



ANEJO Nº3_ ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



1. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL REAL DECRETO 105/2008 Y ORDEN MAM/304/2002

Emplazamiento

Garrucha (Almería)

Título: "PROYECTO DE INTERSECCION ENTRE CAMINO DE LAS PALMERAS, A-370 P.K. 11+100 Y ANTIGUO CAMINO DE VERA, T.M. DE GARRUCHA"

CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el RD 105/2008 y la Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos (según OMAM/304/2002)
- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m3)
- Medidas de segregación "in situ"
- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos (indicar cuales)
- Operaciones de valorización "in situ"
- Destino previsto para los residuos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

Se pretende con ello dar cumplimiento a las normas vigentes en materia medioambiental, por lo que son de obligado cumplimiento todas las disposiciones que siguen:

- Ley 22/11 de 28 de julio de Residuos y Suelos contaminados
- Ley 11/97 de 24 de abril de envases y residuos de envases
- Ley 7/2.007 de 9 de julio de Gestión integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 73/2012 de 20 de marzo por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 99/2.004 de 9 de marzo por el que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de residuos peligrosos de Andalucía.
- Decreto 397/2.010 de 2 de noviembre por el que se aprueba el Plan director territorial de residuos no peligrosos de Andalucía 2.010-2.019.
- Real Decreto 105/2.008 de 1 de febrero pro el que se regula la producción y gestión de residuos de la construcción y demolición

- Resolución de 20 de enero de 2.009 de la secretaria de estado de cambio climático por la que se aprueba el Plan nacional integrado de residuos 2.008-2.015
- Orden MAM/304/2.002, de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Y corrección de errores (pag 10.044 BOE núm 61 de 12 de marzo de 2.002).

2. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- **Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.**

Clasificación y descripción de los residuos

Se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.



A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo

1. Asfalto		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera		
	17 02 01	Madera
3. Metales		
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
4. Papel		
	20 01 01	Papel
5. Plástico		
	17 02 03	Plástico
6. Vidrio		
	17 02 02	Vidrio
7. Yeso		
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena Grava y otros áridos		
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

2. Hormigón	
17 01 01	Hormigón

3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.

4. Piedra	
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras	
20 02 01	Residuos biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros	
17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias



	peligrosas
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

- **Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos.**

La estimación se realizará en función de las categorías del punto 1

Obra Nueva: En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos de 20cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 2,00 a 0,5 Tn/m³.

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados por la Comunidad de Andalucía de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Estimación de residuos en REFORMA

Presupuesto estimado de la obra	312.573,84 €
Presupuesto de demolición y escarificado en proyecto	5 307,42 €

A.1.: RCDs Nivel II

	Tn	d	V	
	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 2 y 0,5)	m ³ Volumen de Residuos	
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	0.00	1.80	0.00	

A.2.: RCDs Nivel II

	Tn	d	V	
	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo	m ³ Volumen de Residuos	
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	931.18	2.50	372.47	
2. Madera	0.00	1.20	0.00	
3. Metales	0.00	7.80	0.00	
4. Papel	0.00	0.90	0.00	
5. Plástico	0.00	0.90	0.00	
6. Vidrio	0.00	1.20	0.00	
7. Yeso	0.00	1.20	0.00	
TOTAL estimación	931.18		372.47	
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0.00	1.88	0.00	
2. Hormigón	0.00	2.20	0.00	
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	138.53	1.80	76.96	
4. Piedra	0.00	1.50	0.00	
TOTAL estimación	138.53		76.96	

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0.000	0.00	0.90	0.00
2. Potencialmente peligrosos y otros	0.000	0.00	0.50	0.00
TOTAL estimación	0.000	0.00		0.00

TOTAL estimación	0.000	1 069.71		449.43
-------------------------	-------	-----------------	--	---------------

• **Medidas de segregación "in situ" previstas (clasificación/selección).**

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado)

<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
<input type="checkbox"/>	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos...). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
<input type="checkbox"/>	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta

• **Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (en este caso se identificará el destino previsto)**

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

obra o externo).

Se adjunta plano con la ubicación de la zona de acopios.

	OPERACIÓN PREVISTA	DESTINO INICIAL
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado	
<input checked="" type="checkbox"/>	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Propia obra
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

• **Previsión de operaciones de valorización "in situ" de los residuos generados.**

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo)

	OPERACIÓN PREVISTA
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE



Otros (indicar)

- Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ" (indicando características y cantidad de cada tipo de residuos)

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizados por la Junta de Andalucía para la gestión de residuos no peligrosos.

Terminología:

RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

RNP: Residuos NO peligrosos

RP: Residuos peligrosos

A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		Tratamiento	Destino	Cantidad (m3)
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Planta de reciclaje RCD	Planta de reciclaje RCD	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06	Sin tratamiento esp.	Planta de reciclaje RCD	0,00
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	Sin tratamiento esp.	Planta de reciclaje RCD	0,00

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad (m3)
1. Asfalto				
x 17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Planta de reciclaje RCD	Restauración / Vertedero	372.47
2. Madera				
17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
3. Metales				
17 04 01	Cobre, bronce, latón	Reciclado		0,00
17 04 02	Aluminio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
17 04 03	Plomo			0,00
17 04 04	Zinc			0,00

17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado		0,00
17 04 06	Estaño			0,00
17 04 06	Metales mezclados	Reciclado		0,00
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado		0,00
4. Papel				
20 01 01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
5. Plástico				
17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
6. Vidrio				
17 02 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00
7. Yeso				
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,00

RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Arena Grava y otros áridos				
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00

2. Hormigón				
17 01 01	Hormigón	Planta de reciclaje RCD	Planta de reciclaje RCD	0,00

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17 01 02	Ladrillos	Planta de reciclaje RCD	Planta de reciclaje RCD	0,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Planta de reciclaje RCD	Planta de reciclaje RCD	0,00



17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Planta de reciclaje RCD	Planta de reciclaje RCD	76.96
----------	--	-------------------------	-------------------------	-------

4. Piedra

17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado		0,00
----------	---	-----------	--	------

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

Tratamiento	Destino	Cantidad
-------------	---------	----------

1. Basuras

20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	0,00
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	0,00

2. Potencialmente peligrosos y otros

17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiaes cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Depósito Seguridad		0,00
17 02 04	Madera, vidrio o plastico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla	Depósito / Tratamiento		0,00
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento		0,00
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco	Gestor autorizado RPs	0,00
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad		0,00
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen	Depósito Seguridad		0,00

	mercúrio			
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad		0,00
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad		0,00
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado	Gestor autorizado RNP's	0,00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento		0,00
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)	Depósito / Tratamiento		0,00
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)	Depósito / Tratamiento		0,00
16 01 07	Filtros de aceite	Depósito / Tratamiento		0,00
20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,00
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito / Tratamiento		0,00
16 06 03	Pilas botón	Depósito / Tratamiento		0,00
15 01 10	Envases vacíos de metal o plastico contaminado	Depósito / Tratamiento		0,00
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Depósito / Tratamiento		0,00
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito / Tratamiento		0,00
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito / Tratamiento		0,00
15 01 11	Aerosoles vacios	Depósito / Tratamiento		0,00
16 06 01	Baterías de plomo	Depósito / Tratamiento		0,00
13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito / Tratamiento		0,00
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	0,00

- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto



Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

Gestión de residuos de construcción y demolición.

Gestión de residuos según RD 105/2008 realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Andalucía.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter Particular:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares... para las partes o elementos peligroso, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...) Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan
x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m ³ , contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregarse del resto de residuos de un modo adecuado.
x	Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de toso su perímetro.

	En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos, creado en el art. 43 de la Ley 5/2003 de 20 de marzo de Residuos de la CAM. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.
x	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación d cada tipo de RCD.
x	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos
x	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
x	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
x	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
x	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
x	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)



- Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte.

A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza)							
Tipología RCDs	RESIDUO			TRANSPORTE			% del presupuesto de Obra
	Estimación (Tm)	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/Tm)	Importe (€)	Estimación (m3)	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/m3)	Importe (€)	
A1 RCDs Nivel I							
Tierras y pétreos de la excavación	0.00	4.00	0.00	0.00	7.27	0.00	0.0000%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €							0.0000%
A2 RCDs Nivel II							
RCDs Naturaleza Pétreo	138.53	4.24	587.37	76.96	7.71	593.08	0.3991%
RCDs Naturaleza no Pétreo	931.18	4.24	3 948.20	372.47	7.71	2 870.34	2.3054%
RCDs Potencialmente peligrosos	0.00	4.00	0.00	0.00	7.71	0.00	0.0000%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra							2.5591%

B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN							
B1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I			0.00			0.00	0.0000%
B2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II			0.00			0.00	0.0000%
B3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...			0.00			0.00	0.0000%

TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN RCDs	4	535.57				3 465.11	2.5591%
--	----------	---------------	--	--	--	-----------------	----------------

Teniendo en cuenta que el gestor de residuos más cercano a la zona de obras es el conocido como Áridos Mojácar S.L, en el mismo término de Antas, este será el elegido para la gestión de los mismos. A continuación, podemos ver su localización:

POLÍGONO EL REAL DE ANTAS (A7 SALIDA 534b)



GESTION DE RESIDUOS (RCDs) TASAS 2014

L.E.R.	COD.INT.		
170101L	1	HORMIGON LIMPIO P	4,00 €/Tn
170101LG	2	HORMIGON LIMPIO G	6,00 €/Tn
170101A	3	HORMIGON ARMADO P	8,00 €/Tn
170101AG	4	HORMIGON ARMADO G	10,00 €/Tn
170504	5	TIERRAS LIMPIAS	2,00 €/Tn
170107L	6	ESCOMBRO LIMPIO	4,00 €/Tn
170107M	7	ESCOMBRO MEDIO	9,00 €/Tn
170904S	8	ESCOMBRO SUCIO	24,00 €/Tn
170904MS	9	ESCOMBRO MUY SUCIO	35,00 €/Tn
170302	10	MEZCLA BITUMINOSA	4,00 €/Tn

LA UNIDAD MINIMA DE GESTION ES 1 TN
A LOS PRECIOS HAY QUE AÑADIRLE EL 10 % DE IVA

El exceso de desmonte procedente del movimiento de tierras realizado se utilizará para acondicionamiento de la zona colindante a las obras, ya que será necesario realizar esa adecuación para posteriormente urbanizarla.



ANEJO 4:
ESTUDIO HIDROLÓGICO. DRENAJE.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	1	6.2.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN	19
2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	2	6.2.5. CÁLCULO DE CAUDALES (Q)	20
3. ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DRENAJE	2	Λ (ADIMENSIONAL): EXPONENTE PROPIO DE LA REGIÓN Y DEL PERIODO DE RETORNO CONSIDERADO (TABLA 2.6 DE LA NORMA)	20
4. MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO	2	7. CALCULAR DEL CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE A LA OF2	21
5. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIÁRIA REALIZADO MEDIANTE EL MÉTODO HIDROLÓGICO	3	7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA VERTIENTE	21
5.1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO	3	7.2. CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE	22
5.2. RESUMEN DE RESULTADOS PREVIOS	3	8. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA OF1	23
5.2.1. MÉTODO REGIONAL ADOPTADO	3	8.1. CRITERIOS BÁSICOS DEL PROCEDIMIENTO SEGUIDO	23
5.2.2. ESTIMACIÓN REGIONAL DE CUANTILES	4	8.2. CALCULO CAUDAL REAL A EVACUAR POR LA OF1	24
5.2.3. DISRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR MEDIO COMO FACTOR DE ESCALA LOCAL 7	7	8.3. CAUDAL TEÓRICO OF1. COMPROBACIÓN HIDRAULICA	24
5.3. APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	9	9. DIMENSIONAMIENTO DE LA NUEVA RED DE PLUVIALES	25
5.4. DETERMINACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIÁRIAS PARA LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO	10	9.1. BASES DEL DISEÑO. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	25
5.4.1. LOCALIZACIÓN EN LOS PLANOS DEL PUNTO GEOGRÁFICO DESEADO ...	10	9.2. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE	26
5.4.2. ESTIMACIÓN DEL VALOR MEDIO P_{MED} DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA ANUAL Y DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN C_v MEDIANTE LAS ISOLÍNEAS REPRESENTADAS	11	9.3. PROLONGACIÓN OF1. EVACUACIÓN AGUAS MARGEN IZQUIERDO	27
5.4.3. OBTENCIÓN DEL FACTOR DE AMPLIACIÓN K_t	12	9.4. EVACUACION AGUAS MARGEN DERECHO.	28
5.4.4. OBTENCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN EL PERIODO T	12	9.4.1. Obras de drenaje transversal.	28
6. CÁLCULO DE CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE A LA OF1.	13	9.4.2. DRENAJE LONGITUDINAL	28
6.1. INTRODUCCIÓN Y MÉTODO DE CÁLCULO	13	9.4.3. DETALLE DE LOS POZOS DE RECOGIDA DE PLUVIALES:	29
6.1.1. metodo racional	13		
6.1.2. modelo regional	13		
Λ (ADIMENSIONAL) : EXPONENTE PROPIO DE LA REGIÓN Y DEL PERIODO DE RETORNO CONSIDERADO (TABLA 2.6 DE LA NORMA)	13		
6.2. ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	14		
6.2.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	14		
6.2.2. INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN	14		
6.2.3. COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA (C)	16		



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio es determinar la hidrología de la zona de actuación, teniendo en cuenta la infraestructura a implantar. El fin del mismo es encauzar y localizar todas las aguas superficiales procedentes de la propia escorrentía en un punto concreto, facilitando de esta forma el dimensionamiento y trazado de la red de drenaje.

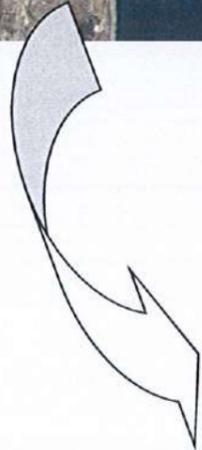
Para ello se utilizará el método de estimación de los caudales, que dependerán de los distintos periodos de retorno y del tamaño y naturaleza de la cuenca.

También será necesario la determinación de las precipitaciones máximas diarias para los diferentes periodos de retorno considerados, para de esta forma determinar los caudales producidos por la escorrentía, dato fundamental para el futuro dimensionamiento de los sistemas de drenaje.

En el presente anejo comprobaremos si las obras de drenaje existentes actualmente son suficientes para evacuar el caudal que llega a ellas. Si es así, la premisa fundamental para el dimensionamiento de la nueva red de drenaje será la de mantener el caudal evacuado por ellas.

2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

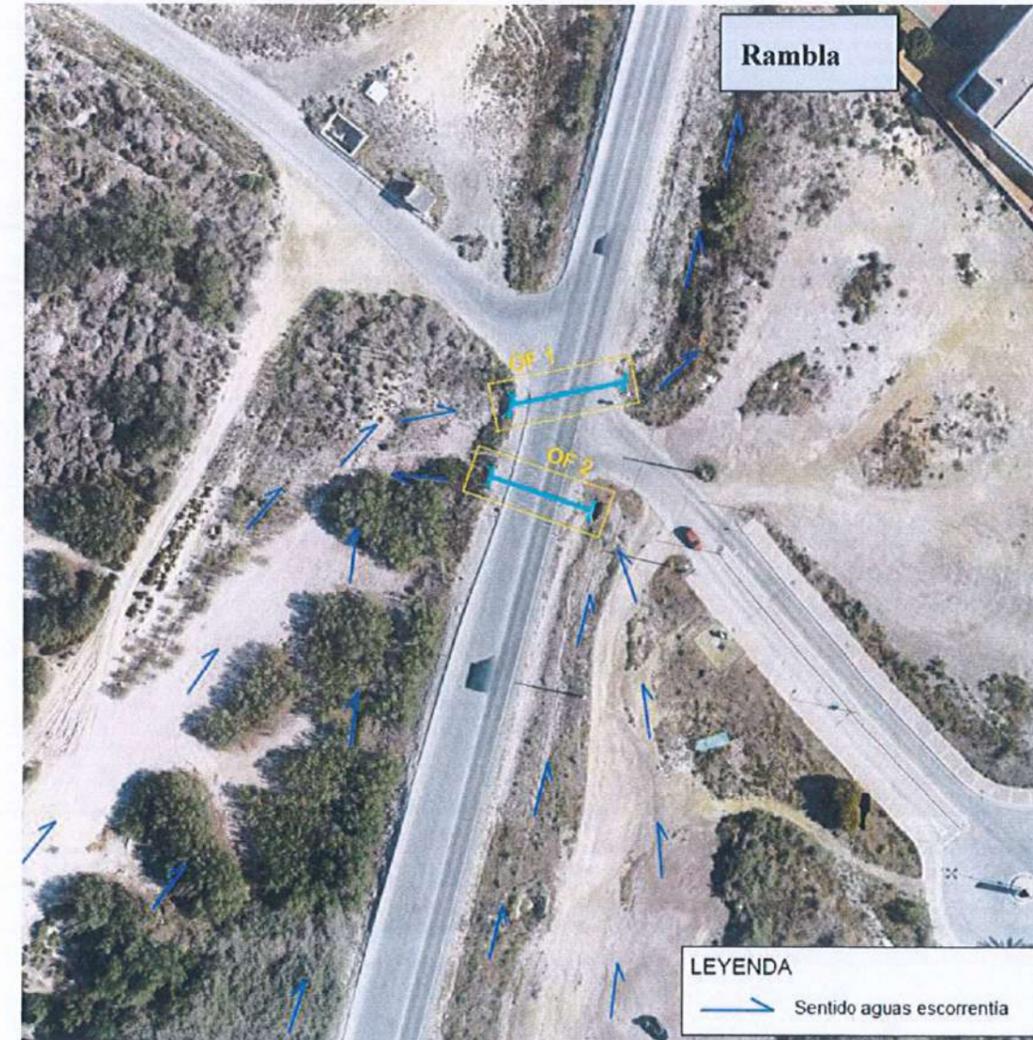
Las obras se encuentran dentro del término municipal de Garrucha, concretamente en el P.K. 11+100 de la A-370, en su intersección con el Camino de las Palmeras (que conecta con el centro del núcleo urbano de Garrucha) , y con el antiguo camino de Vera. A continuación, se ilustra dicha ubicación:



3. ESTADO ACTUAL DE LA RED DE DRENAJE.

Actualmente existen dos obras de drenaje, de semejantes características, una a cada lado de la carretera. Ambas están compuestas por dos tubos de hormigón de 1100 mm de diámetro. En apartados del presente documento las estudiaremos con más profundidad.

Mostramos en la siguiente imagen el funcionamiento de la red de drenaje actual:



Como podemos ver en la imagen las aguas recogidas por la denominada como OF2 pasan al otro lado de la carretera a través de ésta y finalmente son evacuadas por la OF1 a la rambla existente. Con la implantación de la nueva rotonda se dificultará el paso de la OF2 a la OF1. Por tanto, la solución propuesta consistirá en dirigir las aguas que llegarían a la OF2 directamente a la rambla existente.

4. MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO

Para la realización del estudio nos basaremos en la "Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial", modificada y con entrada en vigor en la fecha 11/03/2016 mediante la Orden FOM/298/2016 publicada



por el Ministerio de Fomento, y apoyándonos para el cálculo de precipitaciones máximas en la publicación del mismo Ministerio "Máximas lluvias diarias de la España Peninsular", basándonos en el método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno, que depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante.

5. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIÁRIA REALIZADO MEDIANTE EL MÉTODO HIDROLÓGICO

5.1. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

La finalidad del presente documento es la de presentar un método operativo que de una manera breve y fiable, nos proporcione un valor de las "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular" que sirva de base de partida para el cálculo de los caudales a desaguar por los pequeños cauces existentes en las obras de carreteras, supliendo así la ausencia de aforos en los mismos. En este estudio se han distinguido las siguientes fases:

1. Selección de estaciones pluviométricas y recopilación de sus datos correspondientes a las máximas lluvias diarias.
2. Modelación estadística de las series anuales de máximas lluvias diarias realizando una estimación regional de parámetros y cuantiles.
3. Análisis de la distribución del valor medio de las series anuales de máximas lluvias diarias, estimado directamente a partir de las muestras.
4. Resumen y presentación de los resultados alcanzados tanto en la forma tradicional de planos, como en versión informática aprovechando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Dado el carácter eminentemente práctico de este documento se aborda básicamente lo referido en la 40 de las fases inmediatamente enunciadas. Para ello, y tras una revisión de los principales resultados obtenidos en las etapas anteriores, se incluyen los planos finalmente elaborados, así como el resumen de las principales características del SIG empleado y de la aplicación informática desarrollada (GISPLU), que permite para los períodos de retorno dados, la consulta de los cuantiles de máximas lluvias diarias en cualquier punto de la geografía peninsular española.

5.2. RESUMEN DE RESULTADOS PREVIOS

5.2.1. MÉTODO REGIONAL ADOPTADO

Se ha optado por un enfoque regional que trata de reducir la varianza de los parámetros estimados con una única muestra, empleando la información de estaciones con similar comportamiento.

El enfoque tradicional de estos métodos asume la existencia de una región homogénea respecto a ciertas características estadísticas, lo que permite aprovechar el conjunto de información disponible en dicha región.

El método regional adoptado, denominado tradicionalmente "índice de avenida", asume que la variable Y resultante de dividir en cada estación los valores máximos anuales por su media

$$Y = P / P_{med}$$

sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Los parámetros de dicha distribución, una vez seleccionado el modelo de ley, son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media P_{med} se estima exclusivamente a partir de los datos de cada una de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_t (P_T en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" de 1997) en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_t (denominados Factores de Amplificación K_T en la referida publicación) con la media local P_{med} según la siguiente expresión:

$$X_t = Y_t \times P_{med} \quad (4.1)$$



5.2.2. ESTIMACIÓN REGIONAL DE CUANTILES

La primera etapa de la estimación regional de cuantiles consistió en agrupar las 1545 estaciones "básicas", con 30 o más años de registro, en 26 regiones geográficas (fig. 4.1). Las regiones fueron definidas tratando de agrupar zonas del territorio con características meteorológicas comunes y analizando de forma complementaria los Cv (coeficientes de variación) muestrales. Posteriormente la homogeneidad de las regiones fue contrastada mediante un test estadístico de χ^2 .

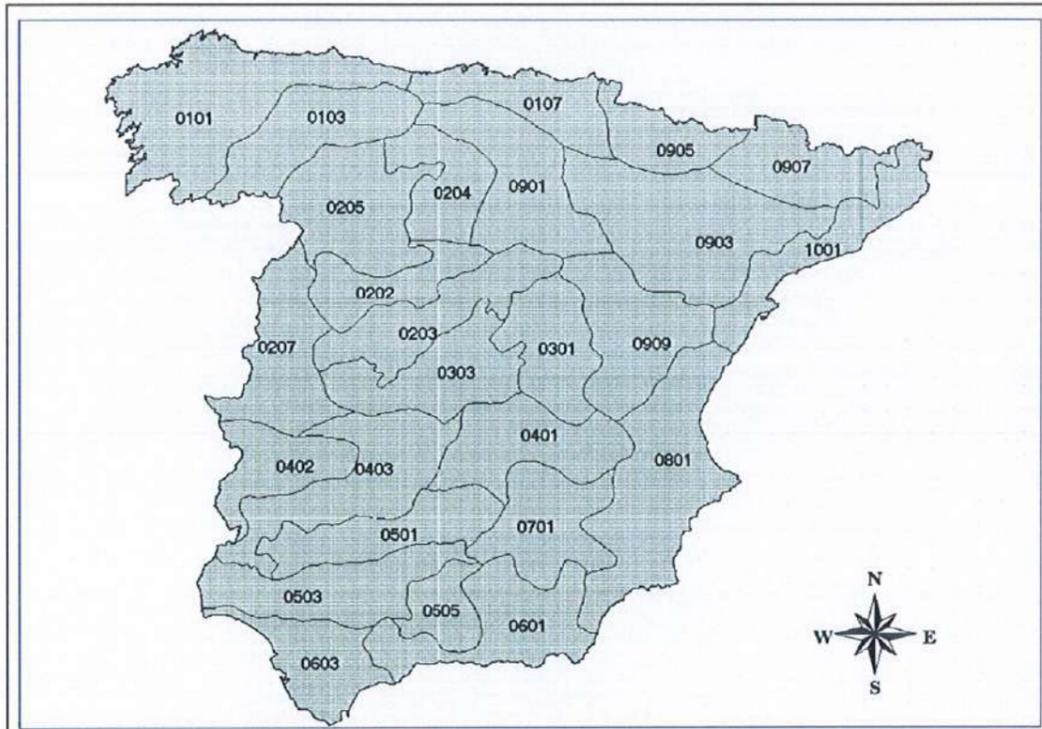


Fig. 4.1 - División de la España Peninsular en 26 regiones geográficas con características meteorológicas comunes.

La segunda etapa consistió en la estimación regional de los parámetros y cuantiles de los siguientes 4 modelos de función de distribución cuya formulación puede consultarse en la tabla 4.1.:

- a) Valores Extremos Generalizados (GEV)
- b) Log-Pearson III (LP3)
- c) Valores Extremos con dos Componentes (TCEV)
- d) SQRT-ET max



Un análisis de los cuantiles regionales Y_i estimados, con los cuatro modelos de ley seleccionados en las 26 zonas adoptadas, muestran diferencias prácticamente inexistentes para bajos y medios periodos de retorno (2,5, 10 y 25 años), y sólo cuando los periodos de retorno son mayores, existen ligeras diferencias siempre inferiores al 8% para 500 años.

Este hecho, reduce en cierto modo la trascendencia del proceso de selección del modelo de ley, siendo la ley SQRT-ET max la finalmente seleccionada por las siguientes razones:

- a) Es el único de los modelos analizados de la ley de distribución, que ha sido propuesto específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.
- b) Está formulada con sólo dos parámetros lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación con lo que se consigue una mayor facilidad de presentación de resultados.
- c) Por la propia definición de la ley proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de Gumbel.
- d) Conduce a valores más conservadores que los otros modelos de ley analizados para las 17 regiones con cuantiles menores, mostrando unos resultados similares en el resto de las regiones.
- e) Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos, lo que se comprobó mediante técnicas de simulación de Montecarlo.

El enfoque tradicional de los métodos regionales permite estimar el valor de los cuantiles regionales en un punto simplemente asignándole los valores obtenidos en la región en la que dicho punto está incluido, lo que presenta como principales inconvenientes tanto la incertidumbre existente respecto a los límites considerados en las regiones, como la indeseable discontinuidad que presentan los resultados en dichos límites. Para resolver estos problemas, se optó por presentar los resultados en forma "suavizada" trazando un mapa nacional de Isolíneas del coeficiente de variación (Cv) que se muestra en la fig. 4.2.

El Cv fue seleccionado como parámetro básico debido a su fácil comprensión al estar directamente relacionado con el valor de los cuantiles debido al modelo de ley y al método de estimación de parámetros adoptados.

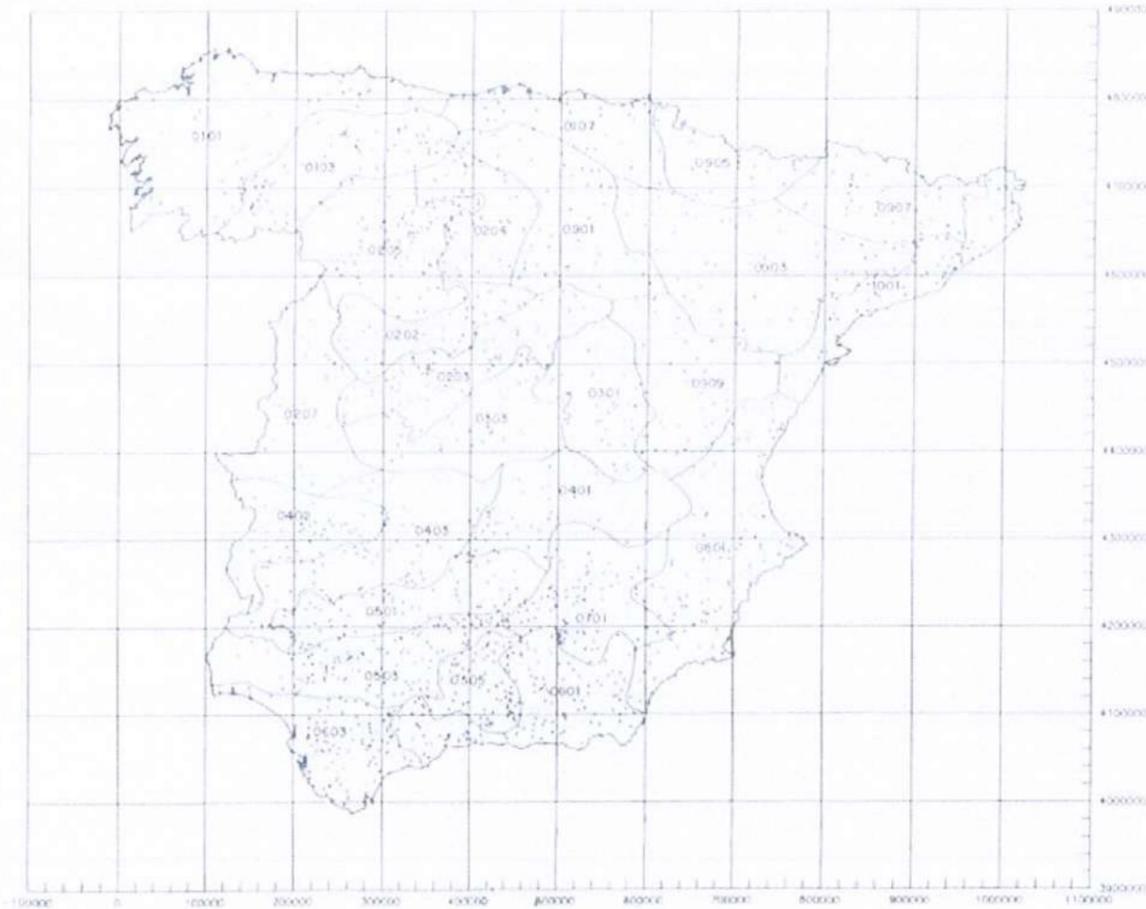


Fig. 4.1 – Delimitación de las regiones consideradas homogéneas.

Distribución	$f(x)$ ó $F(x)$	Parámetros
GEV	$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - k \left(\frac{x-u}{\alpha} \right)^k \right] \right\}$	u, α, k
LP3	$\frac{\log_{10}}{\Gamma} \exp \left\{ \frac{\log_{10}^{k-1}}{\Gamma} \right\}$	u, α, k
TCEV	$F(x) = \exp(-\alpha_1 e^{-\theta_1 x} - \alpha_2 e^{-\theta_2 x})$	$\alpha_j, \theta_j, j = 1, 2$
SQRT-ET max	$F(x) = \exp[-k(1 + \sqrt{\alpha x}) \exp(-\sqrt{\alpha x})]$	α, k

Tabla 4.1. – Funciones de distribución seleccionadas

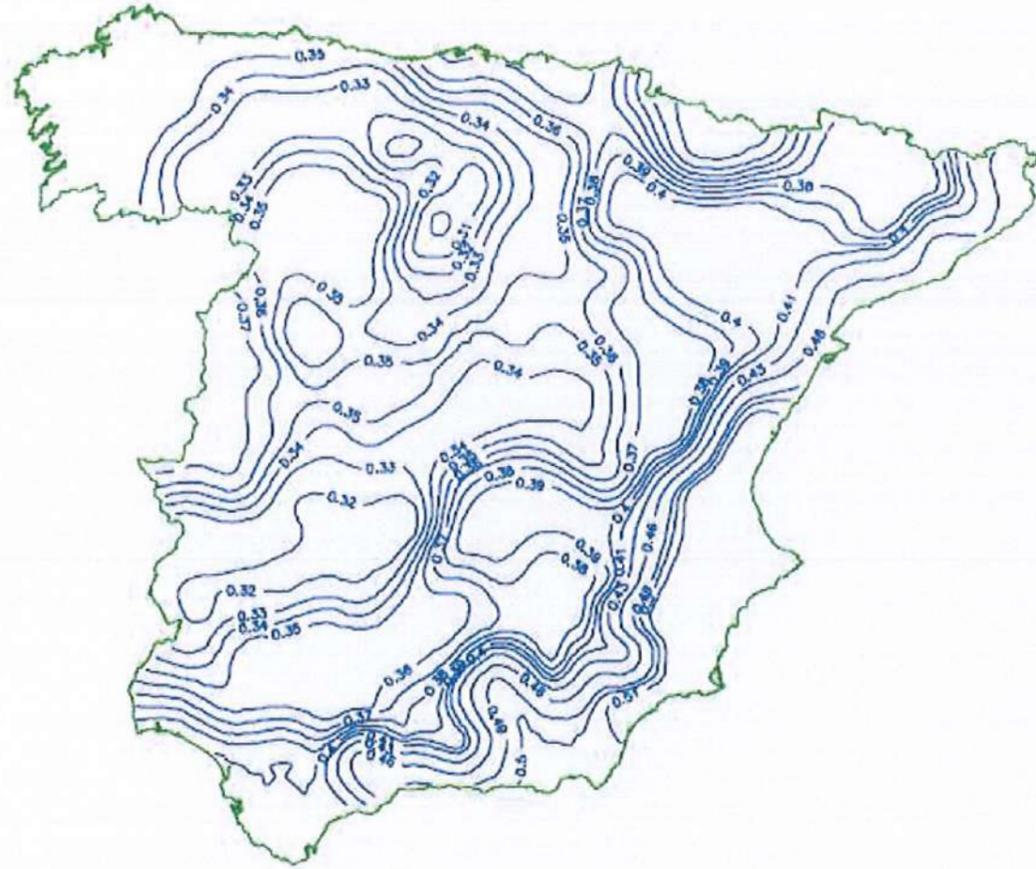


Fig. 4.2. – Isolíneas del valor regional del coeficiente de variación Cv



5.2.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL VALOR MEDIO COMO FACTOR DE ESCALA LOCAL

La estimación de cuantiles en un determinado punto es el resultado de aplicar la expresión

$$X_i = Y_i \times P_{med} \quad (4.1)$$

en la que la media P de las series analizadas actúa como factor local.

El análisis de la distribución espacial de P se abordó mediante interpolación espacial con técnicas de krigado a partir de los valores medios de las series de 2231 estaciones, que incluyen las 1545 "básicas", ya empleadas en la modelación estadística y otras 686 "complementarias" con series de más de 20 años.

La técnica del krigado presenta como ventaja fundamental, frente a otros métodos de interpolación (como la inversa de la distancia elevada a un exponente), la posibilidad de aprovechar directamente la información sobre correlación espacial existente en los propios datos, que queda reflejada en el denominado variograma muestral.

Para la aplicación del krigado se consideraron 15 zonas geográficas con similar comportamiento de la variable analizada, caracterizado fundamentalmente por unas variaciones "bruscas" en zonas montañosas y "suaves" en el resto. En dichas zonas se calcularon los variogramas muestrales y se ajustaron variogramas teóricos.

El proceso de obtención de los variogramas teóricos y de resolución de las ecuaciones básicas del krigado se abordó mediante el software GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software. User's Guide U.S. Environmental Protection Agency), realizando una estimación de la variable sobre una malla cuadrada de 2500 m de lado.

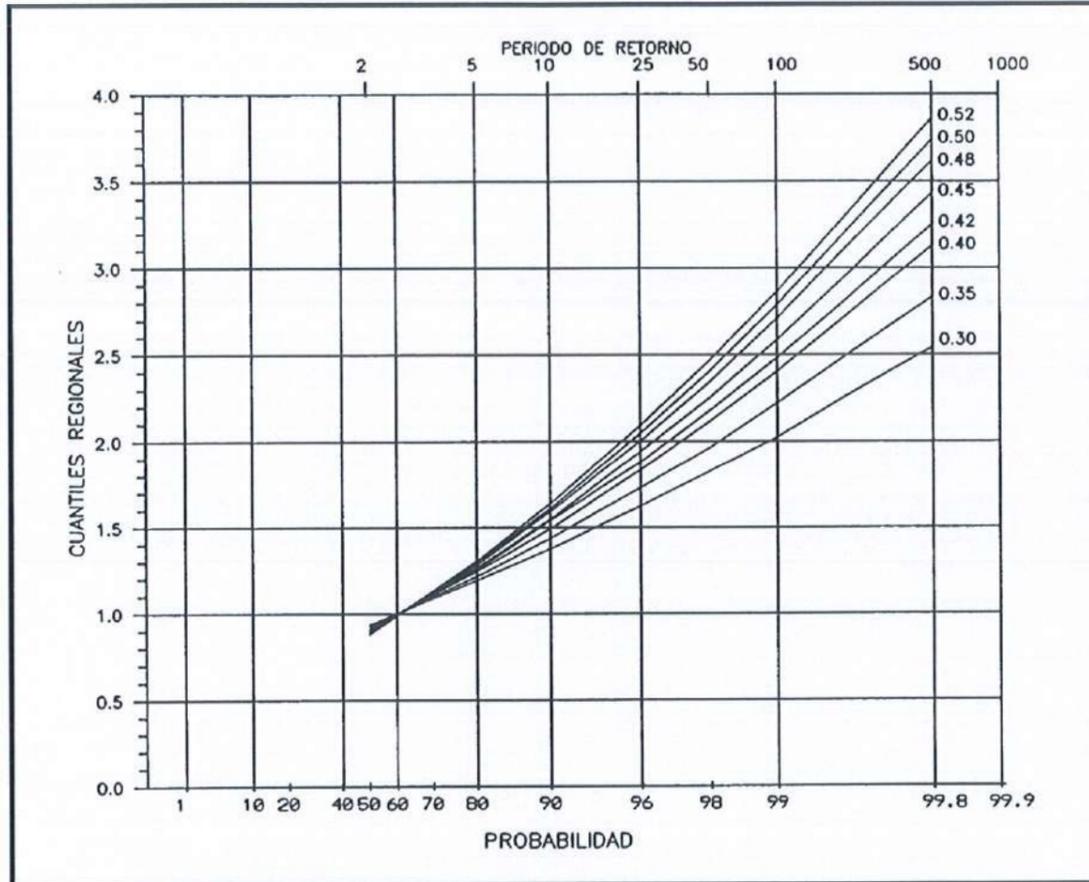


Fig. 4.3.- Relación entre los cuantiles regionales Y_t (2), el periodo de retorno en años T , la probabilidad (%) de no superar el cuantil en un año, y el coeficiente de variación C_v



5.3. APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un sistema de información geográfico SIG es una base de datos georreferenciada que permite realizar una serie de operaciones con los datos captados.

Estas operaciones son de almacenamiento, catalogación tratamiento o procesado, de análisis y representación gráfica de la información.

En un sistema de información geográfico, la representación de los datos se puede realizar utilizando dos sistemas:

a) Representación vectorial: una característica queda delimitada gráficamente por la línea que une los puntos que definen su contorno. Cada punto de ese contorno está unívocamente definido por un par de números que indican las coordenadas X e Y en sistemas de representación geodésica universales o en el sistema particular de referencia del usuario.

b) Representación matricial o raster: en esta representación el área de estudio es subdividida en una fina malla de celdas (la precisión que se obtendrá en las imágenes será función de la resolución que se de a estas celdas) a las cuales se asignan los atributos de la superficie de terreno encerrada por la celda.

La referida en último lugar es la más recomendable para el estudio de datos que varían de forma continua en el espacio, como es el caso de la precipitación, permitiendo un mayor poder analítico aprovechando la potencialidad de las operaciones matriciales.

Los SIG matriciales organizan la información existente en capas unitarias, cada una de las cuales contiene los datos de un determinado tipo en todas las celdas del mallado considerado.

En el presente estudio, las capas de información de interés corresponden a los valores numéricos de las siguientes características pluviométricas:

valor medio P_{med} , coeficiente de variación Cv, cuantiles regionales Y_t y cuantiles locales X_t .

Este conjunto de información espacial debe geo-referenciarse, es decir localizarse respecto a un sistema conocido de coordenadas. La geo-referenciación adoptada, que cubre la totalidad del territorio peninsular, ha consistido en:

- Sistema de referencia: coordenadas UTM referidas al huso 30
- Unidades de referencia: metros
- Coordenadas de los bordes inferiores (ymin), superior (ymax), izquierdo (xmin) y derecho (xmax) de la malla considerada.

xmin =	-116250	xmax =	1161250
ymin =	3893750	ymax =	4971250

El anterior sistema de referencia, junto con la resolución espacial adoptada de 2500 m x 2500 m, define una matriz de 511 columnas y 431 filas y permite situar geográficamente el valor numérico asignado a cada celda.

Las capas de información pluviométrica obtenidas han sido las siguientes:

a) Valor medio P_{med}

La metodología para el análisis espacial de la variable P_{med} ha conducido a su estimación en los puntos de un mallado coincidente con el adoptado.

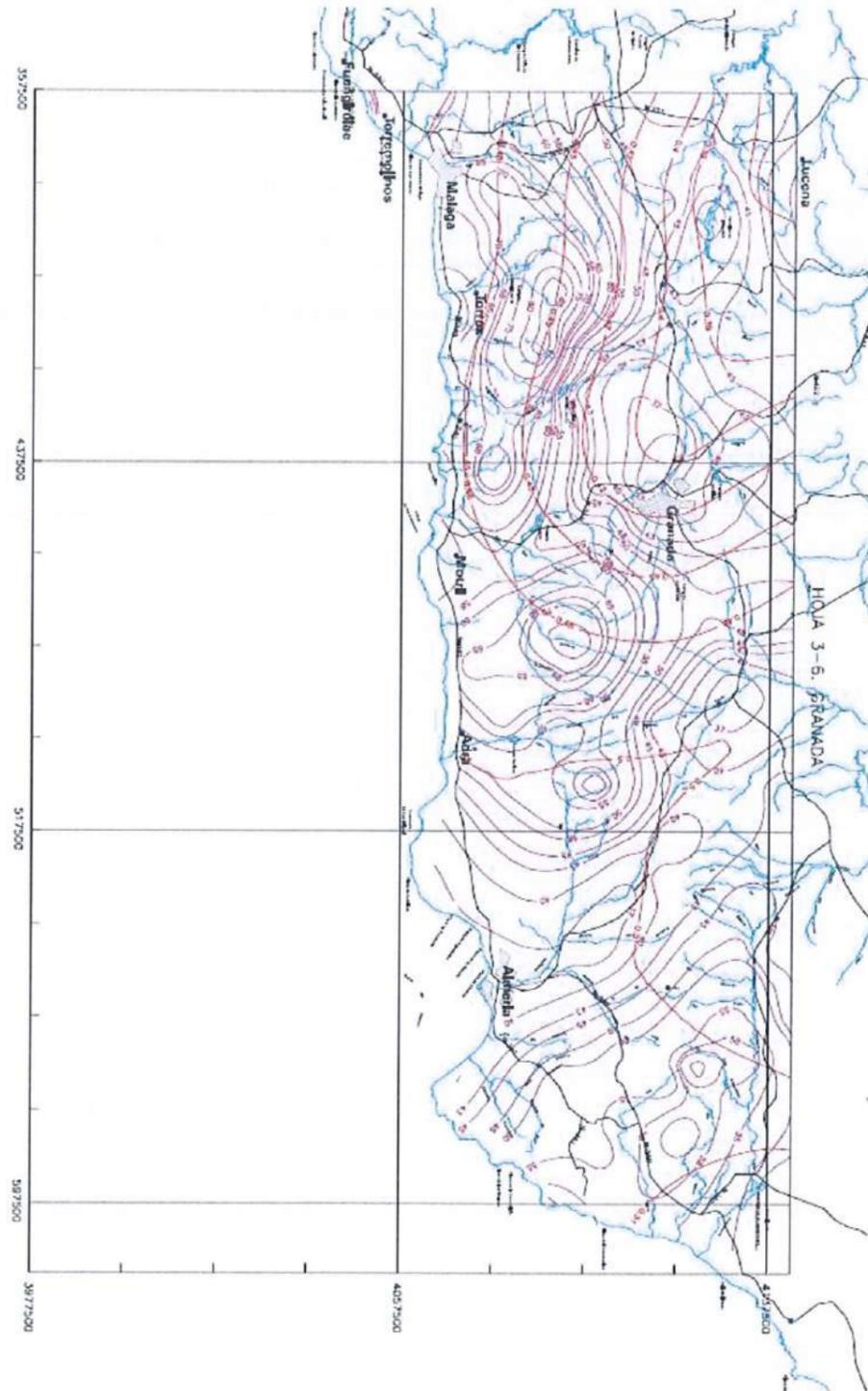
b) Coeficiente de variación Cv

El mapa de Isolíneas de Cv fue obtenido mediante una interpolación espacial en una malla por el método del inverso de la distancia al cuadrado. Los datos empleados para la interpolación fueron las 1545 estaciones "básicas" a las que se asigna el Cv regional correspondiente.

Este mismo proceso, pero sobre una malla idéntica a la adoptada en P_{med} , ha permitido la obtención de la capa de información del Cv.



5.4. DETERMINACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIÁRIAS PARA LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

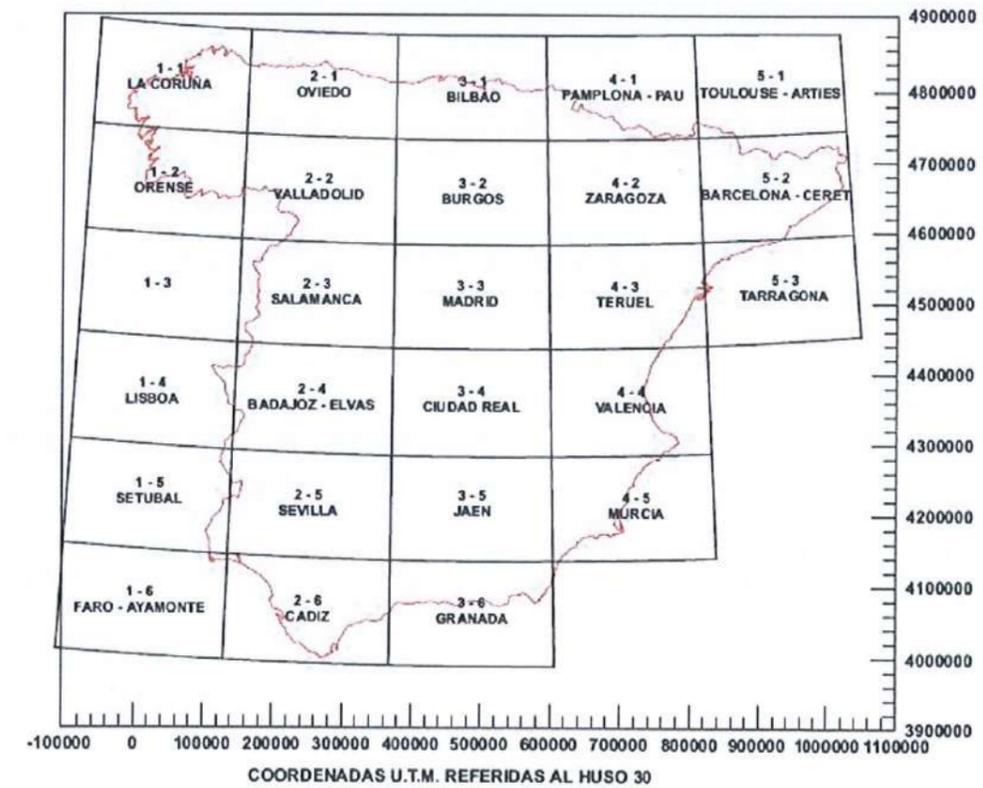


LOCALIDAD	PERIODO DE RETORNO (T)
GARRUCHA	10
	25
	50
	100

5.4.1. LOCALIZACIÓN EN LOS PLANOS DEL PUNTO GEOGRÁFICO DESEADO

Con las coordenadas del punto se identifica en el plano director la hoja de la serie 4C, donde se efectuará la consulta de los valores de media P_{med} y coeficiente de variación C_v .

PUNTO DESEADO	HOJA SERIE 4C
GARRUCHA	3 - 6





5.4.2. ESTIMACIÓN DEL VALOR MEDIO P_{MED} DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA ANUAL Y DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN C_v MEDIANTE LAS ISOLÍNEAS REPRESENTADAS

PUNTO DESEADO	P_{med} (mm/día)	C_v
GARRUCHA	55	0,51



5.4.3. OBTENCIÓN DEL FACTOR DE AMPLIACIÓN K_T

PUNTO DESEADO	C_v	T (años)	K_T
GARRUCHA	0,51	10	1,625
		25	2,068
		50	2,434
		100	2,815

5.4.4. OBTENCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN EL PERIODO T.

Con los valores del K_T y de la P_{med} obtenemos la precipitación máxima para el periodo de retorno deseado P_T .

$$P_T = K_T \times P_{med}$$

PUNTO DESEADO	P_{med}	T (años)	K_T	$P_T = K_T \times P_{med}$ (mm/día)
GARRUCHA	55	10	$K_{10} = 1,625$	$P_{10} = 89,38$
		25	$K_{25} = 2,068$	$P_{25} = 113,74$
		50	$K_{50} = 2,434$	$P_{50} = 133,87$
		100	$K_{100} = 2,815$	$P_{100} = 154,83$

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



6. CÁLCULO DE CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE A LA OF1.

6.1. INTRODUCCIÓN Y MÉTODO DE CÁLCULO

El caudal máximo correspondiente a un determinado período de retorno Q_T , debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha documentación, como es nuestro caso, se debe calcular a través de la metodología que se establece en la Instrucción 5.2. I.C. Drenaje Superficial de marzo de 2016.

Según la citada norma, la elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto debe seguir el siguiente procedimiento para nuestro caso: cuencas pequeñas (área inferior a 50 km²) situadas en el Levante y Sureste peninsular. Se debe aplicar el siguiente método:

- Si el periodo de retorno es inferior o igual a veinticinco años el caudal máximo correspondiente, Q_T , se debe determinar según el método racional (apartado 2.2 de la norma)
- Si el periodo de retorno es superior a veinticinco años, el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar como se indica a continuación:
 - A partir de un estudio específico, mediante métodos estadísticos o modelos hidrológicos, que tengan en cuenta información sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación, en la zona de estudio o en zonas próximas similares suficientemente representativas, bien para determinar directamente los caudales o bien para calibrar el modelo hidrológico.
 - Si no se efectúa el análisis anterior se utilizará el siguiente modelo regional que proporciona valores aproximados y generalmente conservadores:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

En el caso que nos ocupa nos serviremos del método racional para los cálculos correspondientes al periodo de retorno de 25 años y del modelo regional para los periodos de retorno de 50 y 100 años.

6.1.1. METODO RACIONAL

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un periodo de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

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

donde:

Q_T (m³/s): caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$ (mm/h) : intensidad de precipitación (epígrafe 2.2.2 de la norma 5.2 I.C) correspondiente al periodo de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.

C (adimensional) : Coeficiente medio de escorrentía (epígrafe 2.2.3 de la norma 5.2. I.C) de la cuenca o superficie considerada.

A (km²) : área de la cuenca o superficie considerada

K_t (adimensional): coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación (epígrafe 2.2.5 de la norma 5.2.I.C.)

6.1.2. MODELO REGIONAL

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Q_T (m³/s) : caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca.

Q_{10} (m³/s) : caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional (apartado 2.2.2.2 de la norma). Salvo justificación del proyecto, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado.

φ (adimensional) : coeficiente propio de la región y del periodo de retorno considerado (tabla 2.6 de la norma)

λ (adimensional) : exponente propio de la región y del periodo de retorno considerado (tabla 2.6 de la norma).

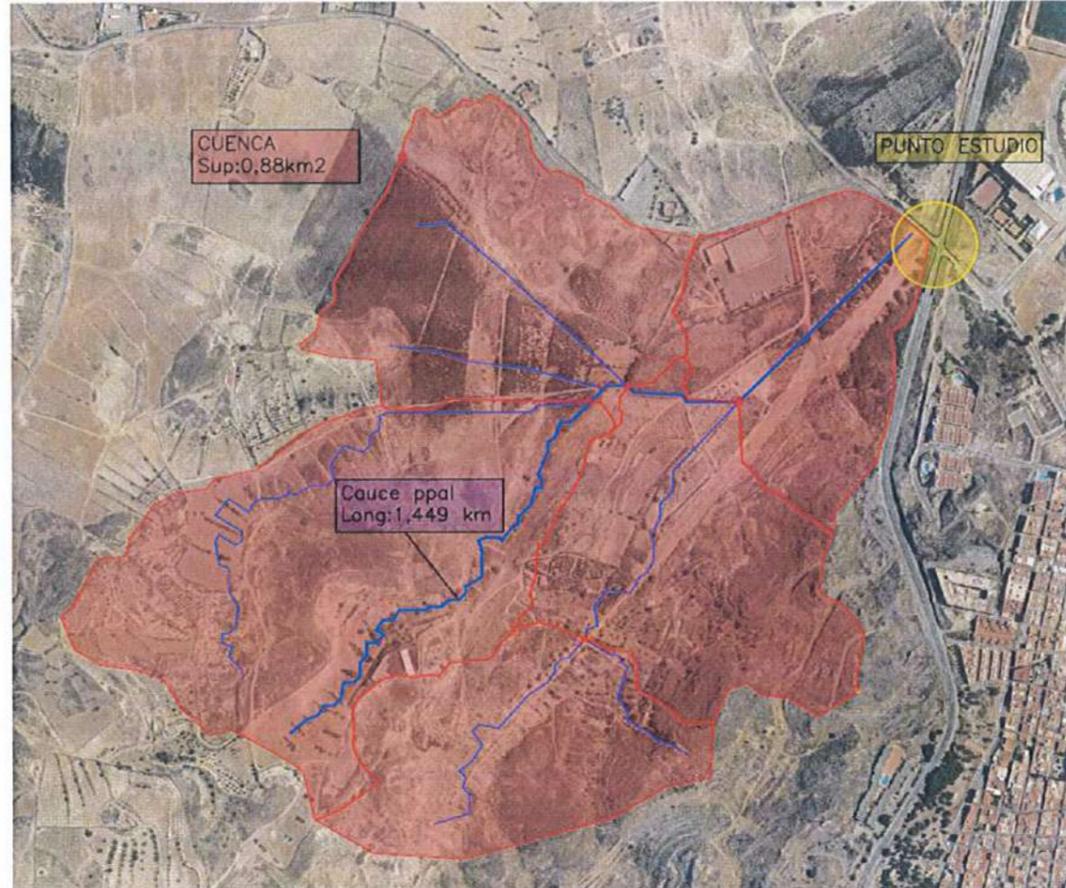
TABLA 2.6.- PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO EN CUENCAS PEQUEÑAS DEL LEVANTE Y SURESTE PENINSULAR (T > 25 años)

Región 72				
Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	1,4057	3,0570	4,7152	6,9135
λ	1,2953	1,2751	1,2678	1,2631
Regiones 821 y 822				
Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	11,1378	51,6297	86,5765	131,7650
λ	0,7401	0,6065	0,5982	0,5953



6.2. ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

A continuación, mostramos la cuenca vertiente al punto de estudio, lugar donde se ubica la obra de drenaje transversal (OF1) actualmente existente:



Una vez identificada la cuenca y el cauce principal, procedemos al cálculo del caudal.

6.2.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Tiempo de concentración t_c , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie e la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante la siguiente formulación para cuencas principales:

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

donde:

t_c (horas) : tiempo de concentración

L_c (km) : longitud del cauce

J_c (adimensional) : pendiente media del cauce

Longitud de la Cuenca (L) Km	Pendiente Media (J) mm/mm	Tiempo de Concentración (t_c)
1,449	0,0373	0,7429

6.2.2. INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

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

donde:

$I(T, t)$ (mm/h) : intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración de aguacero t .

I_d (mm/h) : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T (epígrafe 2.2.2.2)

F_{int} (adimensional) : factor de intensidad (epígrafe 2.2.2.4)

INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACION CORREGIDA

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T , se obtiene mediante la fórmula:

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

I_d (mm/h) : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T .

P_d (mm) : precipitación diaria correspondiente al período de retorno T .

K_A (adimensional) : factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

$$\begin{aligned} \text{Si } A < 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 \\ \text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 & \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15} \end{aligned}$$

FACTOR DE INTENSIDAD F_{int}

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de :

- La duración del aguacero t



- El periodo de retorno T, si se dispone de curvas intensidad-duración- frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

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

donde:

F_{int} (adimensional) : factor de intensidad

F_a (adimensional) : factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

F_b (adimensional) : factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

a) Obtención de F_a

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

donde:

I_1/I_d (adimensional) : índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4 de la norma.

t (horas) : duración del aguacero.

Para la obtención del factor F_a se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$)

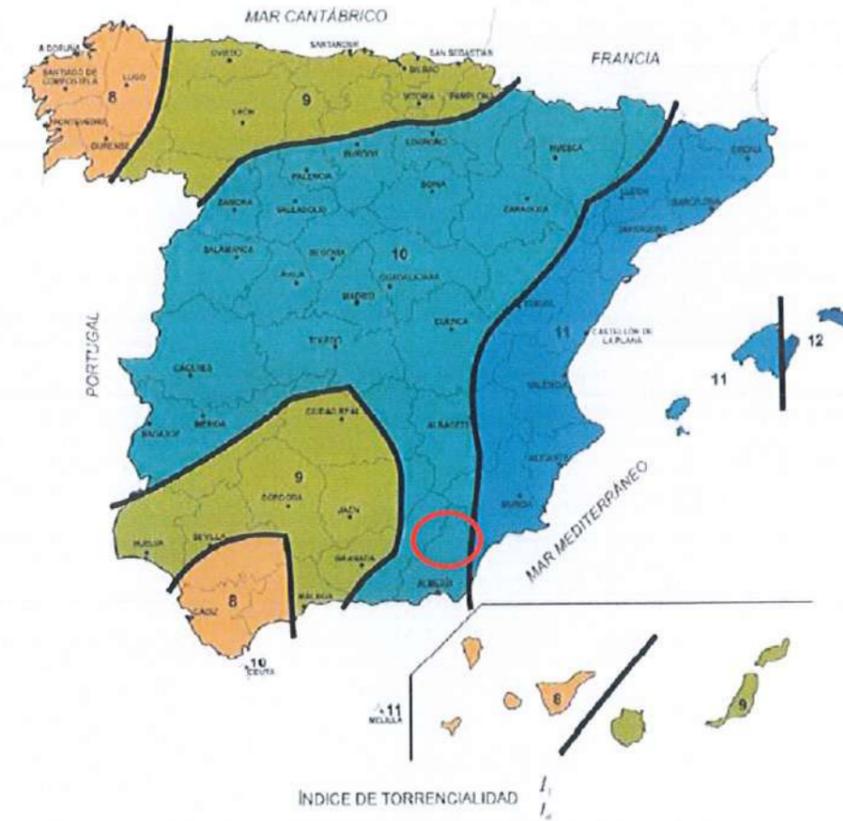


FIGURA 2.4.- MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_1/I_d)

b) Obtención de F_b

No disponemos de curvas IDF de ningún pluviógrafo próximo a la zona de estudio. Por lo que, no procede calcular este factor.

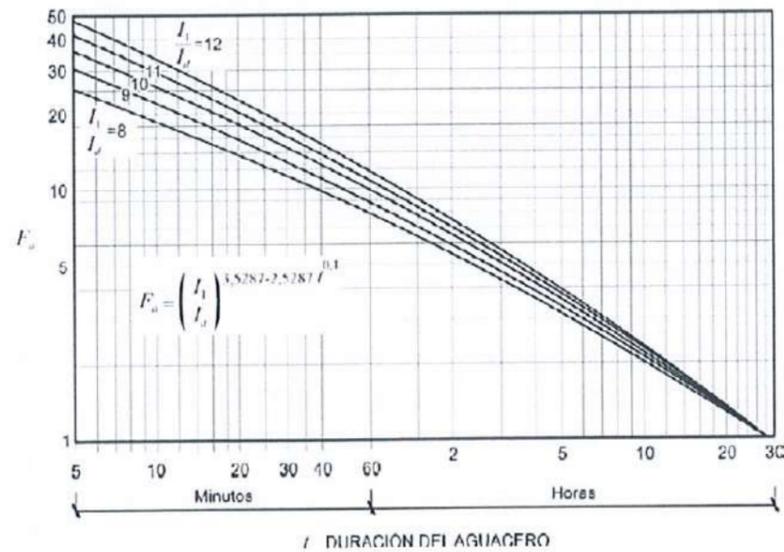


FIGURA 2.3.- FACTOR F_a

Punto de estudio	T periodo (años)	t_c Tiempo de concentración (h)	KA factor reductor de precipitación por área	Pd precipitación diaria (mm)	I_d	I_1/I_d	F_a	F_b	F_{int}	$I(T,t)$
GARRUCHA	25	0,7429	1	113,74	4,7392	11	13,1372	-	13,1372	62,2594



6.2.3. COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA (C)

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I(T,tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula representada gráficamente en la figura 2.6:

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

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

C	(adimensional)	Coeficiente de escorrentía
P_d	(mm)	Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado (epígrafe 2.2.2.2).
K_A	(adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (epígrafe 2.2.2.3).
P_0	(mm)	Umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.2).

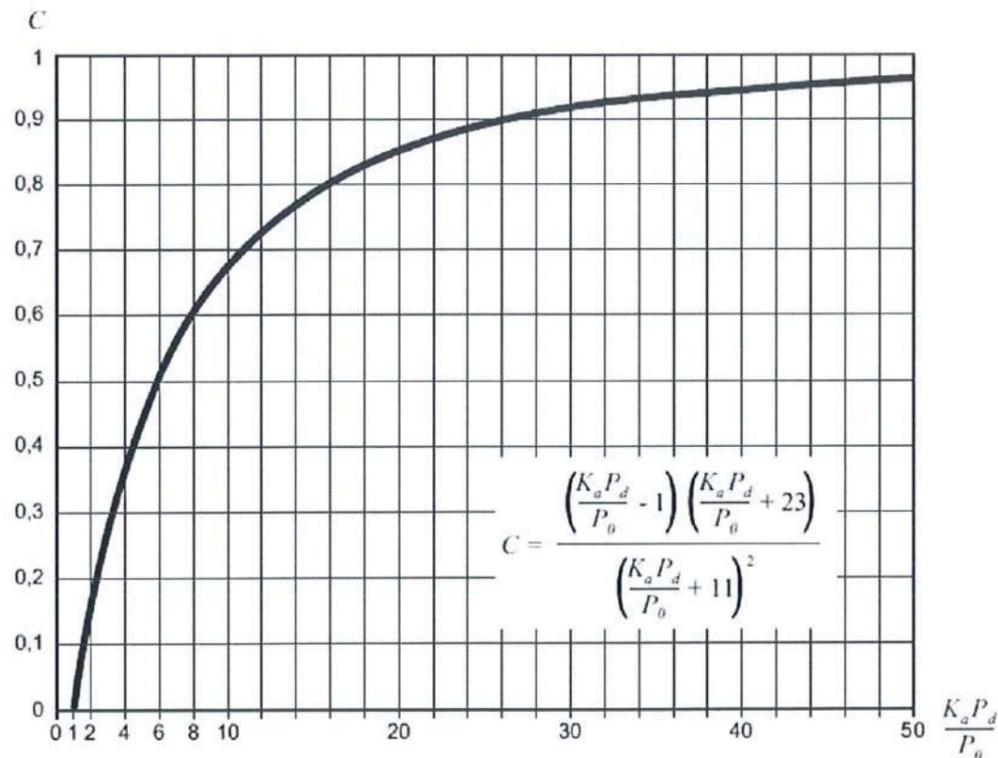


FIGURA 2.6.- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía, P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de la escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_0 (mm): Umbral de escorrentía

P_0^i (mm): valor inicial del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.3).

β (adimensional): coeficiente corrector del umbral de escorrentía (epígrafe 2.2.3.4).

VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El valor inicial del umbral de escorrentía, P_0^i , se determinará a partir de:

- Series de datos o mapas publicados por la Dirección General de Carreteras, en los que se obtenga directamente el valor de P_0^i para una determinada localización geográfica. Normalmente, dicho valor en cada punto se obtendrá como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.
- Tabla 2.3, en las siguientes circunstancias:
 - Cuando la información referida en el párrafo precedente no se encuentre disponible.
 - Cuando el tamaño de la cuenca sea similar (o inferior) al tamaño de la discretización espacial efectuada.
 - En problemas específicos de escorrentía urbana.
 - Para la definición del drenaje de plataforma y márgenes
 - Cuando se tenga constancia de cambios de uso del suelo con posterioridad a la elaboración de las series de datos o mapas a que se hace referencia en el párrafo anterior.
 - Para la realización de cálculos en que se supongan modificaciones de los usos del suelo, respecto a lo reflejado en las mencionadas series de datos o mapas.

La determinación de los grupos hidrológicos de suelo presentes en la cuenca se debe realizar a partir del mapa de la figura 2.7. Cuando se disponga de información más detallada, en el proyecto se puede justificar el cambio del grupo hidrológico de suelo en alguna cuenca concreta, según los criterios de la tabla 2.4 y la figura 2.8.

En nuestro caso, obtendremos el valor inicial del umbral de escorrentía a través de la tabla 2.3, ya que cumplimos las condiciones necesarias para ello.

En primer lugar, definimos el grupo hidrológico del suelo:

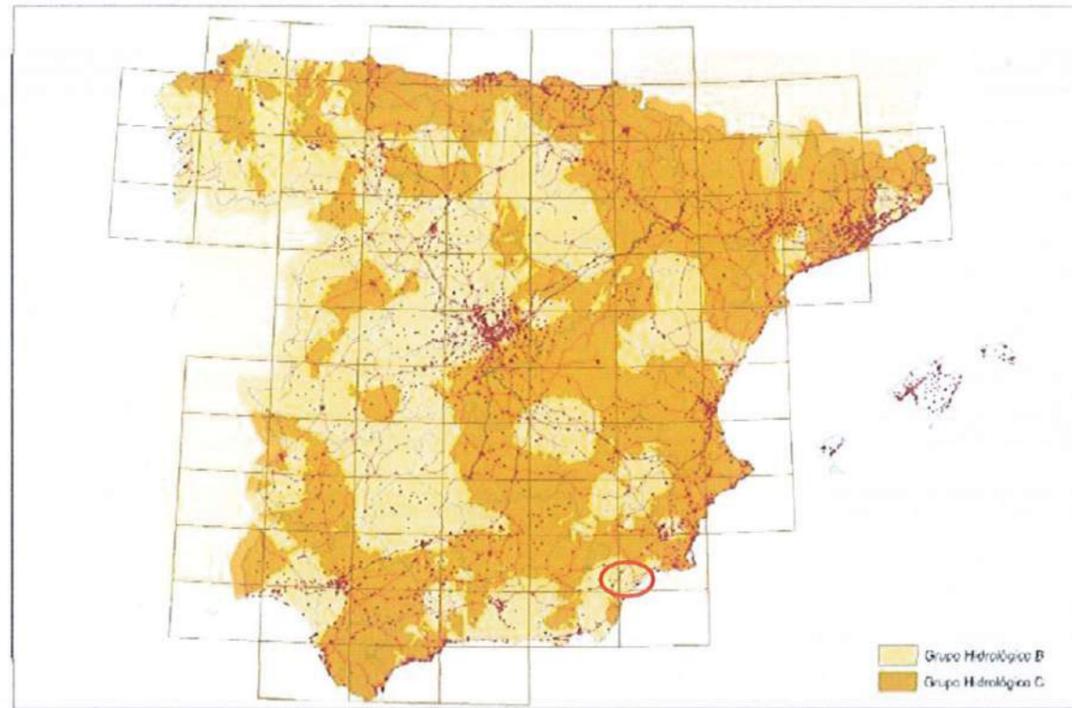


FIGURA 2.7.- MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

TABLA 2.4.- GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

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.

Tenemos un suelo de grupo hidrológico B.

Pasamos a la tabla 2.3 de la norma

TABLA 2.3.- VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA P_i (mm)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales		≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales		< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos		< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos		≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos		< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos		≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos		< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas			76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila			76	34	22	16
32220	Fayal-brezal macaronésico			60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila			60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			75	34	22	16
32312	Matorrales subarbusivos o arbustivos muy poco densos			60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos			40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición			75	34	22	16
32400	Claras de bosques			40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición			60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas			75	34	22	16

Como vemos, según las características del suelo, tenemos un valor inicial del umbral de escorrentía de **24 mm**.

COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

Se pueden distinguir los siguientes casos, en función de los datos disponibles:

- Cuando se disponga de una calibración específica para una cuenca concreta, el valor del coeficiente corrector a aplicar es, directamente, el obtenido en ella.



- Cuando se disponga de datos sobre caudales suficientemente representativos para una cuenca concreta o cuencas próximas similares, se debe efectuar una calibración por comparación entre datos reales y resultados del método racional, de tal forma que los caudales correspondientes a distintos periodos de retorno obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos de caudal, coincidan sensiblemente con los obtenidos mediante la aplicación del método.
- Cuando no se disponga de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se puede tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla 2.5, correspondientes a las regiones de la figura 2.9.

En este último caso, se debe proceder como se indica a continuación:

- En las cuencas del Levante y Sureste peninsular se debe estar a lo especificado en el apartado 2.3
- En el resto de las cuencas se debe proceder como sigue, atendiendo al tipo de obra de que en cada caso se trate:
 - Drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos (siempre que e funcionamiento hidráulico de estas obras no afecte a la carretera principal) y drenaje de plataforma y márgenes: Se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T , considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

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

- Drenaje transversal de la carretera (puentes y obras de drenaje transversal): producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía corregido por el valor correspondiente al intervalo de confianza del cincuenta por ciento, por un factor dependiente del período de retorno T considerado para el caudal de proyecto, es decir:

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

Donde:

β^{PM} (adimensional): coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares

β^{DT} (adimensional): coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera

β_m (adimensional): valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (tabla 2.5)

F_T (adimensional): factor función del período de retorno T (tabla 2.5)

Δ_{50} (adimensional): desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al cincuenta por ciento.

En nuestro caso, la formulación a seguir será la siguiente:

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



FIGURA 2.9.- REGIONES CONSIDERADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA



TABLA 2.5.- COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA: VALORES CORRESPONDIENTES A CALIBRACIONES REGIONALES

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retomo 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	0,86	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	0,62	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	1,16	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	0,62	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

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.

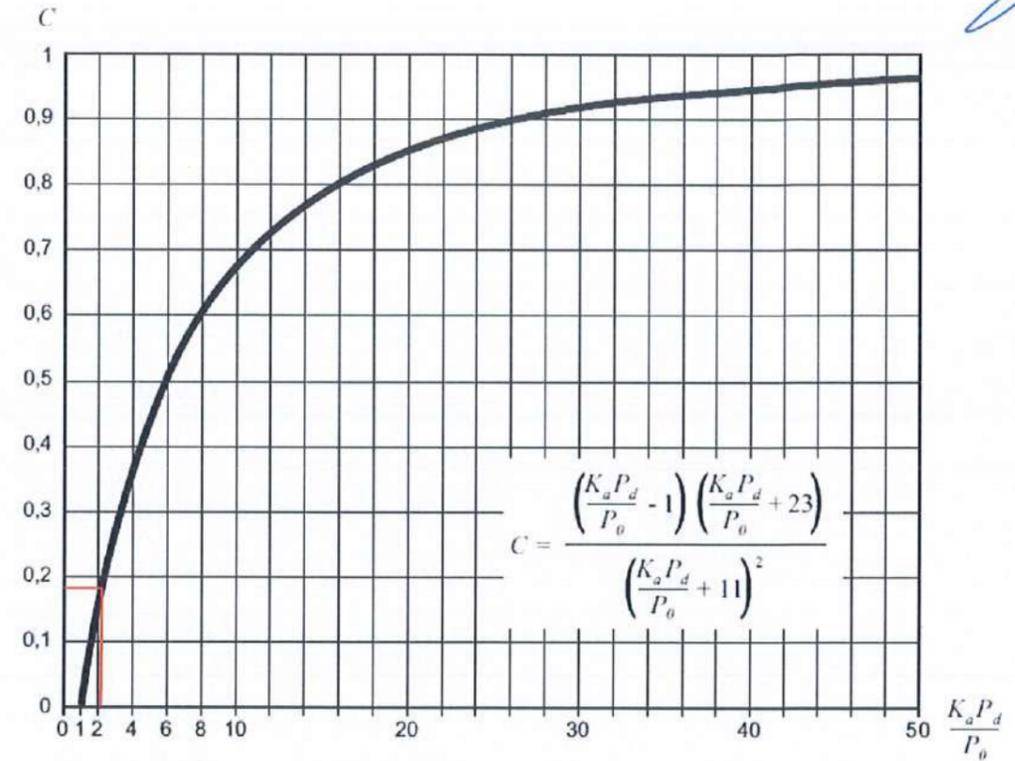


FIGURA 2.6.- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

T periodo (años)	KA factor reductor de precipitación por área	Pd precipitación diaria (mm)	Poi (mm)	Bm	FT	B	P0 (mm)	Ka-Pd/P0	C
25	1	113,74	24	2,1	1	2,1	50,4	2,257	0,181

Una vez obtenido el β^m y el umbral de escorrentía P_0 , podemos calcular el $\frac{K_a P_d}{P_0}$

Con este dato entramos en la gráfica de la figura 2.6 y obtenemos el Coeficiente de Escorrentía, tal y como podemos ver en la imagen siguiente.

6.2.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN

El coeficiente K_T tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

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

Donde t_c es el tiempo de concentración de la cuenca, calculado en apartados anteriores.



Punto de estudio	T periodo (años)	tc . Tiempo de concentración (horas)	Kt
GARRUCHA	25	0,7429	1,046951546

6.2.5. CÁLCULO DE CAUDALES (Q)

Con lo expuesto anteriormente, y teniendo en cuenta las indicaciones de la norma, para el periodo de retorno de 25 años calcularemos el caudal mediante el método racional:

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

Periodo de retorno T (años)	I(T,tc)	C	A (Km2)	KT	QT (m3/s)
25	62,2594	0,181	0,88	1,047	2,884

Para periodos de retorno mayores a 25 años, usaremos el modelo regional, cuya formulación era:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^{\lambda}$$

Q_T (m³/s) : caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

Q_{10} (m³/s) : caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional (apartado 2.2.2.2 de la norma). Salvo justificación del proyecto, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se debe corresponder con el valor medio β_m recogido en la tabla 2.5, sin efectuar correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado.

φ (adimensional) : coeficiente propio de la región y del periodo de retorno considerado (tabla 2.6 de la norma)

λ (adimensional): exponente propio de la región y del periodo de retorno considerado (tabla 2.6 de la norma).

TABLA 2.6.- PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO EN CUENCAS PEQUEÑAS DEL LEVANTE Y SURESTE PENINSULAR (T > 25 años)

Región 72				
Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	1,4057	3,0570	4,7152	6,9135
λ	1,2953	1,2751	1,2678	1,2631
Regiones 821 y 822				
Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	11,1378	51,6297	86,5765	131,7650
λ	0,7401	0,6065	0,5982	0,5953

Calculamos en primer lugar el parámetro Q_{10} mediante el método regional, explicado anteriormente

T periodo (años)	tc Tiempo de concentración (h)	KA factor reductor de precipitación por área	Pd precipitación diaria (mm)	Id	I1/Id	Fa	Fb	Fint	I (T,t)
10	0,7429	1	89,38	3,7242	11	13,1372	-	13,1372	48,9252

Punto de estudio	T periodo (años)	KA factor reductor de precipitación	Pd precipitación diaria (mm)	POi (mm)	Bm	FT	B	PO (mm)	Ka-Pd/PO	C
GARRUCHA	10	1	89,38	24	2,1	1	2,1	50,4	1,7734127	0,11743113

Periodo de retorno T (años)	I(T,tc)	C	A (Km2)	KT	Q10 (m3/s)
10	48,9252	0,117	0,88	1,04695	1,465

Aplicamos ahora la formulación pertinente al modelo regional:



Periodo de retorno T (años)	ϕ	λ	A (Km ²)	Q ₁₀	QT(m ³ /s)
50	1,4057	1,2953	0,88	1,465	2,305
100	3,057	1,2751	0,88	1,465	4,975

Según indica la norma seguida en el presente documento 5.2. I.C. Drenaje Superficial, el caudal de proyecto a considerar para el dimensionamiento hidráulico de una obra de drenaje transversal será el correspondiente a un periodo de retorno T≥100 años.

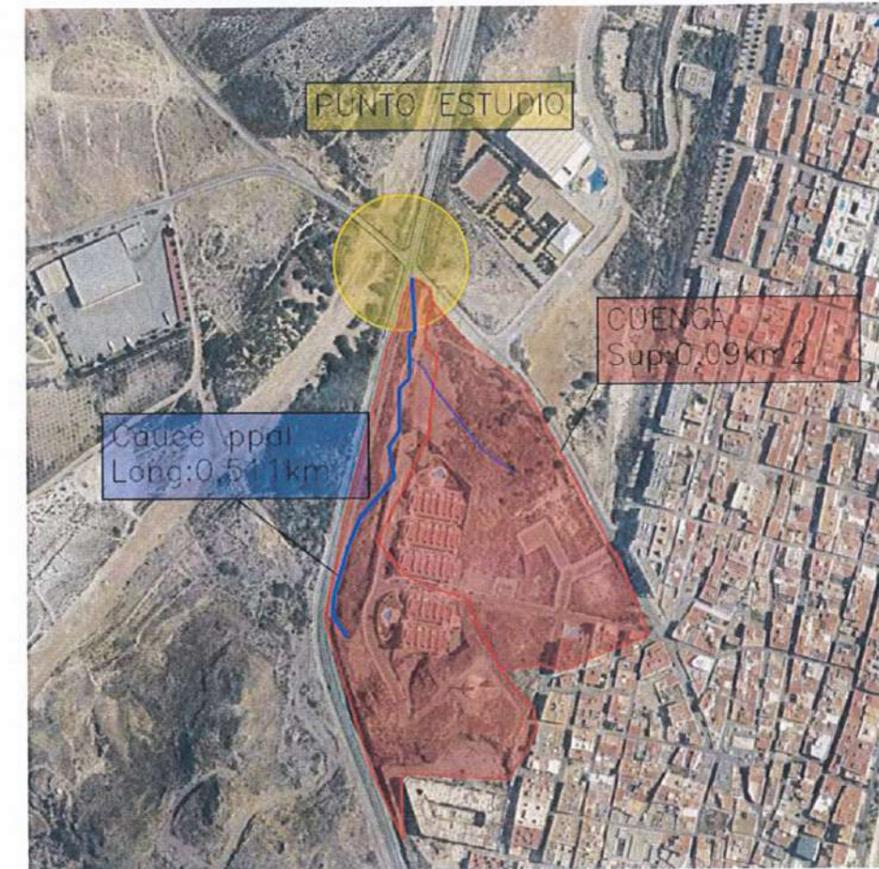
Por tanto, en el caso que nos ocupa el caudal a considerar para la comprobación de la obra de drenaje transversal existente es **4,975 m³/s.**

7. CALCULAR DEL CAUDAL DE LA CUENCA VERTIENTE A LA OF2

El procedimiento a seguir será exactamente el mismo que para la OF1, detallado en el apartado anterior. A diferencia de la longitud del cauce principal y el área de la cuenca. El resto de parámetros coincidirán con los del cálculo detallado anteriormente.

A continuación, mostramos dicha cuenca y unas tablas resumen del procedimiento de cálculo:

7.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA VERTIENTE:



Area Cuenca (km ²)	Longitud Cauce (km)	Pdte media (J) mm/mm	tc	Ka
0,09	0,511	0,073	0,29613504	1