y 0.018, y el coeficiente de rugosidad del hormigón oscila entre 0.014 y 0.017. Como no sabemos el tipo de material que se va a utilizar para el pavimentado de la zona se ha supuesto un coeficiente de rugosidad de Manning para el terreno constante en todo el modelo igual a $n = 0,015$.

En la siguiente tabla podemos apreciar los valores de los caudales obtenidos en cada desagüe dando finalmente un caudal de 640.2 l/s

Caudales máximos en cada desagüe sin corregir			
	m ³ /s		
Q _{bnd,surf 1} (m ³ /s)	0.00275826		
Q _{bnd,surf 2} (m ³ /s)	0.00740773		
Q _{bnd,surf 3} (m ³ /s)	0.00165705		
Q _{bnd,surf 4} (m ³ /s)	0.27201772		
Q _{bnd,surf 5} (m ³ /s)	0.08268904		
Q _{bnd,surf 6} (m ³ /s)	0.00214273		
Q _{bnd,surf 7} (m ³ /s)	0.00168698		
Q _{bnd,surf 8} (m ³ /s)	0.00574804		
Q _{bnd,surf 9} (m ³ /s)	0.28584713		
Q _{out} (m ³ /s)	0.64025566	640.255658	l/s

Fig. Caudales máximos en cada desagüe sin corregir

Fuente: Elaboración propia



Al analizar en el programa IBER la dirección de los caudales podemos apreciar que no todos los caudales se introducen al colector. Hemos detectado que la mitad del caudal de la subcuenca 8 se marcha hacia el camino que hay detrás de la gasolinera sin entrar al colector. Además, todo el caudal de la subcuenca 9 tampoco entra a la tubería de 600 mm

El caudal finalmente obtenido al final de la explanada para una precipitación asociada a un periodo de retorno de 25 años es de 350 l/s. Este caudal es casi la mitad que el obtenido sin mirar la dirección del flujo.

Corrección de caudales (m ³ /s)		
Total	Carretera	Camino
0.640	0.35021796	0.286

Fig. Corrección de caudales

Fuente: Elaboración propia

4.3 CONCLUSIONES

La principal diferencia en los datos de entrada ha sido que en el método Racional se ha tomado el área de servicio (aparcamiento y gasolinera) como la única cuenca existente. De esta manera toda la escorrentía generada tiene como fin un único desagüe.

Con el modelo en Iber, al poder introducir un MDT, se ha dividido el área de servicio en nueve subcuencas para analizar la dirección del flujo de escorrentía superficial generado por la lluvia. De esta manera se ha comprobado que no toda la escorrentía va a parar a un único desagüe, habiendo una parte en la zona sur que drena hacia el camino que hay detrás de la gasolinera.

En la gráfica de abajo se observa el caudal total generado en la explanada (azul) y los caudales que se vierten hacia la carretera nacional (rojo), como los que drenan hacia la actual gasolinera (verde) y que discurren superficialmente por el antiguo trazado de la carretera hasta la obra de fábrica (ODT) que cruza la actual nacional (tubo de acero corrugado de 1.200 mm de diámetro).

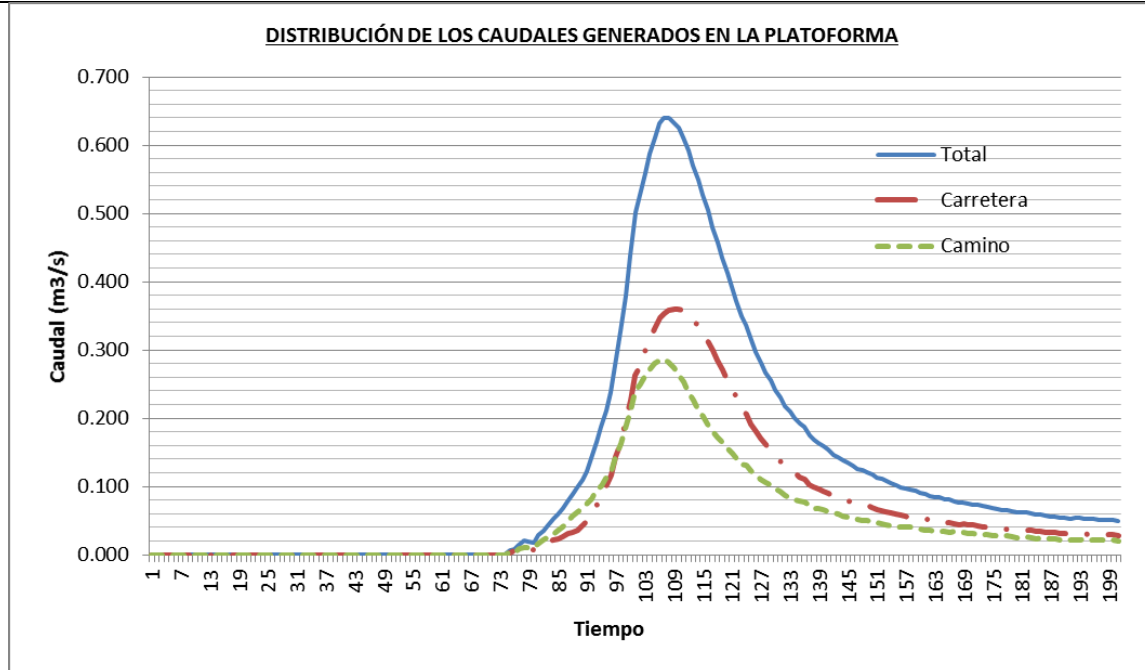


Fig. Distribución de los caudales generados en IBER

Fuente: Elaboración propia

De todos los caudales obtenidos nos quedamos con el más realista y mejor se ajusta a las condiciones de la realidad, el método IBER corregido de caudal 350 l/s

Caudal (m3/s)	
MÉTODO RACIONAL	0.643
IBER SIN CORREGIR	0.64025566
IBER CORREGIDO	0.350

Fig. Caudales obtenidos por diferentes métodos

Fuente: Elaboración propia

5. BIBLIOGRAFIA

0610300.pdf. (s. f.). Recuperado de https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/0610300.pdf

1510200.pdf. (s. f.). Recuperado de https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/1510200.pdf





APÉNDICE 1: DATOS PARA LA OBTENCION DEL HIETOGRAMA



Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
5	195.81	16.32	16.32	195.81	1.39	16.67
10	138.46	23.08	6.76	81.11	1.43	17.17
15	113.05	28.26	5.19	62.24	1.48	17.73
20	97.90	32.63	4.37	52.47	1.53	18.34
25	87.57	36.49	3.85	46.22	1.58	19.02
30	79.94	39.97	3.48	41.79	1.65	19.78
35	74.01	43.17	3.20	38.43	1.72	20.64
40	69.23	46.15	2.98	35.77	1.80	21.63
45	65.27	48.95	2.80	33.60	1.90	22.76
50	61.92	51.60	2.65	31.78	2.01	24.11
55	59.04	54.12	2.52	30.22	2.14	25.71
60	56.52	56.52	2.41	28.88	2.31	27.70
65	54.31	58.83	2.31	27.70	2.52	30.22
70	52.33	61.05	2.22	26.65	2.80	33.60
75	50.56	63.20	2.14	25.71	3.20	38.43
80	48.95	65.27	2.07	24.87	3.85	46.22
85	47.49	67.28	2.01	24.11	5.19	62.24
90	46.15	69.23	1.95	23.41	16.32	195.81
95	44.92	71.13	1.90	22.76	6.76	81.11
100	43.78	72.97	1.85	22.17	4.37	52.47
105	42.73	74.78	1.80	21.63	3.48	41.79
110	41.75	76.54	1.76	21.12	2.98	35.77
115	40.83	78.26	1.72	20.64	2.65	31.78
120	39.97	79.94	1.68	20.20	2.41	28.88
125	39.16	81.59	1.65	19.78	2.22	26.65
130	38.40	83.20	1.62	19.39	2.07	24.87
135	37.68	84.79	1.58	19.02	1.95	23.41
140	37.00	86.34	1.56	18.67	1.85	22.17
145	36.36	87.87	1.53	18.34	1.76	21.12
150	35.75	89.37	1.50	18.03	1.68	20.20
155	35.17	90.85	1.48	17.73	1.62	19.39
160	34.61	92.30	1.45	17.44	1.56	18.67
165	34.09	93.74	1.43	17.17	1.50	18.03
170	33.58	95.15	1.41	16.92	1.45	17.44
175	33.10	96.53	1.39	16.67	1.41	16.92
180	32.63	97.90	1.37	16.43	1.37	16.43



APÉNDICE 2: RESULTADOS DEL IBER. Caudales obtenidos en cada subcuenca y caudal total.



Anejo V: Estudio Hidrológico

time(s)	Qout(m3/s)	Qbnd,surf 1(m3/s)	Qbnd,surf 2(m3/s)	Qbnd,surf 3(m3/s)	Qbnd,surf 4(m3/s)
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60.0251	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120.0224	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180.0196	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
240.0169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
300.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
360.0114	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
420.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
480.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
540.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
600.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
660.1362	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
720.1323	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
780.1270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
840.1201	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
900.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
960.0996	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1020.0850	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1080.0670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1140.0453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1200.0195	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1260.1280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1320.0926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1380.0518	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1440.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1500.0918	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1560.0329	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1620.1058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1680.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1740.0909	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1800.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1860.0446	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1920.0776	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1980.1016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2040.1161	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2100.1211	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2160.1158	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2220.0997	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2280.0724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2340.0339	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2400.1224	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2460.0603	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2520.1236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2580.0354	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2640.0722	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2700.0956	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2760.1046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2820.0984	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Anejo V: Estudio Hidrológico

2880.0768	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2940.0397	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3000.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3060.0555	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3120.1064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3180.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3240.0163	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3300.0130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3360.1282	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3420.0848	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3480.0207	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3540.0734	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3600.1049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3660.1139	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3720.0986	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3780.0591	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3840.1326	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3900.0442	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3960.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4020.0624	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4080.0302	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4140.1073	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4200.0725	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4260.0452	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4320.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4380.0685	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4440.0389	0.0074	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004
4500.0133	0.0088	0.0000	0.0009	0.0000	0.0033
4560.0370	0.0153	0.0000	0.0001	0.0000	0.0038
4620.0040	0.0202	0.0000	0.0002	0.0000	0.0063
4680.0210	0.0192	0.0000	0.0001	0.0000	0.0051
4740.0076	0.0181	0.0001	0.0004	0.0000	0.0053
4800.0024	0.0285	0.0000	0.0000	0.0003	0.0078
4860.0050	0.0356	0.0000	0.0002	0.0000	0.0093
4920.0052	0.0437	0.0002	0.0004	0.0000	0.0141
4980.0063	0.0522	0.0000	0.0008	0.0000	0.0161
5040.0032	0.0593	0.0000	0.0001	0.0001	0.0183
5100.0032	0.0682	0.0001	0.0012	0.0000	0.0206
5160.0016	0.0786	0.0001	0.0002	0.0001	0.0236
5220.0078	0.0884	0.0000	0.0003	0.0000	0.0266
5280.0037	0.0989	0.0000	0.0006	0.0000	0.0300
5340.0126	0.1101	0.0000	0.0002	0.0000	0.0338
5400.0153	0.1220	0.0001	0.0003	0.0001	0.0389
5460.0013	0.1420	0.0003	0.0018	0.0000	0.0469
5520.0002	0.1657	0.0001	0.0006	0.0000	0.0569
5580.0051	0.1874	0.0002	0.0008	0.0001	0.0685
5640.0041	0.2111	0.0000	0.0004	0.0000	0.0806
5700.0147	0.2380	0.0001	0.0005	0.0001	0.0926
5760.0080	0.2878	0.0003	0.0012	0.0017	0.1095
5820.0143	0.3277	0.0000	0.0018	0.0000	0.1277



Anejo V: Estudio Hidrológico

5880.0036	0.3796	0.0010	0.0028	0.0010	0.1474
5940.0009	0.4382	0.0014	0.0062	0.0002	0.1689
6000.0004	0.5017	0.0028	0.0074	0.0001	0.1916
6060.0086	0.5269	0.0021	0.0069	0.0000	0.2072
6120.0051	0.5592	0.0024	0.0065	0.0000	0.2224
6180.0107	0.5876	0.0018	0.0069	0.0004	0.2363
6240.0056	0.6117	0.0017	0.0055	0.0000	0.2483
6300.0053	0.6323	0.0015	0.0073	0.0001	0.2582
6360.0009	0.6395	0.0014	0.0049	0.0003	0.2647
6420.0022	0.6403	0.0012	0.0045	0.0002	0.2692
6480.0018	0.6342	0.0010	0.0043	0.0000	0.2715
6540.0042	0.6250	0.0010	0.0039	0.0003	0.2720
6600.0010	0.6112	0.0009	0.0039	0.0000	0.2707
6660.0074	0.5918	0.0008	0.0033	0.0000	0.2670
6720.0111	0.5704	0.0000	0.0035	0.0001	0.2620
6780.0126	0.5492	0.0000	0.0034	0.0000	0.2555
6840.0101	0.5270	0.0000	0.0034	0.0000	0.2478
6900.0000	0.5048	0.0000	0.0038	0.0000	0.2392
6960.0015	0.4802	0.0000	0.0029	0.0000	0.2296
7020.0013	0.4575	0.0000	0.0028	0.0000	0.2196
7080.0075	0.4358	0.0000	0.0027	0.0001	0.2094
7140.0050	0.4136	0.0000	0.0025	0.0000	0.1991
7200.0080	0.3930	0.0000	0.0025	0.0003	0.1890
7260.0018	0.3718	0.0000	0.0024	0.0000	0.1789
7320.0073	0.3501	0.0000	0.0024	0.0000	0.1692
7380.0165	0.3365	0.0000	0.0022	0.0002	0.1597
7440.0115	0.3146	0.0000	0.0021	0.0000	0.1507
7500.0053	0.2979	0.0000	0.0020	0.0000	0.1424
7560.0173	0.2810	0.0000	0.0022	0.0000	0.1348
7620.0034	0.2662	0.0000	0.0020	0.0001	0.1277
7680.0036	0.2552	0.0000	0.0018	0.0000	0.1211
7740.0118	0.2412	0.0000	0.0018	0.0000	0.1152
7800.0075	0.2309	0.0000	0.0016	0.0000	0.1098
7860.0087	0.2178	0.0000	0.0016	0.0000	0.1047
7920.0021	0.2096	0.0000	0.0016	0.0002	0.1000
7980.0102	0.2000	0.0000	0.0016	0.0000	0.0958
8040.0145	0.1924	0.0000	0.0014	0.0000	0.0917
8100.0009	0.1877	0.0000	0.0016	0.0000	0.0880
8160.0009	0.1756	0.0000	0.0013	0.0000	0.0847
8220.0054	0.1685	0.0000	0.0013	0.0000	0.0816
8280.0069	0.1641	0.0000	0.0012	0.0001	0.0788
8340.0012	0.1587	0.0000	0.0012	0.0001	0.0763
8400.0066	0.1537	0.0000	0.0013	0.0003	0.0738
8460.0011	0.1463	0.0000	0.0012	0.0000	0.0713
8520.0045	0.1427	0.0000	0.0012	0.0000	0.0692
8580.0111	0.1387	0.0000	0.0012	0.0000	0.0671
8640.0035	0.1347	0.0000	0.0011	0.0000	0.0653
8700.0074	0.1306	0.0000	0.0013	0.0000	0.0635
8760.0118	0.1258	0.0001	0.0011	0.0001	0.0618
8820.0042	0.1237	0.0000	0.0011	0.0000	0.0600



Anejo V: Estudio Hidrológico

8880.0161	0.1217	0.0000	0.0018	0.0000	0.0590
8940.0078	0.1171	0.0000	0.0011	0.0000	0.0570
9000.0082	0.1136	0.0000	0.0012	0.0001	0.0555
9060.0087	0.1111	0.0000	0.0010	0.0000	0.0541
9120.0103	0.1084	0.0000	0.0016	0.0001	0.0527
9180.0153	0.1049	0.0000	0.0010	0.0000	0.0514
9240.0045	0.1012	0.0000	0.0010	0.0000	0.0503
9300.0046	0.0994	0.0000	0.0010	0.0000	0.0491
9360.0033	0.0974	0.0000	0.0010	0.0000	0.0483
9420.0105	0.0952	0.0000	0.0009	0.0000	0.0469
9480.0131	0.0938	0.0000	0.0009	0.0000	0.0458
9540.0175	0.0908	0.0000	0.0009	0.0000	0.0448
9600.0098	0.0896	0.0000	0.0009	0.0000	0.0439
9660.0003	0.0864	0.0000	0.0009	0.0000	0.0430
9720.0071	0.0847	0.0000	0.0009	0.0000	0.0422
9780.0030	0.0848	0.0000	0.0009	0.0000	0.0413
9840.0072	0.0819	0.0000	0.0006	0.0000	0.0405
9900.0005	0.0812	0.0000	0.0014	0.0000	0.0397
9960.0034	0.0787	0.0000	0.0000	0.0000	0.0389
10020.0024	0.0770	0.0000	0.0009	0.0000	0.0381
10080.0072	0.0771	0.0000	0.0009	0.0000	0.0374
10140.0015	0.0744	0.0000	0.0009	0.0000	0.0367
10200.0150	0.0741	0.0000	0.0005	0.0000	0.0361
10260.0049	0.0728	0.0000	0.0009	0.0000	0.0355
10320.0033	0.0710	0.0000	0.0009	0.0000	0.0349
10380.0061	0.0696	0.0000	0.0000	0.0001	0.0344
10440.0009	0.0689	0.0000	0.0009	0.0000	0.0338
10500.0125	0.0676	0.0000	0.0009	0.0000	0.0333
10560.0089	0.0651	0.0000	0.0009	0.0000	0.0327
10620.0017	0.0651	0.0000	0.0000	0.0000	0.0322
10680.0038	0.0638	0.0000	0.0009	0.0000	0.0317
10740.0016	0.0624	0.0000	0.0009	0.0000	0.0313
10800.0039	0.0629	0.0000	0.0009	0.0000	0.0308
10860.0088	0.0625	0.0002	0.0014	0.0000	0.0303
10920.0100	0.0611	0.0000	0.0009	0.0000	0.0298
10980.0084	0.0583	0.0000	0.0009	0.0000	0.0294
11040.0205	0.0584	0.0000	0.0009	0.0000	0.0290
11100.0015	0.0579	0.0000	0.0009	0.0000	0.0286
11160.0093	0.0565	0.0000	0.0000	0.0000	0.0282
11220.0207	0.0557	0.0000	0.0000	0.0000	0.0279
11280.0038	0.0537	0.0000	0.0000	0.0000	0.0275
11340.0094	0.0539	0.0000	0.0009	0.0000	0.0272
11400.0045	0.0528	0.0000	0.0009	0.0000	0.0270
11460.0142	0.0539	0.0000	0.0007	0.0000	0.0267
11519.9999	0.0541	0.0000	0.0017	0.0000	0.0265
11580.0134	0.0528	0.0000	0.0003	0.0000	0.0261
11640.0110	0.0533	0.0000	0.0009	0.0000	0.0258
11700.0148	0.0530	0.0000	0.0011	0.0000	0.0255
11760.0008	0.0516	0.0000	0.0005	0.0000	0.0253
11820.0005	0.0505	0.0000	0.0000	0.0000	0.0250



Anejo V: Estudio Hidrológico

11880.0067	0.0507	0.0000	0.0008	0.0000	0.0248
11940.0111	0.0505	0.0000	0.0006	0.0000	0.0245
12000.0233	0.0496	0.0001	0.0009	0.0000	0.0243



Anejo V: Estudio Hidrológico

time(s)	Qbnd,surf 5(m3/s)	Qbnd,surf 6(m3/s)	Qbnd,surf 7(m3/s)	Qbnd,surf 8(m3/s)	Qbnd,surf 9(m3/s)
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60.0251	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120.0224	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180.0196	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
240.0169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
300.0142	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
360.0114	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
420.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
480.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
540.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
600.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
660.1362	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
720.1323	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
780.1270	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
840.1201	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
900.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
960.0996	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1020.0850	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1080.0670	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1140.0453	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1200.0195	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1260.1280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1320.0926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1380.0518	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1440.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1500.0918	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1560.0329	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1620.1058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1680.0328	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1740.0909	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1800.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1860.0446	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1920.0776	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1980.1016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2040.1161	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2100.1211	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2160.1158	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2220.0997	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2280.0724	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2340.0339	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2400.1224	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2460.0603	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2520.1236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2580.0354	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2640.0722	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2700.0956	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2760.1046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2820.0984	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



Anejo V: Estudio Hidrológico

2880.0768	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2940.0397	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3000.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3060.0555	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3120.1064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3180.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3240.0163	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3300.0130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3360.1282	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3420.0848	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3480.0207	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3540.0734	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3600.1049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3660.1139	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3720.0986	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3780.0591	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3840.1326	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3900.0442	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3960.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4020.0624	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4080.0302	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4140.1073	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4200.0725	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4260.0452	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4320.0400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4380.0685	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4440.0389	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040
4500.0133	0.0012	0.0000	0.0000	0.0002	0.0033
4560.0370	0.0019	0.0000	0.0005	0.0002	0.0087
4620.0040	0.0029	0.0000	0.0000	0.0015	0.0093
4680.0210	0.0028	0.0000	0.0006	0.0000	0.0107
4740.0076	0.0018	0.0000	0.0000	0.0000	0.0105
4800.0024	0.0031	0.0003	0.0000	0.0000	0.0169
4860.0050	0.0043	0.0000	0.0000	0.0003	0.0216
4920.0052	0.0031	0.0001	0.0000	0.0000	0.0258
4980.0063	0.0045	0.0000	0.0000	0.0008	0.0300
5040.0032	0.0044	0.0003	0.0003	0.0000	0.0358
5100.0032	0.0050	0.0001	0.0000	0.0005	0.0408
5160.0016	0.0062	0.0003	0.0000	0.0001	0.0480
5220.0078	0.0053	0.0000	0.0001	0.0004	0.0557
5280.0037	0.0057	0.0001	0.0000	0.0002	0.0623
5340.0126	0.0075	0.0000	0.0006	0.0001	0.0678
5400.0153	0.0081	0.0004	0.0004	0.0001	0.0735
5460.0013	0.0099	0.0003	0.0007	0.0000	0.0822
5520.0002	0.0118	0.0000	0.0005	0.0013	0.0945
5580.0051	0.0153	0.0007	0.0002	0.0006	0.1011
5640.0041	0.0166	0.0000	0.0010	0.0001	0.1123
5700.0147	0.0207	0.0000	0.0016	0.0023	0.1201
5760.0080	0.0266	0.0011	0.0006	0.0057	0.1410
5820.0143	0.0330	0.0006	0.0005	0.0028	0.1611



Anejo V: Estudio Hidrológico

5880.0036	0.0402	0.0013	0.0004	0.0010	0.1846
5940.0009	0.0480	0.0012	0.0007	0.0003	0.2114
6000.0004	0.0563	0.0021	0.0017	0.0005	0.2392
6060.0086	0.0605	0.0005	0.0000	0.0003	0.2495
6120.0051	0.0653	0.0002	0.0005	0.0000	0.2618
6180.0107	0.0701	0.0000	0.0000	0.0001	0.2721
6240.0056	0.0748	0.0008	0.0002	0.0001	0.2803
6300.0053	0.0783	0.0002	0.0006	0.0002	0.2858
6360.0009	0.0804	0.0001	0.0001	0.0023	0.2852
6420.0022	0.0819	0.0001	0.0001	0.0015	0.2815
6480.0018	0.0826	0.0000	0.0001	0.0000	0.2745
6540.0042	0.0827	0.0002	0.0001	0.0000	0.2648
6600.0010	0.0821	0.0000	0.0003	0.0001	0.2532
6660.0074	0.0806	0.0001	0.0001	0.0001	0.2398
6720.0111	0.0786	0.0001	0.0000	0.0001	0.2260
6780.0126	0.0762	0.0002	0.0004	0.0002	0.2133
6840.0101	0.0734	0.0003	0.0000	0.0001	0.2021
6900.0000	0.0702	0.0000	0.0000	0.0001	0.1915
6960.0015	0.0667	0.0004	0.0001	0.0000	0.1806
7020.0013	0.0627	0.0000	0.0000	0.0003	0.1721
7080.0075	0.0591	0.0003	0.0000	0.0000	0.1642
7140.0050	0.0555	0.0000	0.0000	0.0000	0.1564
7200.0080	0.0518	0.0002	0.0000	0.0004	0.1488
7260.0018	0.0482	0.0003	0.0005	0.0000	0.1416
7320.0073	0.0448	0.0002	0.0000	0.0000	0.1335
7380.0165	0.0417	0.0000	0.0000	0.0041	0.1288
7440.0115	0.0386	0.0000	0.0001	0.0003	0.1228
7500.0053	0.0359	0.0000	0.0001	0.0000	0.1174
7560.0173	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000	0.1107
7620.0034	0.0310	0.0000	0.0000	0.0002	0.1052
7680.0036	0.0290	0.0000	0.0009	0.0001	0.1022
7740.0118	0.0264	0.0005	0.0002	0.0001	0.0970
7800.0075	0.0254	0.0001	0.0000	0.0004	0.0936
7860.0087	0.0239	0.0000	0.0003	0.0000	0.0874
7920.0021	0.0223	0.0001	0.0009	0.0000	0.0844
7980.0102	0.0211	0.0000	0.0012	0.0000	0.0804
8040.0145	0.0201	0.0000	0.0000	0.0000	0.0791
8100.0009	0.0191	0.0001	0.0001	0.0022	0.0765
8160.0009	0.0172	0.0000	0.0000	0.0000	0.0724
8220.0054	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0683
8280.0069	0.0166	0.0001	0.0000	0.0001	0.0671
8340.0012	0.0156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0654
8400.0066	0.0148	0.0004	0.0002	0.0001	0.0629
8460.0011	0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0611
8520.0045	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0592
8580.0111	0.0127	0.0000	0.0003	0.0001	0.0573
8640.0035	0.0122	0.0000	0.0001	0.0005	0.0556
8700.0074	0.0117	0.0000	0.0000	0.0000	0.0541
8760.0118	0.0102	0.0000	0.0000	0.0001	0.0525
8820.0042	0.0109	0.0000	0.0006	0.0000	0.0510



Anejo V: Estudio Hidrológico

8880.0161	0.0111	0.0000	0.0001	0.0002	0.0495
8940.0078	0.0114	0.0000	0.0000	0.0001	0.0475
9000.0082	0.0099	0.0001	0.0000	0.0001	0.0466
9060.0087	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0459
9120.0103	0.0092	0.0000	0.0000	0.0001	0.0447
9180.0153	0.0093	0.0000	0.0000	0.0000	0.0432
9240.0045	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000	0.0414
9300.0046	0.0080	0.0000	0.0002	0.0000	0.0411
9360.0033	0.0078	0.0000	0.0000	0.0000	0.0403
9420.0105	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0411
9480.0131	0.0082	0.0000	0.0000	0.0000	0.0388
9540.0175	0.0075	0.0000	0.0000	0.0000	0.0376
9600.0098	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0368
9660.0003	0.0066	0.0000	0.0000	0.0000	0.0359
9720.0071	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0352
9780.0030	0.0072	0.0000	0.0000	0.0006	0.0347
9840.0072	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0342
9900.0005	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0336
9960.0034	0.0059	0.0001	0.0000	0.0000	0.0338
10020.0024	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0324
10080.0072	0.0067	0.0000	0.0000	0.0002	0.0320
10140.0015	0.0054	0.0000	0.0001	0.0000	0.0313
10200.0150	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0308
10260.0049	0.0058	0.0000	0.0002	0.0000	0.0303
10320.0033	0.0054	0.0000	0.0001	0.0000	0.0297
10380.0061	0.0058	0.0000	0.0001	0.0001	0.0291
10440.0009	0.0057	0.0000	0.0001	0.0000	0.0283
10500.0125	0.0053	0.0000	0.0000	0.0001	0.0280
10560.0089	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0276
10620.0017	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0276
10680.0038	0.0043	0.0000	0.0000	0.0000	0.0269
10740.0016	0.0047	0.0004	0.0000	0.0000	0.0251
10800.0039	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0267
10860.0088	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0258
10920.0100	0.0051	0.0000	0.0002	0.0000	0.0250
10980.0084	0.0045	0.0001	0.0000	0.0000	0.0234
11040.0205	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0244
11100.0015	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0244
11160.0093	0.0043	0.0000	0.0001	0.0000	0.0238
11220.0207	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	0.0235
11280.0038	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000	0.0225
11340.0094	0.0033	0.0000	0.0000	0.0002	0.0223
11400.0045	0.0034	0.0001	0.0000	0.0000	0.0214
11460.0142	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0224
11519.9999	0.0037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222
11580.0134	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231
11640.0110	0.0039	0.0008	0.0000	0.0000	0.0219
11700.0148	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0217
11760.0008	0.0042	0.0000	0.0000	0.0000	0.0215
11820.0005	0.0040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0215



Anejo V: Estudio Hidrológico

11880.0067	0.0036	0.0003	0.0000	0.0000	0.0213
11940.0111	0.0042	0.0000	0.0002	0.0000	0.0211
12000.0233	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0207



APÉNDICE 3: RESULTADOS DEL IBER. Distribución de los caudales generados en la plataforma



time(s)	Total	Carretera	Camino
0	0.000	0.000	0.000
60.0250911	0.000	0.000	0.000
120.02236	0.000	0.000	0.000
180.019629	0.000	0.000	0.000
240.016898	0.000	0.000	0.000
300.014167	0.000	0.000	0.000
360.011436	0.000	0.000	0.000
420.008705	0.000	0.000	0.000
480.005974	0.000	0.000	0.000
540.003243	0.000	0.000	0.000
600.000472	0.000	0.000	0.000
660.136228	0.000	0.000	0.000
720.132272	0.000	0.000	0.000
780.127042	0.000	0.000	0.000
840.120121	0.000	0.000	0.000
900.111116	0.000	0.000	0.000
960.099563	0.000	0.000	0.000
1020.08498	0.000	0.000	0.000
1080.06701	0.000	0.000	0.000
1140.04529	0.000	0.000	0.000
1200.0195	0.000	0.000	0.000
1260.12796	0.000	0.000	0.000
1320.09256	0.000	0.000	0.000
1380.05179	0.000	0.000	0.000
1440.00536	0.000	0.000	0.000
1500.09175	0.000	0.000	0.000
1560.03292	0.000	0.000	0.000
1620.10584	0.000	0.000	0.000
1680.03276	0.000	0.000	0.000
1740.09088	0.000	0.000	0.000
1800.00254	0.000	0.000	0.000
1860.04455	0.000	0.000	0.000
1920.07764	0.000	0.000	0.000
1980.10156	0.000	0.000	0.000
2040.11611	0.000	0.000	0.000
2100.12107	0.000	0.000	0.000
2160.1158	0.000	0.000	0.000
2220.09966	0.000	0.000	0.000
2280.07244	0.000	0.000	0.000
2340.03395	0.000	0.000	0.000
2400.12244	0.000	0.000	0.000
2460.06029	0.000	0.000	0.000
2520.12359	0.000	0.000	0.000
2580.03538	0.000	0.000	0.000
2640.07222	0.000	0.000	0.000
2700.09557	0.000	0.000	0.000
2760.10457	0.000	0.000	0.000
2820.09835	0.000	0.000	0.000
2880.07676	0.000	0.000	0.000



2940.03966	0.000	0.000	0.000
3000.12501	0.000	0.000	0.000
3060.05553	0.000	0.000	0.000
3120.10639	0.000	0.000	0.000
3180.00133	0.000	0.000	0.000
3240.01625	0.000	0.000	0.000
3300.013	0.000	0.000	0.000
3360.1282	0.000	0.000	0.000
3420.08483	0.000	0.000	0.000
3480.02068	0.000	0.000	0.000
3540.07336	0.000	0.000	0.000
3600.10494	0.000	0.000	0.000
3660.11388	0.000	0.000	0.000
3720.09864	0.000	0.000	0.000
3780.0591	0.000	0.000	0.000
3840.13262	0.000	0.000	0.000
3900.04416	0.000	0.000	0.000
3960.06708	0.000	0.000	0.000
4020.06243	0.000	0.000	0.000
4080.03016	0.000	0.000	0.000
4140.1073	0.000	0.000	0.000
4200.07246	0.000	0.000	0.000
4260.04524	0.000	0.000	0.000
4320.03999	0.000	0.000	0.000
4380.06847	0.000	0.000	0.000
4440.03892	0.007	0.003	0.004
4500.01334	0.009	0.005	0.003
4560.03696	0.015	0.006	0.009
4620.004	0.020	0.010	0.010
4680.02095	0.019	0.009	0.011
4740.00764	0.018	0.008	0.010
4800.00241	0.028	0.012	0.017
4860.005	0.036	0.014	0.022
4920.00516	0.044	0.018	0.026
4980.00632	0.052	0.022	0.030
5040.00323	0.059	0.024	0.036
5100.00322	0.068	0.027	0.041
5160.00164	0.079	0.031	0.048
5220.00784	0.088	0.033	0.056
5280.00372	0.099	0.036	0.062
5340.01257	0.110	0.042	0.068
5400.01526	0.122	0.048	0.074
5460.00127	0.142	0.060	0.082
5520.00019	0.166	0.071	0.095
5580.0051	0.187	0.086	0.101
5640.00414	0.211	0.099	0.112
5700.01475	0.238	0.117	0.121
5760.00795	0.288	0.144	0.144
5820.0143	0.328	0.165	0.162
5880.00365	0.380	0.195	0.185



Anejo V: Estudio Hidrológico

5940.00085	0.438	0.227	0.211
6000.00036	0.502	0.262	0.239
6060.0086	0.527	0.277	0.250
6120.00509	0.559	0.297	0.262
6180.01068	0.588	0.315	0.272
6240.00563	0.612	0.331	0.280
6300.0053	0.632	0.346	0.286
6360.00089	0.639	0.353	0.286
6420.00225	0.640	0.358	0.282
6480.00181	0.634	0.360	0.274
6540.00424	0.625	0.360	0.265
6600.00105	0.611	0.358	0.253
6660.00741	0.592	0.352	0.240
6720.01109	0.570	0.344	0.226
6780.01264	0.549	0.336	0.213
6840.01009	0.527	0.325	0.202
6900.00002	0.505	0.313	0.192
6960.00154	0.480	0.300	0.181
7020.00129	0.457	0.285	0.172
7080.00751	0.436	0.272	0.164
7140.00495	0.414	0.257	0.156
7200.00804	0.393	0.244	0.149
7260.0018	0.372	0.230	0.142
7320.00726	0.350	0.217	0.133
7380.01649	0.337	0.206	0.131
7440.01153	0.315	0.192	0.123
7500.00533	0.298	0.180	0.117
7560.0173	0.281	0.170	0.111
7620.00337	0.266	0.161	0.105
7680.00362	0.255	0.153	0.102
7740.01179	0.241	0.144	0.097
7800.00749	0.231	0.137	0.094
7860.00867	0.218	0.130	0.087
7920.00209	0.210	0.125	0.084
7980.01019	0.200	0.120	0.080
8040.01454	0.192	0.113	0.079
8100.00086	0.188	0.110	0.078
8160.00086	0.176	0.103	0.072
8220.00542	0.168	0.100	0.068
8280.00687	0.164	0.097	0.067
8340.00117	0.159	0.093	0.065
8400.00656	0.154	0.091	0.063
8460.00106	0.146	0.085	0.061
8520.00447	0.143	0.083	0.059
8580.0111	0.139	0.081	0.057
8640.00349	0.135	0.079	0.056
8700.00741	0.131	0.077	0.054
8760.01177	0.126	0.073	0.053
8820.00416	0.124	0.073	0.051
8880.01613	0.122	0.072	0.050

ESTUDIO DE MEJORA DE UN APARCAMIENTO EN UNA ÁREA DE SERVICIO JUNTO LA N-234 Y A-23 A SU PASO POR SARRIÓN (TERUEL). ESTUDIO HIDRÁULICO



8940.00781	0.117	0.070	0.048
9000.0082	0.114	0.067	0.047
9060.00871	0.111	0.065	0.046
9120.01032	0.108	0.064	0.045
9180.0153	0.105	0.062	0.043
9240.00454	0.101	0.060	0.041
9300.00459	0.099	0.058	0.041
9360.00331	0.097	0.057	0.040
9420.01054	0.095	0.054	0.041
9480.01311	0.094	0.055	0.039
9540.01753	0.091	0.053	0.038
9600.00975	0.090	0.053	0.037
9660.00032	0.086	0.051	0.036
9720.00705	0.085	0.050	0.035
9780.00296	0.085	0.050	0.035
9840.00724	0.082	0.048	0.034
9900.00053	0.081	0.048	0.034
9960.00341	0.079	0.045	0.034
10020.0024	0.077	0.045	0.032
10080.0072	0.077	0.045	0.032
10140.0015	0.074	0.043	0.031
10200.015	0.074	0.043	0.031
10260.0049	0.073	0.042	0.030
10320.0033	0.071	0.041	0.030
10380.0061	0.070	0.040	0.029
10440.0009	0.069	0.041	0.028
10500.0125	0.068	0.040	0.028
10560.0089	0.065	0.038	0.028
10620.0017	0.065	0.037	0.028
10680.0038	0.064	0.037	0.027
10740.0016	0.062	0.037	0.025
10800.0039	0.063	0.036	0.027
10860.0088	0.062	0.037	0.026
10920.01	0.061	0.036	0.025
10980.0084	0.058	0.035	0.023
11040.0205	0.058	0.034	0.024
11100.0015	0.058	0.034	0.024
11160.0093	0.056	0.033	0.024
11220.0207	0.056	0.032	0.023
11280.0038	0.054	0.031	0.022
11340.0094	0.054	0.031	0.022
11400.0045	0.053	0.031	0.021
11460.0142	0.054	0.032	0.022
11519.9999	0.054	0.032	0.022
11580.0134	0.053	0.030	0.023
11640.011	0.053	0.031	0.022
11700.0148	0.053	0.031	0.022
11760.0008	0.052	0.030	0.022
11820.0005	0.051	0.029	0.021
11880.0067	0.051	0.029	0.021



11940.0111	0.051	0.029	0.021
12000.0233	0.050	0.029	0.021