

GUADARRAMA	VILLALBA	234	632
AULENCIA	EMBALSE DE VALMAYOR	105	700
GUADARRAMA	AL SALIR DE MADRID	637	466
GUADARRAMA	EN DESEMBOCADURA	727	395
TOTAL: (GUADARRAMA)	EN DESEMBOCADURA	1.703	
MEDIA PONDERADA			473
ALBERCHE	PUENTE NUEVO	1.055	950
COFIO	EN DESEMBOCADURA	638	657
ALBERCHE	LAS PICADAS	315	615
PERALES	EN DESEMBOCADURA	532	503
ALBERCHE	EN COLA CAZALEGAS	751	525
ALBERCHE	EN BAJO ALBERCHE	702	524
TOTAL: (ALBERCHE)	EN BAJO ALBERCHE	3.993	
MEDIA PONDERADA			662
MARTIN - ROMAN	EN DESEMBOCADURA	1.315	455
ALGODOR	EN CABECERA	1.166	406
GUADALETE	EN DESEMBOCADURA	259	382
GAJARAZ	PRESA DE GUJARAZ	375	414
TAJO	EMBALSE DE CASTREJON	929	396
TORCON	EMBALSE EL TORCON	205	715
CEDERA	EN DESEMBOCADURA	340	496
PUSA	EN DESEMBOCADURA	424	546
SANGRERAS	PUEBLANUEVA	258	589
GEBALO	EN DESEMBOCADURA	385	613
TAJO	ANTES DEL GEBALO	1.455	477
TAJO	EMBALSE DE AZUTAN	524	610
TOTAL:		7.635	
MEDIA PONDERADA			477
TIETAR	ARENAS DE SAN PEDRO	730	967
TIETAR	EMBALSE DE ROSARITO	1.024	1.093
TIETAR	CON ARROYO ALCARIZO	1.887	957
TIETAR	EN DESEMBOCADURA	866	910
TOTAL: (TIETAR)	EN DESEMBOCADURA	4.507	
MEDIA PONDERADA			981
ALAGON	ANTES DEL BATUECAS	1.121	1.051
ALAGON	EMB. DE GABRIEL Y GALAN	727	1.093
ALAGON	EMBALSE DE VALDEOBISPO	602	958
JERTE	JERTE ANTES PLASENCIA	419	1.315
ALAGON	CORIA	1.146	702
TOTAL: (ALAGON)	CORIA	4.015	
MEDIA PONDERADA			973
ARRAGO	EMBALSE DE BORBOLLON	329	973
ARRAGO	EN DESEMBOCADURA	693	921
TOTAL: (ARRAGO)	EN DESEMBOCADURA	1.022	
MEDIA PONDERADA			938
IBOR	EN DESEMBOCADURA	279	857
TAJO	EMBALSE DE VALDECAÑAS	1.192	833
TAJO	TORREJON	554	712
TAJO	ANTES DEL ALMONTE	912	663
ALMONTE	EN DESEMBOCADURA	634	543
ALAGON	EN DESEMBOCADURA	348	630
TAJO	ALCANTARA	927	591
TAJO	CON EL ERJAS	716	834
TOTAL:		5.563	
MEDIA PONDERADA			665

ALMONTE	ANTES DEL TOZO	881	734
TOZO	EN DESEMBOCADURA	430	610
TAMUJA	EN DESEMBOCADURA	1.030	579
GUADILoba	PRESA DE CACERES	135	540
TOTAL: MEDIA PONDERADA		2.476	638
SALOR	EN EMBALSE DEL SALOR	191	612
SALOR	ANTES DEL AYUELA	262	489
AYUELA	AYUELA	252	612
SALOR	CON RAMBLA DE ARAYA	627	509
SALOR	EN DESEMBOCADURA	785	515
TAJO	AL ENTRAR EN PORTUGAL	877	532
TOTAL: MEDIA PONDERADA		2.993	531
TOTAL CUENCA DEL TAJO			
TOTAL: (TAJO) MEDIA PONDERADA	CUENCA TOTAL	55.645	642

Tabla XV. Superficie y pluviometría de zonas y subzonas del río Tajo. Tomado de M.O.P.U. 1988.

## 2.2 Termometría

Las diferencias de temperatura que se registran en la cuenca del Tajo se deben principalmente a las diferencias de altura, así la Sierra de Guadarrama y Sierra de Gredos tienen valores medios mínimos anuales entre 8° y 10°C, descendiendo en Enero hasta cerca de 0°C, mientras que en Julio alcanzan los 17°C de media.

En la depresión del Tajo las temperaturas medias oscilan entre los 13°C de la zona este y los 18°C de la Oeste. A la sombra de las sierras, se dan las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de microclimas de gran pluviosidad, como el valle del Jerte y del Tiétar.

Las horas de insolación anuales varían entre las 2.800 en la depresión del Tajo y 2.200 en las áreas de las sierras.

## 2.3 Nivalidad

La superficie afectada por precipitaciones en forma de nieve anualmente se ha evaluado en 650 km<sup>2</sup>, aproximadamente el 1,2% de la cuenca.

#### 2.4 Sequías

La pluviometría media del año más seco es de 369 mm, con 300-400 mm. en la depresión del Tajo y 900 en la Sierra de Gredos.

### 3. HIDROGRAFIA

La cuenca del Tajo pertenece a la serie de cuencas de la Meseta que, al Sur de la Cordillera Cantábrica, definen un drenaje general hacia el Atlántico como consecuencia del basculamiento del núcleo central de la Península hacia el Oeste. Se organiza según una superficie alargada que se orienta de Este a Oeste y está limitada por unas barreras naturales bien definidas que corresponden: la Cordillera Central al Norte, la Ibérica al Este y los Montes de Toledo al Sur. El Tajo nace en los Montes Universales (Teruel) cerca de las cabeceras de los ríos Cabriel, Júcar y Guadalaviar.

El río Tajo circula más cerca del borde Sur de la cuenca, por lo que los afluentes de la margen derecha están mucho más desarrollados y recogen las aguas del Sistema Central y la Bética. Los afluentes de la margen izquierda que nacen en los Montes de Toledo son cortos y de caudal escaso. La excepción es el Guadiela, que nace en la Serranía de Cuenca.

### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

#### 4.1. Precipitaciones extremas

A partir de la actualización del mapa de las curvas de lluvias máximas en un día elaborado por el Instituto Nacional de Meteorología en 1983, se pueden deducir las consecuencias siguientes para la cuenca del Tajo:

- Las zonas de precipitaciones superiores a 200 mm se localizan en las mayores alturas del Sistema Central (cabecera río Alagón, sus afluentes de la margen derecha y el Tiétar).
- Las isomáximas de 150 mm y 200 mm se sitúan adyacentes a las anteriores descendiendo en altitud hasta la cabecera del río Arrago abarcando la cuenca media del Jerte hasta la cuenca alta del Alberche. También se incluye la cabecera del río Almonte y una zona situada entre las cabeceras de los ríos Sorbe y Henares.
- Hay dos zonas con precipitaciones máximas diarias entre 100 y 150 mm. Una de ellas sigue la divisoria Norte de la cuenca situada sobre el Sistema Central y la otra en forma de tres núcleos aislados: margen izquierda del río Salor y su cuenca alta, y a los afluentes del Tajo por su margen izquierda.

Por último, en la cabecera del Tajo hay dos zonas aisladas: margen izquierda del Guadiela y cuenca alta del Tajo.

- \* La isomáxima de 50 mm comprende una única zona entre la desembocadura del Jarama y la cuenca baja del Jarama y Algodor.

#### 4.2. Máximas Avenidas Probables Naturales

Hasta la fecha no se han realizado estudios de máxima avenida probable para la cuenca del Tajo en su total extensión, pero sí hay estudios de máximas avenidas que permiten construir la tabla de máximos caudales de avenida de los puntos más significativos de riesgo de inundación, según muestra la tabla 4. XVI.

CAUDALES MAXIMOS DE AVENIDA (m <sup>3</sup> s/)			
TRAMOS	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)		
	50	100	500
Río Gallo	82	97	158
Río Tajo hasta Gallo	460	535	725
Río Tajo en Trillo	730	880	1.300
Río Guadiela	325	375	490
Río Escabas	395	480	680
Río Tajo en Aranjuez	120	161	286
Río Henares en Baidés	133	156	212
Río Henares en Bujarelo	240	275	380
Río Cañamares en Castillblanco	104	126	184
Río Badiel	96	123	188
Río Henares en Guadalajara	494	619	937
Río Henares en Alcalá	431	555	856
Río Torote	46	60	92
Río Henares	765	970	1.380
Río Jarama en Las Catellanas	288	382	500
Río Jarama en Titulcia	686	847	1.311
Río Ungría	100	129	192
Río Tapiña en Orusco	220	270	412
Río Jarama en Seseña	738	939	1.430

Arroyo Martín Román	75	107	188
Río Grazalete	60	73	117
Río Guadarrama	555	665	720
Río Cofio	675	795	1.050
Río Alberche en el Vado de San Juan	800	940	1.360
Río Perales	98	122	197
Río Alberche en el Vado de La Granja	675	800	1.100
Río Alberche en Talavera	452	592	931
Río Huso	67	82	115
Río Ibor	126	158	244
Río Tiétar en Arenas de San Pedro	755	900	1.250
Río Tiétar en el embalse de Rosarito	1.050	1.200	1.600
Río Tiétar en Bazagona	1.900	2.250	2.800
Río Almorete en Monroy	650	726	900
Río Tamuja	395	475	695
Río Ambroz	410	448	610
Río Jerte	775	860	1.100
Río Alagón en Coria	745	864	1.151
Rambla de la Gata	350	415	540
Río Salor	627	750	1.060

Tabla 4. XVI. Caudales máximos de avenida para algunos puntos importantes con probabilidad de inundación. Tomado del M.O.P.U. 1988.

#### 4.3. Inundaciones históricas

Hay ciento cincuenta y nueve (159) referencias sobre inundaciones ocurridas en algún punto de la cuenca del Tajo desde 1420, pero para homogeneizar el período de observación con otras cuencas, si se toma como año de referencia 1483 existen ciento cincuenta y una (151) referencias para un período de quinientos años (500). Esto significa que se ha producido como término medio una inundación cada tres (3) años aproximadamente.

A lo largo de estos 500 años de período de observación han variado mucho las condiciones geográficas de la zona. Por una parte mejorando la situación con embalses y otros tipos de medidas estructurales, pero por otra agravando el riesgo al ocupar llanuras de inundación. Aun así, el dato de la frecuencia media

es una información útil a nivel general de la cuenca.

El estudio de las referencias individuales de cada inundación permite llegar a las siguientes conclusiones:

- \* Es y ha sido en el pasado una zona con **baja densidad de población y carente de vías de comunicación**, por lo que los datos sobre las inundaciones se refieren casi exclusivamente a los efectos sobre los asentamientos poblacionales, pero nunca a los efectos en cabecera. Las referencias históricas se refieren a inundaciones en Toledo, Aranjuez y Talavera, donde vivían personas que podían reflejar los daños en los escritos de la época.
- \* La zona más castigada ha sido **Aranjuez**, ya que está situada en un llano, propiciando frecuentes desbordamientos. Los embalses construídos con posterioridad han resuelto prácticamente el problema.
- \* La **carencia de sistemas de drenaje adecuados** ha prolongado los períodos de anegación de las zonas inundadas, convirtiéndolas en áreas pantanosas, estériles e insalubres.
- \* Las inundaciones de la cuenca del Tajo son provocadas por episodios tormentosos en las cordilleras y se caracterizan por:
  - . rapidez de generación (flash-floods)
  - . alta velocidad de las aguas
  - . importante arrastre de materiales
- \* Los **embalses de laminación** no han sido utilizados hasta tiempos recientes, ya que el mecanismo de laminación de avenidas no era bien conocido. Además existen dificultades de construcción de cerradas en los tramos más altos por las elevadas pendientes. Las medidas estructurales utilizadas han sido los encauzamientos, diques longitudinales y obras de defensa puntuales.
- \* Uno de los principales efectos negativos de las inundaciones era la destrucción de los **azudes de derivación**, ya que paralizaban las actividades agrícolas e industriales al estar destinados al riego y la generación de energía.
- \* Como consecuencia de la multiplicación de las **vías de comunicación** han surgido las pérdidas derivadas de las inundaciones al destruir puentes e infraestructura de comunicaciones. No sólo queda interrumpido el servicio, sino que también hay que reconstruirlo.

## 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de los embalses
- \* Insuficiencia de drenaje

En este ámbito territorial las causas más frecuentes han sido las avenidas generadas por fuertes tormentas descargadas en la cabecera de los ríos o por deshielos rápidos o prematuros.

En resumen, si se tienen en cuenta el tipo de causas que suelen provocar las inundaciones, es muy posible que las zonas tradicionalmente amenazadas sigan sufriendo sus efectos. Lo que variará será la cuantía de los daños, incrementando o disminuyendo en función de las infraestructuras que se hayan construido.

La fuente de datos utilizada para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas
- \* Inventario de puntos conflictivos (25 repartidos en este ámbito)
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

- \* La política de construcción de embalses que se ha llevado a cabo durante los últimos años ha hecho evitado muchas inundaciones, sobre todo en los puntos que históricamente han sido conflictivos.
- La concentración demográfica del área de Madrid ha obligado a realizar una regulación del suministro de agua de acuerdo con la demanda. Todo ello ha redundado en un beneficio para la previsión de avenidas.
- \* Está recomendado un estudio de los ríos que todavía ocasionan problemas con el fin de considerar la viabilidad y conveniencia de la construcción de embalses.
- \* También está recomendado un estudio de la confluencia de líneas de desagüe de ríos con las vías de comunicación, para definir el tipo de obras de protección necesarias.

- \* Surgen problemas causados por los depósitos sedimentados en las confluencias de afluentes sobre el río principal, ya que se producen sobreelevaciones del nivel de las aguas ("barras" y "abanicos") y disminuye la capacidad de transporte del río principal.
- \* Es necesario estudiar procedimientos de desagüe de las zonas inundables para evitar los largos períodos de anegación.
- \* Existen zonas de la sierra sometidas a la acción erosiva de forma especialmente intensa.
- \* Es urgente el estudio y definición de la normativa legal que permita zonificar con detalle las zonas inundables y valorar objetivamente los daños potenciales.

Ver tabla 4. XII. que resume el tipo de acciones preventivas para la cuenca del Tajo y grado de urgencia de las mismas.

ACCIONES PREVENTIVAS	RAMO DE URGENCIA		
	MAXIMA	INTERMEDIA	MINIMA
Embalses de laminación	-	-	2
Corrección y Regulación de Cauces		25	48
Protección de Cauces		14	64
Encauzamientos	-	-	2
Cauces de Emergencia y Trasvases	-	-	-
Obras de Drenaje			4
Conservación de Suelos y Reforestación		2	24
Zonificación y Regulaciones Legales			61
Implantación de un Sistema de Seguros	-	14	74
Instalación de Sistemas de Alarma y Previsión	-	14	73
Gestión Integrada del Sistema Hidráulico	-	7	48

Tabla 4. XVII Cuadro-resumen de acciones preventivas contra las inundaciones en la cuenca del Tajo. Modificado de M.O.P.U. 1988.

Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (I.T.G.E. 1988), se puede deducir las siguientes características generales de las inundaciones en la Cuenca del Tajo:

CAUSAS	Fuertes lluvias	
DURACION MEDIA	3 días. Máximo 14 días	(Febrero 79)
SUP. AFECTADA MEDIA	10 km <sup>2</sup> . Máximo registrado 40 km <sup>2</sup>	(Sept. 49)
PERDIDAS ECO. MAXIMAS	2000 Millones de ptas	(Febrero 79)
DAÑOS MATERIALES	Huertas, vías de comunicación, viviendas	
PERIODO RECURRENCIA	5-10-20-25 años. Máximo 100-500 años	(Feb. 79)
PERIODO OBSERVACION	1901 - 1979	



# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.6 CUENCA DEL GUADIANA PLAN HIDROLOGICO I

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La extensión geográfica que se recoge en el Plan Hidrológico I de la Cuenca del Guadiana abarca desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Múrtigas, exceptuando la parte de la cuenca situada en Portugal. La extensión de esta fracción de la cuenca del Guadiana cuenta con una superficie de 53.040 km<sup>2</sup> distribuidos según la tabla 4. XVIII.

PROVINCIA	SUP. TOTAL (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE EN CUENCA(%)	PARTICIPACION EN CUENCA
Albacete	14.718	13,42	3,72
Cuenca	17.033	28,62	9,19
Ciudad Real	18.734	86,50	30,55
Toledo	15.302	21,11	6,09
Badajoz	21.670	93,61	38,25
Córdoba	13.718	20,16	5,21
Cáceres	19.983	15,36	5,79
Huelva	10.085	6,30	1,20
TOTAL	131.243	-	100

Tabla 4. XVIII. Distribución territorial de provincias en la cuenca del Guadiana. Plan Hidrológico I.  
Extractado de M.O.P.U. 1988.

### 2. CLIMATOLOGIA

Los factores climáticos que determinan a grandes rasgos el clima de esta zona son:

Latitud: el área se sitúa entre los paralelos 37 y 40. El paralelo 65 es la base de partida de las masas de aire polar marino y ártico continental, y el paralelo 30 es la base de las masas de aires subtropical marino y continental sahariano. Por lo tanto, la zona está sometida a la influencia de masas de muy diferente humedad y temperatura.

Continentalidad: las oscilaciones térmicas pueden abarcar los 60°C en términos absolutos.

Proximidad a África: es afectada en menor grado que la vertiente mediterránea.

Insolación: al estar situada en una latitud subtropical y presentar diferencias topográficas poco acusadas, el número de horas de insolación al año es muy elevado. Se estima un valor de evaporación de 90 hm<sup>3</sup> en la cuenca alta del Guadiana.

Influencia del Atlántico: la cuenca está afectada por la climatología mediterránea y atlántica, pero tiene mayor influencia ésta última.

Inluencia del Anticiclón de las Azores: durante gran parte del año dirige el clima de la zona y produce una subsidencia dinámica traducida en baja nubosidad anual.

Gotas frías: la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del Estrecho desde Octubre a Abril, da lugar a una gran inestabilidad vertical con lluvias y tormentas según la humedad atmosférica. Ocurre especialmente en la parte onubense de la península.

## 2.1 Pluviometría

La precipitación media anual de la cuenca se sitúa en los 550 mm/año. Durante el período estival, la carencia de precipitaciones es casi total y se concentran en el período de Octubre a Abril.

Existe una banda desde la cabecera de la cuenca hasta Badajoz con isoyetas medias entre 400 y 600 mm/año. Las cabeceras de los afluentes de la margen derecha del Guadiana se sitúan en un área con precipitaciones medias entre 600 y 800 mm/año. Por último, existe una zona influenciada por la Sierra de Guadalupe con precipitaciones superiores a los 800 mm/año. En la tabla 4.XIX se recogen datos de pluviometrías medias y temperaturas medias de una serie de estaciones representativas de la cuenca.

Estación	T°C	P (mm)
ALBACETE		
Munera	14.2	477
Villarobledo	14.8	453
BADAJOZ		
Aceuchal	16.5	500
Aiburquerque	15.5	642
Almendraejo	16.9	419

Badajoz	16.7	474
Barlanga	14.6	543
Cabeza de Vaca	14.8	880
D. Benito	15.8	531
Garbayuela	15.7	742
Herrera del Duque	17.1	746
J. de los Caballeros	16.0	646
Lobón (La Orden)	16.4	430
Mirandilla	16.1	621
Montijo	18.4	523
N. del Guadiana	15.8	575
O. de la Frontera	16.9	771
Olivenza	17.5	585
Orellana	17.0	627
Puerto Peña	16.4	676
S. Fco. de Olivenza	15.8	655
Talavera la Real	16.4	530
Valdivia	16.0	505
Valuengo	16.3	663
Vegas Altas	16.6	608
V. de la Serena	17.4	474
Zafra	15.4	574
Z. de la Serena	14.2	446
Zarzacapilla	16.61	622
CACERES		
Alicáscar	15.8	568
Cijara	16.0	578
C. de la Sierra	17.3	733
Quadalupe	14.6	783
CIUDAD REAL		
Aic. de San Juan	14.8	412
Almadén	15.9	615
Arenas de S. Juan	14.0	464
Argamasilla de Alba	14.6	445
C. de Caltrava.	14.9	417
C. de Criptana	14.5	398
Ciudad Real	14.4	391
Daimiel	14.0	448

E. de Mudela	13.9	521
Fontanosas	14.5	685
Fuencilana	14.8	539
Ll. del Caudillo	14.6	470
Manzanares	14.2	422
Navalpino	15.3	698
peñarroya	14.3	358
Puertollano	14.9	478
R. del Bullaque	13.0	622
S. C. del Valle	16.2	491
Sta. C. de Mudela	15.6	508
Socuéllamos	14.3	570
Las Terceras	13.4	496
La Trinidad	14.2	540
V. de los Infantes	13.3	497
<b>CORDOBA</b>		
Aldea de la Cuenca	16.1	610
Balalcázar	16.4	453
Pedroche	15.5	487
Pozoblanco	15.6	477
Torrecampo	17.2	558
Villarrako	15.2	503
<b>CUENCA</b>		
Belmonte	13.5	393
Naharro	12.3	632
Palomares del Campo	12.1	538
Las Pedroñas	14.0	440
<b>TOLEDO</b>		
Cabezamaceda	14.0	459

Tabla 4.XIX. Tabla de estaciones representativas de la cuenca del Guadiana con datos de temperaturas y precipitaciones medias. Tomado de M.O.P.U. 1988.

## 2.2 Termometría

A partir de los datos de 20 estaciones meteorológicas, se deduce que la temperatura media de la cuenca está entre los 11°C en la cabecera del Cigüela y los 18,5°C del tramo más bajo de la cuenca del Guadiana antes de Badajoz.

Los meses en los que se registran las máximas absolutas son Julio y Agosto y las mínimas en Diciembre y Enero sin embargo, puede diferenciarse la cabecera de la cuenca con una media de 70 días de helada al año y la parte baja de la cuenca con ningún día de helada anual.

### 2.3 Nivalidad

En función del número de días anuales en los que se registran precipitaciones en forma de nieve, se pueden distinguir tres zonas en la cuenca del Guadiana.

La primera abarca la cabecera de los ríos de la cuenca Alta del Guadiana, donde nieva 3 días al año como media.

La segunda abarca la Llanura Manchega y la parte de la cuenca correspondiente a la provincia de Ciudad Real, con una media de 1 a 2 días de precipitaciones en forma de nieve al año.

La tercera corresponde a la parte de las provincias de Badajoz, Cáceres y Córdoba de la cuenca del Guadiana, donde no suele nevar durante el año.

La intensidad de las precipitaciones de nieve no es elevada, porque sólo un 16% de la cuenca supera los 800 metros de altitud. Por ello, el caudal de los ríos no es afectado por el deshielo de las nieves.

## 3. HIDROGRAFIA

El río Guadiana nace realmente en los Ojos del Guadiana gracias al drenaje del denominado sistema acuífero nº23. Este acuífero abarca unos 5.500 km<sup>2</sup> y se extiende principalmente por la provincia de Ciudad Real, aunque también abarca Albacete y Cuenca. Es una llanura de relieves poco acentuados y está formado por dos niveles acuíferos: uno en calizas y margas del Mioceno, y otro en calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico. Los recursos de agua subterránea están evaluados en 340 hm<sup>3</sup>/año resultado de la infiltración del agua de lluvia, de las aportaciones de los sistemas acuíferos laterales, de las infiltraciones de los ríos y de los excedentes de riego. Actualmente el acuífero está sobreexplotado, repercutiendo negativamente en el caudal del Guadiana y la persistencia de las zonas húmedas.

Las diferencias entre los afluentes del Guadiana vienen dadas por las condiciones geológicas y topográficas de los terrenos que recorren. Por una parte están los ríos influenciados por los acuíferos subyacentes y por otra, los ríos que recorren materiales superficiales impermeables.

Los afluentes que recorren la Llanura Manchega o parte alta de la cuenca, presentan un régimen de caudal importante en invierno-primavera mientras que en verano

desciende significativamente por los riegos. Exhiben grandes superficies inundadas temporal y permanentemente a lo largo de las márgenes de los ríos gracias a la escasa pendiente de su recorrido, la poca profundidad de sus cauces y los tramos que drenan un acuífero. Este régimen corresponde a los ríos Zúncara, Cigüela, Bullaque, tramo bajo del río Azuer, tramos alto y bajo del Jabalón, tramos medio y bajo del Ruecas, Guadajira y Rivilla.

El resto de afluentes drenan áreas de materiales antiguos bastante impermeables como cuarcitas, pizarras, etc. En el caso de recorrer materiales detríticos, desarrollan pequeños sistemas acuíferos. En este grupo hay que incluir al Zújar, Matachel, Estena y Gévora, entre otros.

#### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

##### 4.1 Precipitaciones máximas

Se muestra a continuación un cuadro que muestra para períodos de recurrencia de 50, 100 y 500 años las precipitaciones medias por día y el caudal producido (tabla 4.XX.):

RIO	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	LONGIT (KM)	PRECIPITACION MEDIA EN 24 H (mm)			CAUDALES (m <sup>3</sup> /s)		
			50 AÑOS	100 AÑOS	500 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	500 AÑOS
Cigüela	1.221	137	67	74	93	193	213	268
Guadiana	950	75	46	58	85	101	127	186
Azuer	546	67	50	60	85	97	117	165
Jabalón	2.362	152	78	85	104	459	501	613
Bullaque	2.033	101	88	94	108	702	750	862
Zujar	8.510	209	75	86	110	1.541	1.767	2.260
Guadalmez	1.512	85	80	86	109	550	591	749
Ruecas	1.864	90	86	94	113	604	660	794
Matachel	2.545	124	84	94	114	619	693	840
Lácara	427	54	84	93	113	140	156	189
Ardila	1.836	95	88	98	120	653	727	890
Odiel	2.308	128	111	124	157	889	993	1.257
Tinto	1.675	92	107	129	165	847	1.021	1.306

Tabla 4.XX. Tabla de principales cursos de la cuenca del Guadiana (Plan Hidrológico I) y datos de precipitaciones y caudales. Extractado de M.O.P.U. 1988

#### 4.2 Inundaciones históricas

Se han catalogado ciento cuarenta y nueve (149) referencias sobre inundaciones ocurridas en algún punto de la cuenca del Guadiana desde el año 620, de las cuales sólo 3 eran anteriores a 1483, año tomado como referencia en los estudios del M.O.P.U. para las cuencas del Segura, Pirineo Oriental y Guadalquivir.

El análisis de esta información permite llegar a las siguientes conclusiones:

- \* Mérida ha sido una de las ciudades más citadas en la información, ya sea por su importancia en la antigüedad o por su puente romano, que quizás ha contribuido a agravar históricamente los daños por su "efecto presa".
- \* La mayoría de la información se concentra a lo largo del Guadiana y cursos bajos de sus afluentes. Es lógico pensar que las partes altas eran también afectadas pero había escasa población que dejara constancia de ello.
- \* El desarrollo de las vías de comunicación ha hecho que existan multitud de cruces con las vías naturales de evacuación. Las consecuencias inmediatas son la rotura de puentes y desmonte de carreteras. No sólo queda interrumpido el servicio, sino que la retención de agua y la repentina evacuación, pueden ocasionar importantes daños.
- \* La construcción de embalses ha contribuido a mejorar sensiblemente la regulación del Guadiana.

#### 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de los embalses
- \* Insuficiencia de drenaje

En este ámbito territorial las causas más frecuentes han sido las avenidas generadas por fuertes tormentas descargadas en la cabecera de los ríos o por lluvias directas sobre la zona.

En resumen, si se tienen en cuenta el tipo de causas que suelen provocar las

inundaciones, es muy posible que las zonas tradicionalmente amenazadas sigan sufriendo sus efectos. Lo que variará será la cuantía de los daños, incrementando o disminuyendo en función de las infraestructuras que se hayan construído.

La fuente de datos utilizada para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas, generalmente tramos inferiores de los ríos, marismas, cauces abiertos de los cursos medios y alguna inundación en el litoral.
- \* Inventario de puntos conflictivos (51 repartidos en este ámbito)
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

Las principales conclusiones que se deducen del estudio de las avenidas a lo largo de los 500 años son:

- \* Muchas cabeceras de ríos están ya reguladas, por tanto se evitan las frecuentes inundaciones en puntos tan conflictivos como Badajoz y Mérida.
- \* La cuenca del Guadiana es el mejor ejemplo de efectividad de la construcción de embalses, ya que colaboran en la regulación local y general de la cuenca. No obstante, son necesarios estudios precisos de los cruces entre la red viaria y las vías de evacuación naturales para diseñar las obras de protección adecuadas.
- \* Al igual que en otras cuencas, surgen problemas causados por los depósitos sedimentados en las confluencias de afluentes sobre el río principal, ya que se producen sobreelevaciones del nivel de las aguas ("barras" y "abanicos") y disminuye la capacidad de transporte del río principal.
- \* Existen zonas en la sierra sometidas a la acción erosiva de forma especialmente intensa.
- \* Es urgente el estudio y definición de la normativa legal que permita zonificar con detalle las zonas inundables y valorar objetivamente los daños potenciales.

## 7. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL GUADIANA

A partir del Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (I.T.G.E. 1988), se pueden deducir las siguientes consecuencias respecto a las inundaciones en la cuenca del Guadiana:

CAUSAS	Lluvias intensas
DURACION MEDIA	5 días. Máximo 25 días (Feb- Marzo 47)
SU. AFECTADA MEDIA	125 km <sup>2</sup> . Máximo registrado 400 km <sup>2</sup> (En 79)
PERDIDAS ECO. MAXIMAS	300 Mios de ptas. Máximo 1000 millones (Dic 79 - En 70)
DAÑOS MATERIALES	Vías de comunicación y viviendas
PERIODO RECURRENCIA	5-10-15-20-25-25-50-150-30. Máximo 500 años (Dic 31, Feb 47)
PERIODO OBSERVACION	1941 - 1985





# INUNDACIONES

## 4.7. CUENCA DEL GUADIANA PLAN HIDROLOGICO II

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La extensión geográfica que se recoge en el Plan Hidrológico II de la cuenca del Guadiana comprende la cuenca hidrográfica del Guadiana dentro de la provincia de Huelva desde la confluencia con el río Chanza y su propia cuenca hasta la desembocadura del Guadiana, incluyendo además las cuencas de los ríos Piedras, Odiel y Tinto. La superficie que abarca en total son 6.637 km<sup>2</sup> ó el 11% de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana. De esta superficie, la práctica totalidad está situada dentro de la provincia de Huelva, excepto 91 km<sup>2</sup> que pertenecen a la provincia de Sevilla.

### 2. CLIMATOLOGIA

Los factores climáticos que determinan a grandes rasgos el clima de esta zona son:

Latitud: el área se sitúa entre los paralelos 37 y 40. El paralelo 65 es la base de partida de las masas de aire polar marino y ártico continental y el paralelo 30 es la base de las masas de aire subtropical marino y continental sahariano. Por lo tanto, la zona está sometida a la influencia de masas de muy diferente humedad y temperatura.

Continentalidad: las oscilaciones térmicas pueden abarcar los 60°C en términos absolutos.

Proximidad a África: es afectada en menor grado que la vertiente mediterránea.

Insolación: al estar situada en una latitud subtropical y presentar diferencias topográficas poco acusadas, el número de horas de insolación al año es muy elevado. Se estima un valor de evaporación de 90 hm<sup>3</sup>/año en la cuenca alta del Guadiana.

Influencia del Atlántico: la cuenca está afectada por la climatología mediterránea y la atlántica, pero tiene mayor influencia ésta última.

Influencia del Anticiclón de las Azores: durante gran parte del año dirige el clima de la zona y produce una subsidencia dinámica, traducida en baja nubosidad anual.

Gotas frías: la formación de gotas frías al SO de la península o sobre el área del Estrecho desde Octubre a Abril, da lugar a una gran inestabilidad vertical con lluvias y tormentas según la humedad atmosférica. Ocurre especialmente en la parte

onubense de la cuenca.

Con todas estas características, las regiones climáticas se disponen según una banda paralela a la costa con un clima de características mediterráneas con escasas precipitaciones, elevada humedad ambiental y un alto número de horas de sol al año. El resto de la cuenca tiene un clima mediterráneo subtropical.

## 2.1 Pluviometría

La acción conjunta de todos los factores descritos junto con la orografía, determina dos zonas absolutamente diferentes. En la parte alta de las cuencas se registran precipitaciones anuales mucho más altas que la media nacional, ya que se alcanzan los 1.200 mm anuales en la Sierra de Aracena. A lo largo del año la humedad es elevada en esta zona, sufriendo además heladas durante el invierno.

En el resto de la cuenca, las isoyetas se dibujan concéntricas a las de la Sierra de Aracena y su rango de variación va desde los 400 mm en Ayamonte hasta los 800-900. Las precipitaciones medias de la zona se sitúan en los 700 mm/anuales aproximadamente.

En la distribución anual, las precipitaciones se concentran en el período de Octubre a Abril, situándose los máximos en Enero y Febrero.

## 2.2 Termometría

Para el período de estudio de 1940 a 1985, las isotermas medias anuales varían entre los 13° de la Sierra de Aracena y los 20° de la zona costera.

En los meses de Julio y Agosto se registran las máximas absolutas (25°C), mientras que las mínimas se registran en los meses de Diciembre y Enero.

Respecto a las heladas, se pueden producir 10 veces al año como media en la zona más elevada topográficamente, mientras que en las zonas bajas se reduce a 0 el número medio de días de helada al año.

## 2.3 Nivalidad

El régimen de nivalidad no afecta en absoluto el caudal de la red hídrica debido a la escasa altitud topográfica media de la cuenca. Existen muchos años registrados con ausencia de nieves en toda la cuenca. En la tabla 4.XXI puede observarse que sólo en una estación se superó la cifra de 1 día al año de nevadas.

Nº DE DIAS DE NIEVE	
ESTACION	Nº
ABALORIO	0,3
EL VILLAR	0
ARACENA	0,7
AROCHE	0,6
AYAMONTE	0
BALDIOS DE NIEBLA	0,2
CABEZAS RUBIAS	0,3
CABEZUDOS	0
HUELVA	0
LA FRESNERA	0,6
LA GARNACHA	0,1
LA MEDIANA	0
EL GUDO	0
EL MANZANITO	1,8
LAS MAJADILLAS	0,1
MAHOMA	0
VALVERDE (LOS RAMOS)	0,1
ZUFRE	0,7

Tabla XXI. Número medio de días de nieve al año en Huelva y estaciones de su provincia.  
Tomado de M.O.P.U. 1988.

### 3. HIDROGRAFIA

Son cuatro los ríos que recorren la cuenca y desembocan en el Océano Atlántico y son, el Guadiana, el Piedras, el Odiel y el Tinto, aparte del Chanza que es el último afluente del Guadiana en territorio español antes de su desembocadura.

### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

#### 4.1 Precipitaciones máximas

En cuanto a la precipitación máxima caída en un día para el período entre 1940-1985, se registraron 150 mm en una área al sur del pueblo de Aracena, mientras que en la ciudad de Huelva no pasaron de los 100 mm. (ver tabla

4.XX de precipitaciones medias en 24 horas y caudales en el capítulo 4.6).

#### 4.2 Inundaciones históricas

Se han catalogado ciento cuarenta y nueve (149) referencias sobre las inundaciones ocurridas en algún punto de la cuenca del Guadiana, de los cuales sólo 3 eran anteriores a 1483, año tomado como referencia en los estudios del M.O.P.U para las cuencas del Segura, Pirineo Oriental y Guadalquivir.

El análisis de esta información permite llegar a las siguientes conclusiones:

- \* La mayoría de las referencias de las inundaciones son de la ciudad de Huelva y las causas han sido las fuertes lluvias y las dificultades que encuentran las aguas para evacuar al mar. En el caso del Tinto y el Odiel, las crecidas han sido más catastróficas cuando coinciden con la pleamar, impidiendo un drenaje adecuado.
- \* El desarrollo de las vías de comunicación ha hecho que existan multitud de cruces con las vías naturales de evacuación. Las consecuencias inmediatas son la rotura de puentes y desmonte de carreteras. No sólo queda interrumpido el servicio, sino que la retención de agua y la repentina evacuación, pueden ocasionar importantes daños.

### 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de los embalses
- \* Insuficiencia de drenaje
- \* Acciones del mar

En este ámbito territorial las causas más frecuentes han sido las avenidas generales por las fuertes tormentas descargadas en la cabecera de los ríos, o por lluvias directas sobre la zona, como ha sucedido frecuentemente sobre la ciudad de Huelva.

En resumen, si se tienen en cuenta el tipo de causas que suelen provocar las inundaciones, es muy posible que las zonas tradicionalmente amenazadas sigan sufriendo sus efectos. Lo que variará será la cuantía de los daños, incrementando o disminuyendo en función de las infraestructuras que se hayan construido.

La fuente de datos utilizada para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas, generalmente tramos inferiores de los ríos, marismas, cauces abiertos de los cursos medios y alguna inundación en el litoral.
- \* Inventario de puntos conflictivos (2 repartidos en este ámbito).
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación.

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

- \* Ya han sido construídos muchos **embalses** en los ríos de la provincia de Huelva. Sin embargo, el problema más grave continúa siendo la coincidencia de fuertes precipitaciones con la pleamar y que sea imposible evacuar tales caudales al mar.
- \* Al igual que en otras cuencas, surgen problemas causados por los depósitos sedimentados en las **confluencias** de afluentes sobre el río principal, ya que se producen sobreelevaciones del nivel de las aguas ("barras" y "abanicos") y disminuye la capacidad de transporte del río principal.
- \* Existen zonas en la sierra sometidas a la acción erosiva de forma especialmente intensa.
- \* Para solucionar el problema del **mal drenaje** habría que buscar alguna forma de evacuar las zonas bajas, como por ejemplo las vegas.
- \* Es urgente el estudio y definición de la **normativa legal** que permita zonificar con detalle las zonas inundables y valorar objetivamente los daños potenciales.



# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.8 CUENCA DEL GUADALQUIVIR

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La cuenca del Guadalquivir y sus afluentes ocupa una extensión del territorio español de 57.527 km<sup>2</sup> y se distribuye en 12 provincias según aparece en la tabla 4. XXII.

PROVINCIA	SUPERFICIE EN CUENCA(KM <sup>2</sup> )	PARTICIPACION EN CUENCA (%)
Cádiz	532	0,92
Córdoba	11.135	19,36
Granada	9.960	17,31
Jaén	13.002	22,60
Sevilla	14.001	24,34
Albacete	800	1,39
Almería	229	0,40
Badajoz	1.411	2,45
Ciudad Real	3.300	5,74
Huelva	2.552	4,44
Málaga	489	0,85
Murcia	116	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>57.527</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 4. XXII.** Distribución territorial de provincias en la cuenca del Guadalquivir.  
Extractado de M.O.P.U. 1988.

### 2. CLIMATOLOGIA

La cuenca del Guadalquivir forma parte de la España Mediterránea y se refleja en el tipo de vegetación y clima, es decir, sequía y calor en verano, suavidad relativa en los inviernos y variabilidad estacional y anual de las precipitaciones. Son las típicas características de un clima árido. Sin embargo, existen zonas que, por su altitud y por

orientación disfrutan de precipitaciones similares a las de la España húmeda. El relieve influye en las precipitaciones por las diferencias de altura y en las temperaturas da lugar a diferencias zonales. En cuanto a la **orientación**, la influencia oceánica se refleja en forma de precipitaciones muy superiores a las comparadas con esas latitudes que son transportadas por los vientos lluviosos del Oeste y la húmedas depresiones atlánticas.

A grandes rasgos, la cuenca disfruta de un clima templado-cálido mediterráneo con veranos secos e inviernos suaves, pero pueden distinguirse tres zonas principales:

- A Valle medio del Guadalquivir: mediterráneo-continental con veranos cálidos y lluvias equinocciales.
- B Sierras Béticas: clima montañoso con nevadas invernales y verano corto, fresco y seco.
- C Depresiones Intrabéticas: continental-mediterráneo extremo, con lluvias escasas.

## 2.1 Pluviometría

Las precipitaciones se caracterizan por la **irregularidad** espacial y temporal. A lo largo del año presentan dos máximos, uno durante el paso del otoño al invierno y otro en el paso del invierno a la primavera. En la tabla 4. XXIII. figuran las precipitaciones medias para algunas subcuencas de la cuenca del Guadalquivir.

SUBCUENCA	PRECIP. ANUAL MEDIA(mm año)	ZONA
Guadalquivir	772,7	Posito
Guadiana Menor	468,6	Posito
Guadalquivir	540,9	Mengibar
Guadalimar	601,4	Vado de Ollas
Jandula	523,2	Emb. Jándula
Guadajoz	557,7	Valchillón
Genil	555,4	Emb. Iznajar
Guadiato	627,9	Emb. Breña
Guadalquivir	546,9	Peñaflor
Rivera de Huelva	703,0	El Gergal
Guadaira	566,9	Alc. de Guadaira
Guadalquivir	562,5	Sevilla

Tabla 4.XXIII. Datos de precipitaciones medias. Cuenca del Guadalquivir. Tomado de M.O.P.U. 1988.

Los valores máximos se registran en las Sierras de Aracena, Cazorla y Sierra Nevada por su exposición a los vientos húmedos del Atlántico o del Mediterráneo. Los mínimos pluviométricos se registran en las altiplanicies intrabéticas (p.e. Guadix con 300 mm/año).

## 2.2 Termometría

La cuenca del Guadalquivir es la región más cálida de la Península con insolación superior a 3.000 horas anuales en gran parte de la cuenca. Está rodeada casi totalmente por la isoterma de medias anuales de 16° y 18°C.

La oscilación térmica de las distintas zonas se explica por la proximidad o exposición a los vientos húmedos y a la altitud. La depresión del Guadalquivir es la zona más calurosa de España con máximas absolutas de 50°C. En las mesetas intrabéticas el invierno tiene características continentales con un largo período de heladas y nieves casi permanentes.

La sequía estival en la depresión coincide prácticamente con las máximas anuales y aunque la cuenca en general recibe suficientes precipitaciones, el desarrollo de la agricultura encuentra problemas de escasez de agua. Aún así, esta favorecida por la práctica ausencia de heladas a lo largo del año.

La temperatura media anual es de 17,1°C, con un mínimo en Enero de 9,1°C y un máximo en Agosto de 26,7°C.

## 2.3 Nivalidad

La influencia del régimen nival en la cuenca del Guadalquivir se puede decir que es casi inexistente exceptuando la cabecera del río Genil. Las precipitaciones sólidas que reciben las cumbres de Sierra Nevada y alguna otra parte aislada de la cuenca no se funden lentamente, ya que el tránsito de invierno a verano es muy rápido. Sin embargo, la existencia de fenómenos cársticos en estas áreas y la escasa entidad que representan las nieves en comparación con el tamaño de la cuenca, permite despreciar su influencia en el régimen hidráulico. Se ha estimado que la aportación líquida de la fusión de las nieves en el período que abarca de Mayo a Septiembre puede ser de unos 300.000 m<sup>3</sup>.

Existen estudios de la influencia de la nivalidad en Sierra Nevada con los aportes al embalse de Iznajar y resulta difícil establecer una relación directa entre el aumento de las precipitaciones en forma de nieve y los aportes líquidos

al embalse. La conclusión es la siguiente: la nivalidad en la cuenca del Guadalquivir es un fenómeno muy variable y poco importante. Hay gran complejidad en la distribución de la nivalidad, existen de acuíferos y se producen bruscos cambios de temperaturas.

#### 2.4 Sequías

Se han llegado a las siguientes conclusiones tras el estudio de los regímenes de los embalses en explotación de la cuenca:

- \* El 19% (+/- 4%) de los años es pluviométricamente seco.
- \* Los meses de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre son los más secos del año. Los tres primeros coinciden con la sequía estival, por lo que es necesario proyectar una regulación anual.
- \* Si se construyeran embalses para solucionar el problema, tendrían tales dimensiones que, no sólo por el coste económico sino también por la inexistencia de vasos naturales, serían inviables.

### 3. HIDROGRAFIA

Existe una controversia entre los geógrafos para definir el nacimiento del Guadalquivir, ya que unos creen que el Genil es el verdadero Guadalquivir, que nace a mayor altitud, aunque lleva algo menos de caudal. En general se acepta que el río Guadalquivir nace al pie del pico de Cabañas, a 1.645 m. de altura y tiene una longitud de 668,3 km.

Se observa un cambio de orientación de los afluentes que quedan al Norte del caudal principal del Guadalquivir. Comienzan siguiendo una trayectoria NE-SW (Guadalimar, Guadalmena y Dañador), para pasar a seguir una dirección NW-SE (Guadiato, Bembézar y Retortillo). Este cambio de orientación se explica por razones de tipo tectónico.

La impermeabilidad de los materiales litológicos que recorren los ríos de la cuenca del Guadalquivir disminuye la infiltración, por lo que la mayoría de las precipitaciones se transforman en escorrentía superficial, desarrollando una red hidrológica muy tupida. Dada la irregularidad de las precipitaciones, la mayor parte del año los arroyos están secos.

La margen derecha es escasa en vegetación, con bastante pendiente y, en general, impermeable. Sobre ella se producen con frecuencia arroyadas, pero no es excesivamente peligrosa porque los ríos suelen ir encajonados y el área está

escasamente poblada. La **margen izquierda** retiene más agua de lluvia e inhibe las escorrentías, sin embargo, la zona está más densamente poblada.

Casi todos los ríos de la cuenca del Guadalquivir son muy agresivos en cabecera, por lo que se producen muchos fenómenos de captura.

La Ría del Guadalquivir es navegable hasta Sevilla para barcos de 21 pies de calado. Sería ésta quizás, la causa por la que se desarrolló en este lugar la ciudad de Sevilla. La ciudad se ha desarrollado dentro del cauce de avenidas de un río muy torrencial con crecidas importantes, ya que es habitual la simultaneidad de precipitaciones en toda su cuenca hidrográfica. Los 100 km de la ría que hay aguas abajo de Sevilla tienen una pendiente casi nula y la población se sitúa muy cerca de las aguas.

#### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

##### 4.1. Precipitaciones extremas

En la tabla 4.XXIV se muestra una relación de estaciones y las precipitaciones extremas (en mm) esperables para períodos de retorno de 5, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años.

En la cuenca del Guadalquivir que hay dos máximos pluviométricos, uno en Diciembre y otro en Marzo. Además se observa que, por una parte, en el Norte de la cuenca el máximo relativo es en Diciembre, pero va siendo menos evidente a medida que nos trasladamos hacia el Este y se pierde la influencia oceánica.

En el valle del Guadalquivir y margen izquierda, los máximos de Diciembre y Marzo se igualan. En las cercanías de Sierra Nevada y Cazorla, el máximo se registra en Diciembre, pero el de Marzo se continúa en Abril por la influencia mediterránea. La influencia mediterránea se refleja mejor en la parte más oriental de la cuenca, donde se registran fuertes precipitaciones en Octubre, además de los máximos de Diciembre y Abril.

##### 4.2. Máximas Avenidas Probables Naturales

Se definen como "la mayor avenida que se puede presentar suponiendo una total coincidencia de los factores que pueden producir la precipitación más intensa y al máxima escorrentía". Por aplicación de la Ley de Gumbel a los caudales máximos instantáneos anuales, se han obtenido los caudales ( $m^3/s$ ) para crecidas con períodos de retorno de 5, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años que figuran en la tabla 4.XXV.

También se muestra la tabla 4. XXVI que presenta los posibles caudales ( $m^3/s/km^2$ ) para períodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años. El método utilizado por la D.G.O.H. en "Estudio de Inundaciones Históricas, Mapas de Riesgos Potenciales. Cuenca del Guadalquivir" recogido de R. Heras (83) utiliza las curvas de caudales específicos de crecidas en función de la superficie de la cuenca y el período de retorno.

#### 4.3 Inundaciones históricas

Se han catalogado cuatrocientas setenta y cuatro (474) referencias de inundaciones ocurridas desde 1483, y como término medio da un porcentaje de una inundación por año. El estudio individual de estas referencias permite llegar a las siguientes conclusiones sobre las cuencas del Plan Hidrológico I:

- \* Las inundaciones afectan principalmente a los valles, pero normalmente no hay referencias de lo que ocurre aguas arriba, por tanto la información no está completa. Es muy probable que produzcan daños de menor relevancia aguas arriba que no dejen huella.
- \* El "efecto presa" por la obstrucción de los puentes artificiales y las "olas" que desencadenan por el desbloqueo súbito producen importantes daños.
- \* La mayoría de las informaciones disponibles corresponden a inundaciones en Sevilla, Córdoba y Granada.
- \* La ciudad de Granada está sometida a la acción de varios ríos que han provocado inundaciones a lo largo de su historia. Frecuentemente ha sido la rotura de un represamiento, la principal causa de los daños por inundación, ya que el Genil no es capaz de evacuar todo el caudal de la avenida.
- \* En cuanto a la ciudad de Sevilla, ha sido la zona más castigada por su situación al borde las marismas y la gran cantidad de afluentes que se unen en este tramo del Guadalquivir. Tanto el encauzamiento del Guadalquivir como, los embalses construidos, han solucionado prácticamente el problema.
- \* La ciudad de Córdoba ha sufrido los efectos de las inundaciones muy frecuentemente a lo largo de su historia, ya que no sólo recibe las avenidas del Guadalquivir, sino también los desagües de los barrancos que evacúan en la ciudad.
- \* La carencia de drenajes artificiales durante las inundaciones, ha permitido el estancamiento prolongado de grandes áreas.
- \* Los daños a las vías de comunicación se han producido cuando su trazado interfiere en las salidas de evacuación naturales, consecuencia del desarrollo económico de los últimos años.

- \* Hasta hace poco tiempo no se conocía realmente el funcionamiento de los mecanismos de laminación de los embalses. No obstante, en los tramos altos de estos ríos, que es donde son necesarias las medidas de control, las pendientes longitudinales son demasiado pronunciadas y precisarían alturas de cerrada no viables ni económica ni estructuralmente.
- \* Las soluciones estructurales aplicadas en la cuenca del Guadalquivir han sido los encauzamientos, los diques longitudinales y las obras de defensa puntuales. En las llanuras aluviales, se han construido cauces artificiales y, recientemente, trasvases.

## 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Acciones del mar
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de los embalses
- \* Insuficiencia de drenaje

En este ámbito territorial las causas más frecuentes han sido:

- 1º Avenidas generadas por tormentas en la cabecera de los ríos
- 2º Deshielos rápidos y prematuros en aquellos que nacen cerca de Sierra Nevada

En resumen, a pesar de las obras de infraestructura realizadas en la zona, aquellas que hayan sufrido inundaciones históricas siguen estando amenazadas. Lo que variará es la cuantía de los daños disminuyendo en el caso de obras de regulación o aumentando en los nuevos focos de densificación por vías de comunicación o incremento de población.

La fuente de datos utilizada para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas
- \* Inventario de puntos conflictivos (177) repartidos en este ámbito)
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

- \* En general, la **regulación** en la cuenca del Guadalquivir es aceptable principalmente por el gran número de embalses que se han construido en el mismo Guadalquivir y en sus afluentes, sobre todo en sus cabeceras. Por todo ello, se puede afirmar que, Granada, Sevilla y Córdoba no son ya puntos conflictivos.
- \* Es necesaria una revisión de los **cruces** entre la infraestructura viaria e hidráulica con los cauces de ríos y arroyos.
- \* Surgen problemas causados por los depósitos sedimentados en las **confluencias** de arroyos sobre el río principal, ya que se producen sobreelevaciones del nivel de las aguas y disminuye la capacidad de transporte del río principal.
- \* Se apunta como estudio urgente la solución del drenaje de las vegas bajas durante las inundaciones y en otros puntos de embalsamiento temporal.
- \* Es urgente el estudio y definición de la **normativa legal** que permita zonificar las áreas inundables en varias clases y valorar objetivamente los daños potenciales.
- \* Algunas zonas de las sierras están sometidas a fenómenos de erosión importantes.

## 7. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

A partir del Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (I.T.G.E. 1988) se pueden deducir las siguientes consecuencias respecto a las inundaciones en la Cuenca del Guadalquivir:

CAUSAS	Fuertes lluvias (a veces deshielos también)
DURACION MEDIA	6 días. Máximo 16 días (Enero 70)
SUP. AFECTADA MEDIA	180 km <sup>2</sup> . Máximo 700 km <sup>2</sup> (Oct. 73)
PERDIDAS ECO. MEDIAS	175 millones de pesetas. Máximo 600 millones (Oct. 73)
DAÑOS MATERIALES	Viviendas, vías de comunicaciones, huertas.
PERIODO RECURRENCIA	2-5-8-10-15-25-50-100. Máximo 500 años (Dic. 62)
PERIODO OBSERVACION	1960-1985

ESTACION	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)					
	5	25	50	100	500	1000
Osuna	56,74	80,99	91,03	101,00	124,04	133,94
El Patronato	58,84	84,55	95,20	105,77	130,20	140,70
Iznajar	46,91	60,05	65,49	70,89	83,38	88,74
Loja	54,88	75,33	83,80	92,20	111,63	119,98
Peñuela	44,12	61,96	69,35	76,68	93,62	100,91
Santa Cruz del Comercio	38,57	51,52	56,88	62,20	74,50	79,79
Cacín (presa)	44,91	63,24	70,83	78,37	95,78	103,26
Jatar	95,73	143,06	162,66	182,11	227,06	246,39
Bermejales	47,95	66,09	73,59	81,05	98,27	105,67
Fornes	70,76	110,23	126,58	142,80	180,29	196,41
Cacín	47,50	73,36	84,06	94,69	119,24	129,80
Caparacena	48,45	64,22	70,75	77,24	92,22	98,66
Dilar (central)	114,68	208,99	248,05	286,81	376,40	414,91
Dilar	94,18	164,22	193,22	222,02	288,55	317,15
Marchena	58,74	86,57	98,09	109,53	135,96	147,33
Marinaleda	63,83	91,35	102,75	114,06	140,20	151,44
Herrera	56,62	77,48	86,12	94,70	114,51	123,03
Puente Genil	114,37	228,80	276,18	323,22	431,91	478,64
Lucena	60,84	81,82	90,51	99,14	119,06	127,63
Zamora	66,84	96,47	108,74	120,92	149,06	161,16
Montefrío	60,27	83,11	92,57	101,96	123,66	132,99
Illora	54,20	72,18	79,50	86,76	103,56	110,78
Chauthina	41,52	56,22	62,31	68,35	82,32	88,32
Santa Fe	42,22	59,30	66,37	73,38	89,60	96,57
Fuente del Rey	46,63	65,15	72,82	80,43	90,81	105,57
Carcabuey	72,84	102,19	114,35	126,92	154,30	166,29
Luque del Campo	64,66	93,06	104,82	116,50	143,48	155,08
Doda Mencía	78,58	111,36	124,94	138,41	169,55	182,94
Nueva Carteya	67,15	94,87	106,35	117,75	144,08	155,41
Ecija	63,98	90,92	102,07	113,15	138,74	149,74
Guarrocife	62,63	84,64	93,76	102,81	123,72	132,71
Carmona (viejo)	66,51	92,62	103,43	114,17	138,97	149,63
Santillán	79,74	106,65	117,80	128,87	154,43	165,43
C.H.G.	64,97	89,60	99,80	109,93	133,33	143,38

Carmona	71,12	102,30	115,21	128,03	154,64	170,38
Santa ella	54,86	76,61	85,62	94,56	115,22	124,10
La Rambla	60,44	85,39	95,72	105,98	129,67	139,86
Albendín	52,04	74,92	84,40	93,80	115,54	124,89
Valdepeñas de Jaén	71,23	100,09	112,04	123,91	151,32	163,11
Venta - Mochana	61,19	89,86	101,73	113,51	140,75	152,46
Paterna del Campo	58,91	74,72	81,26	87,76	102,78	109,23
Alcalá-río	59,64	80,81	89,58	98,29	118,41	127,05
Cantillana (salto)	59,14	77,23	84,72	92,16	109,34	116,73
Cantillana	67,65	92,53	102,83	113,05	136,67	146,83
Alcolea-río	67,97	89,35	98,21	107,00	127,31	136,04
La Campana	62,23	85,88	95,68	105,40	127,86	137,52
La Carlota	57,02	75,97	83,81	91,60	109,60	117,33
Fuencubierta	53,52	70,55	77,60	84,60	100,78	107,74
Castro del Río	57,28	81,65	91,74	101,75	124,90	134,85
Valenzuela	52,57	74,20	83,15	92,04	112,58	121,41
Jaén	63,13	89,46	100,37	111,19	136,21	146,96
La Guardia de Jaén	60,14	83,90	93,74	103,51	126,08	135,79
Villanueva Minas	68,38	91,61	101,23	111,78	132,85	142,33
Guadimar	60,66	80,53	88,76	96,93	115,80	123,92
Puebla Infantes	75,83	105,05	117,14	129,15	156,91	168,84
E. Breña	59,67	84,77	95,17	105,49	129,33	139,59
C.H.G. (Córdoba)	63,86	91,16	102,46	113,68	139,61	150,76
Bujalance	54,54	72,30	79,66	86,96	103,83	111,09
Porcuna	54,72	78,68	88,61	98,46	121,22	131,01
Morente	60,65	84,47	94,33	104,12	126,75	136,47
Higuera de Arjona	47,02	61,78	67,90	73,97	87,99	94,03
Arjona	53,27	73,15	81,37	89,54	108,42	116,54
Mengibar	42,65	57,19	63,21	69,18	82,99	88,93
Valtodano	40,89	55,36	61,35	67,30	81,05	86,96
Vega de Armijo	56,62	79,32	88,71	98,04	119,60	128,87
E. Bembezar	67,60	90,12	99,44	108,70	130,09	139,28
El Prado	78,73	112,20	124,65	138,00	168,84	182,10
Castillo de las Guardas	85,90	123,18	138,62	153,95	189,36	204,59
Alcornocosa	63,00	82,89	91,13	99,30	118,19	126,32
El Ronquillo	83,97	114,89	127,70	140,41	169,78	182,41
Caia (presa)	78,57	116,09	131,62	147,04	182,68	198,00
Viso del Marqués	50,00	71,46	80,34	89,14	109,55	118,31

Carboneros	52,12	70,83	78,57	86,27	104,04	111,68
Bacza	50,02	68,95	76,79	84,57	102,55	110,28
Pegalajar	53,64	77,35	87,17	96,92	119,44	129,12
Deinfontes	54,83	76,69	85,74	94,73	115,49	124,42
Venta del Molinillo	85,40	118,23	131,83	145,33	176,51	189,92
E. Quentar	61,32	96,99	111,77	126,43	160,32	174,89
C.H.G.-Zaidín	52,56	76,19	85,97	95,68	118,12	127,77
Huctor-Santillán	53,01	66,90	72,65	78,36	91,55	97,23
Diezma	73,37	111,56	127,37	143,06	179,34	194,93
La Peza	65,51	97,80	111,17	124,44	155,12	168,30
Acequia Gorda	48,25	67,65	75,68	83,65	102,08	110,00
Darro	76,43	121,89	140,71	159,40	202,58	221,15
Gracna	52,54	80,49	92,13	103,72	130,52	142,04
Aldeire	48,71	69,85	78,60	87,29	107,37	116,00
Huelago	58,64	87,54	99,51	111,39	138,85	150,65
Fonelas	49,96	75,34	85,85	96,28	120,39	130,75
Olivares	50,00	73,93	83,84	93,68	116,41	126,18
Venta Baul	55,03	77,08	86,21	95,28	116,22	125,23
Gor	49,21	68,50	76,48	84,41	102,73	110,61
Pedro Martínez	47,67	86,52	98,47	110,33	137,73	149,51
Gor	39,52	56,27	63,20	70,09	86,00	92,84
Cortijo Pocico	41,71	61,26	69,35	77,39	95,96	103,95
Cerrico	45,35	64,15	71,93	79,66	97,51	105,19
Caniles	49,33	69,94	78,47	86,94	106,52	114,94
El Porrosillo	52,96	70,93	78,36	85,75	102,81	110,14
Navas de San Juan	50,71	64,04	69,56	75,04	87,70	93,15
Castellar de Sansicsteban	76,09	116,44	133,15	149,74	188,07	204,55
San Esteban del Puerto	53,71	72,53	80,32	80,05	105,92	113,61
Torreperogü	54,07	72,06	79,52	86,91	104,01	111,36
Torreblascopedro	44,93	61,01	67,66	74,27	89,55	96,11
Albanchez de Ubeda	61,75	84,61	94,07	103,47	125,18	134,52
Cabra Santo Cristo	52,69	75,66	85,18	94,62	116,44	125,83
Iznatoraf	56,09	76,32	84,70	93,02	112,25	120,51
Villacarrillo	52,28	70,01	77,35	84,64	101,48	108,72
Cazorla	66,66	92,19	102,76	113,25	137,51	147,93
Almedina	64,96	92,91	104,48	115,97	142,51	153,92
La Iruela	72,23	99,66	111,02	122,29	148,35	159,55
Venta de los Santos	48,72	65,75	72,80	79,80	95,98	102,94

Constantina	118,19	173,24	196,04	218,67	270,97	293,45
Castillo de la Mata	71,60	96,27	106,49	116,63	140,06	150,13
Adamuz	79,44	79,44	87,71	95,92	114,89	123,04
Marmolejo	55,37	73,50	81,01	88,46	105,68	113,08
Encinartejo	51,15	66,69	73,13	79,52	94,29	100,63
Higuera de la Sierra	70,42	88,45	95,92	103,33	120,46	127,82
Aracena	88,62	117,45	129,38	141,23	168,61	180,38
Santa Olalla-Cala	59,07	75,34	82,08	88,76	104,22	110,86
Puerto Moral	85,29	123,82	139,77	155,61	192,20	207,94
Cañaveral del León	57,59	75,93	83,53	91,07	108,50	115,99
Fuente de Cantos	38,05	48,99	53,52	58,02	68,42	72,88
Herrezuelo	67,95	92,95	103,30	113,58	137,33	147,54
Pallarés	70,04	95,05	105,40	115,68	139,44	149,65
El Real- Jara	70,78	100,56	112,89	125,13	153,42	165,58
Puebla del Maestre	69,26	94,29	104,66	114,95	138,73	148,96
E. Pintada (central)	82,86	116,46	130,38	144,19	176,11	189,84
Guadalcanal	95,83	142,16	161,35	180,39	224,40	243,32
Posadilla	72,23	98,25	109,03	119,73	144,44	155,07
Doña Rama	77,50	112,64	127,20	141,64	175,03	189,38
Fuente Ovejuna	59,13	81,28	90,45	99,55	120,59	129,64
Villa Marta de Córdoba	63,21	92,88	105,16	117,36	145,54	157,65
Espiel	91,90	162,53	191,78	220,81	287,90	316,75
Villanueva del Rey	72,02	96,61	106,80	116,91	140,27	150,31
Pozoblanco	64,18	90,24	101,03	111,74	136,50	147,14
Añora	47,58	63,06	69,47	75,83	90,53	96,85
Venta del Charco	93,96	130,49	146,03	161,43	197,10	212,43
Fuencaliente	60,37	79,51	87,44	95,31	113,49	121,31
Mestanza	43,71	61,17	68,40	75,57	92,15	99,28
Hinojosa de Calatrava	43,25	57,78	63,80	69,78	83,58	89,52
Albolote	46,09	64,74	72,47	80,14	97,86	105,47
E. Cubillas	50,06	68,09	75,55	82,96	100,08	107,45
Sierra Grande	72,33	98,79	109,75	120,62	145,76	156,56
E. Rumbiar	61,10	84,20	93,76	103,26	125,20	134,63
E. Jandula	54,43	76,81	86,08	95,28	116,53	125,67
La Calzada de Calatrava	49,30	69,86	78,38	86,83	106,37	114,76
San Lorenzo de Calatrava	52,01	73,08	81,81	90,47	110,49	119,09
Bailén	50,58	66,40	72,96	79,46	94,50	100,96
Camporeddondo	50,68	70,21	78,30	86,33	104,88	112,85

Cañada-Morales	73,87	109,54	124,31	138,98	172,86	187,42
Puente Genave	48,10	67,25	75,17	83,04	101,23	109,05
Morciguillinas	67,52	105,59	121,35	137,00	173,16	188,71
Puebla del Príncipe	37,16	51,46	57,38	63,26	76,84	82,68
E. Tranco	72,70	99,82	111,05	122,20	147,97	159,05
Cortes de Baza	50,93	73,55	82,92	92,22	113,71	122,95
Castilla del Olivo	44,46	65,20	73,79	82,32	102,02	110,49
Nacimiento	83,23	121,24	136,98	152,60	188,70	204,23
Doctor Urena	59,05	89,89	102,66	115,34	144,63	157,22
Fuente Guardal	65,95	95,24	107,37	119,41	147,23	159,19
San Clemente	86,56	154,17	182,16	209,96	274,18	301,79
Ganados	56,39	78,36	87,45	96,48	117,35	126,32
Benatacs	43,12	61,33	68,87	76,35	93,65	101,08
Genave	49,97	68,58	76,29	83,94	101,63	109,23
Acebas	77,51	94,18	101,08	107,93	123,76	130,56
Bienservida	47,28	58,77	63,53	68,25	79,16	83,86
Villapalacios	48,61	68,09	76,15	84,16	102,66	110,62
Reolid	43,96	57,61	63,26	68,87	81,84	87,42
Puebla de don Fadrique	59,14	85,48	96,39	107,22	132,24	143,00
Pruna	76,54	106,47	118,86	131,17	159,59	171,82
Montecorto	68,59	95,39	106,48	117,50	142,96	153,90
Monte Ronja	68,07	91,27	100,88	110,41	132,45	141,93
Lebrija	62,27	88,25	99,01	109,68	134,36	144,97
Salado	85,84	123,84	139,57	155,19	191,29	206,81
El Corraíl	52,00	66,97	73,17	79,33	93,56	99,67
Sierra Yeguas	107,08	194,05	230,06	265,81	348,42	383,94
Hornillo	57,20	76,22	84,10	91,91	109,98	117,75
La Juncosilla	62,82	88,77	99,51	110,18	134,82	145,42
Cabezudo	64,08	89,87	100,55	111,15	135,64	146,18
Domingo Pérez	71,62	111,35	127,81	144,14	181,88	198,11
Castil del Campo	57,24	80,48	90,10	99,66	121,73	131,22
Cabra	82,63	107,52	117,83	128,06	151,70	161,87

Tabla 4. XXIV. Tabla de precipitaciones máximas. Tomado de M.O.P.U. 1988.

Estaciones	Período de Retorno					
	5	25	50	100	500	1000
Guadalquivir Arroyo María	156,39	284,02	336,87	389,33	510,55	562,68
Guadalquivir Pósito	305,44	541,30	638,96	735,91	959,94	1056,26
Guadalquivir P. Marín	375,49	625,88	729,52	832,40	1070,14	1172,35
Guadalquivir Mongibar	965,53	1650,83	1934,64	2216,34	2866,30	3147,18
Guadalquivir Peñafior	3438,61	5927,26	6938,79	7942,84	10263,04	11260,61
Guadalquivir Cantillana	1220,29	1959,53	2265,66	2569,52	3171,71	3573,61
Barbatas Ac. Montilla	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13
Guardal Doctor	20,64	32,15	36,92	41,55	52,60	57,30
Guardal Caz Presa	0,72	1,22	1,43	1,64	2,11	2,32
Guadiana Menor Pósito	337,44	527,14	605,70	683,68	863,87	941,35
Guadalmena Llano de Vela	279,03	481,77	565,72	649,06	841,63	924,43
Guadalbullón Mengibar	144,29	239,76	279,29	318,54	409,22	448,21
Aguas Blancas Pte. Blanqueo	15,19	28,76	34,38	39,95	52,84	58,38
Monachil en Presa	13,35	23,31	27,44	31,53	41,00	45,07
Cubillas en Pte. Cubillas	171,78	312,21	370,36	428,08	561,47	618,82
Velillos en Pinos Puente	74,18	146,45	176,37	206,08	274,72	304,23
Genil en puente Genil	377,35	631,30	736,46	840,84	1082,06	1185,77
Rva. Huelva en Oregal	369,78	557,14	634,73	711,75	889,72	966,24
Guadaira en Sevilla	562,78	913,67	1058,98	1201,21	1536,51	1679,81
Guadalimar en Olvera	300,24	489,92	568,47	646,43	826,60	904,07
Guadaíqu. (Escuderos, V. Ollas)	335,25	495,29	561,56	627,35	779,36	844,72
Guadalquivir en Racioneros	590,15	1111,20	1326,97	1541,15	2036,07	2248,86
Guadalquivir en Mengibar	871,94	1478,25	1729,32	1978,55	2554,46	2802,07
Guadalquivir en Valdeano	1099,42	1853,83	2166,24	2476,34	3192,93	3501,02
Guadalquivir en Betneca	1135,98	2009,90	2371,80	2731,03	3561,14	3918,04
Guadalquivir en Marmolejo	1557,77	2742,46	3233,05	3720,02	4845,32	5329,14
Guadalquivir en casas Nuevas	1640,17	2851,50	3353,13	3851,05	5001,66	5496,36
Guadalquivir en La Vega	1716,44	2958,40	3472,70	3983,21	5162,91	5670,12
Guadalquivir en Isabel	1264,76	2200,96	2588,65	2973,48	3862,75	4245,09
Guadalquivir en El Carpio	1865,57	3258,77	3853,71	4408,38	5731,74	6300,71
Guadalquivir en Córdoba	1856,01	3138,98	3670,28	4197,65	5416,30	5940,26

Guadalquivir en Posadas	2104,55	3817,51	4526,87	5230,99	6858,08	7557,65
Guadalquivir en Alcalá Río	3175,66	5297,36	6157,98	7048,11	9063,45	9929,94
Guadalquivir en Sevilla	3862,50	6139,29	7082,14	8018,01	10180,67	111110,50
Rva. Huelva Emb. Minilla	430,21	725,98	848,47	970,04	1250,99	1371,78

Tabla 4. XXV. Caudales máximos instantáneos anuales. Tomado de M.O.P.U. 1988.

Subcuencas	PERIODO DE RETORNO AÑOS			
	10	50	100	500
E. de Tranco de Beas (Río Guadalquivir)	313	429	490	688
E. D. Aldonza (Río Guadalquivir)	2.150	2.838	3.268	4.042
E. de Pedro Martín (Río Guadalquivir)	3.556	4.526	5.173	6.466
Río Guadalquivir en Marmolejo	4.033	5.243	5.848	7.260
E. de Marmolejo (Río Guadalquivir)	4.237	5.508	6.038	7.521
E. El Carpio (Río Guadalquivir)	4.440	5.843	6.427	8.180
Guadalquivir en Córdoba	4.554	6.198	6.831	8.728
Guadalquivir en Peñaflores	6.985	8.628	9.450	11.916
Guadalquivir en Alcalá del Río	7.761	9.408	10.349	13.171
Río Guadalquivir en Sevilla	7.908	9.886	10.874	13.346
Río Bravatas	163	224	269	370
Río Guardal en Castillejar	244	332	392	560
Río Guardal en Benamaurel	782	1.040	1.215	1.568
Río Castril	234	313	360	504
E. de la Bolera (Río Guadalquivir)	130	195	228	277
Río Guadalquivir	200	271	324	457
E. de Negratín (Río Guadiana Menor)	1.258	1.664	1.896	2.400
Río Fardes	661	872	1.007	1.293
Río Guadix	392	537	607	875
Río Gor	122	185	214	266
Río Guadiana Menor en Desembocadura	1.938	2.513	2.872	3.590
Río Jandilla	207	273	330	450

Río Bedmar	136	204	238	306
Río de Torres	108	156	180	228
E. Guadalupe (Río Guadalupe)	585	780	897	1.144
E. de Olvera (Río Guadalquivir)	929	1.247	1.425	1.782
E. de Vado de las Hoyas (Río Guadalquivir)	1.003	1.347	1.520	1.978
E. de Guadalquivir (Río Guadalquivir)	586	782	901	1.148
E. de Panzacola (Río Guarrizas)	313	429	490	688
E. de Quebrijano (Río Quebrijano)	92	135	160	200
Río Guadalquivir en Mengibar	522	700	788	1.055
E. de Rumbiar (Río Rumbiar)	313	700	788	1.055
E. de Zocueca (Río Rumbiar)	362	482	549	770
E. de Montoro (Río Montoro)	313	429	490	688
E. de Jándula (Río Jándula)	682	1.150	1.311	1.656
E. de Encinarejo (Río Jándula)	888	1.188	1.344	1.728
Río de las Yeguas en desembocadura	416	565	640	873
E. de Guadalupe (Río Guadalupe)	556	743	846	1.112
Río Víboras	204	273	330	450
Río Guadajoz en Baza	542	731	837	1.085
Río Guadajoz en desembocadura	897	1.201	1.359	1.747
E. Sierra Boyera (Río Guadajoz)	267	364	430	614
E. de Puente Nuevo (Río Guadajoz)	470	627	715	940
E. de la Breña (Río Guadajoz)	637	840	970	1.246
E. de Bembézar (Río Bembézar)	698	921	1.064	1.366
Río Bembézar	738	991	1.122	1.458
E. de Retortillo (Río Retortillo)	211	283	342	466
E. de Retortillo derivación	228	309	351	502
E. de Quentar (R. de Aguas Blancas)	93	136	161	202

Río de Aguas Blancas	115	173	203	246
Genil hasta Aguas Blancas	150	225	263	338
Genil hasta Granada	229	311	353	505
Monachil	97	143	169	212
Darro	81	120	138	172
Dilar	139	209	244	313
Genil hasta Frailes	491	665	742	983
Embalse de Cubillas (Río Cubillas)	345	460	523	734
Río Colomera	209	280	339	461
Cubillas en Pinos Puente	470	638	711	942
Río Frailes	152	210	252	347
Embalse de los Bermejales (Río Cacín)	208	279	338	460
Río Cacín hasta Albama	262	356	420	600
Río Albama hasta Cacán	135	204	238	306
Embalse de Izmar (Río Genil)	1.500	1.970	2.250	2.900
E. de Malpasillo (Río Genil)	1.539	2.035	2.322	2.948
E. de Cordobilla (Río Genil)	1.562	2.066	2.358	9.993
Río Genil en puente Genil	1.599	1.132	2.469	3.086
Río Cabras	337	459	520	765
Arroyo Salado de Gilera	325	446	509	715
Río Genil desembocadura	1.908	2.520	2.851	3.600
Río Corbones en Marchena	334	456	516	760
Arroyo salado del Término	383	436	572	816
Río Corbones en desembocadura	686	923	1.046	1.360
E. El Patado (Río Vinar)	516	693	780	1.044
E. de Aracena (Río Huelva)	249	338	400	571
E. de la Minilla (Río Huelva)	494	670	747	990
E. de Cala (Río Cala)	271	361	420	610
E. Gergal (Río Huelva)	385	527	596	830
Río Guadaira en Sevilla	578	771	886	1.014
E. Torre del Aguila (Río Salado Mórón)	275	367	427	620



# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.9 RIOS GUADALETE Y BARBATE

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La superficie que abarca esta zona no forma parte de la cuenca hidrológica del Guadalquivir, pero pertenece a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Comprende un área entre Sanlúcar de Barrameda y Tarifa, con una superficie total de 6.445 km<sup>2</sup>. Se pueden diferenciar tres cuencas: Guadalete, Barbate y otros ríos de la vertiente atlántica. Todos ellos desembocan en el Océano Atlántico.

Participan tres provincias: Cádiz, Málaga y Sevilla en las proporciones que se indican en la tabla 4. XXVII.

PROVINCIA	SUPERFICIE EN CUENCA (Km <sup>2</sup> )	PARTICIPACION EN CUENCA (%)
Cádiz	6.224	90,57
Sevilla	71	1,10
Málaga	150	2,33
TOTAL	6.445	100,0

Tabla 4. XXVII. Distribución territorial de provincias en la cuenca de los ríos Guadalete y Barbate. Extractado de M.O.P.U. 1988.

### 2. CLIMATOLOGIA

En general, este área forma parte de la España Mediterránea, pero su especial orientación y una altura topográfica media bastante elevada, recibe la influencia oceánica de los vientos lluviosos dominantes del Oeste. Llegan a través del Golfo de Cádiz y producen un nivel de precipitaciones medias muy superior a otras zonas de latitud similar.

Disfruta de un clima templado cálido mediterráneo con veranos secos e inviernos suaves, aunque se puede delimitar dos regiones con características más específicas:

A Golfo de Cádiz: clima mediterráneo-oceánico, de inviernos suaves y lluviosos

B Sierras Béticas: clima típico de montaña con lluvias en invierno y verano corto,

fresco y seco. Constituye la divisoria de aguas con la Cuenca Sur.

### 2.1 Pluviometría

Como tendencia general los índices de precipitaciones aumentan de Oeste a Este por el efecto de pantalla que producen las sierras, alcanzando en la Serranía de Grazalema la media anual más alta de la península (2.223 mm). En esta misma zona se pueden producir aguaceros con descarga de 400 mm en 24 horas.

La pluviometría de esta cuenca se caracteriza por la irregularidad de su distribución espacial (de 600 mm/año en la Bahía de Cádiz a 1.800 mm/año en la Sierra de Grazalema) y por su **irregularidad temporal**, con dos máximos en Febrero-Marzo y Noviembre-Diciembre y épocas con menos cantidad de lluvias en el período de Junio a Agosto.

### 2.2 Termometría

La oscilación térmica anual está en función de la influencia del mar, la exposición a los vientos húmedos y la altitud. Esta cuenca es una de las zonas más cálidas de España con isothermas medias entre 15° y 19°C, ya que recibe unas 3.200 horas de insolación al año.

La época de la sequía estival coincide con el período de más altas temperaturas, algo perjudicial para la agricultura. Sin embargo, el número medio de días de helada al año es prácticamente nulo.

Las temperaturas **máximas absolutas** se han registrado en Trebujena (42°C), mientras que las **mínimas absolutas** se midieron en el Embalse de Los Hurones (4°C).

### 2.3 Nivalidad

Es evidente que las características climáticas de la zona permiten decir que las nieves no influyen en el régimen hídrico de los ríos de la zona.

## 3. HIDROGRAFIA

El Guadalete nace en la Sierra de Grazalema y desemboca en la Bahía de Cádiz, cerca del Puerto de Santa María tras recorrer 166 km. Su principal afluente es el Majaceita, que también nace en la Sierra de Grazalema.

El Barbate tiene una longitud de 76 km. y recorre un desnivel de 900 metros. El Alamo es su principal afluente por la derecha, mientras que el Celemín y el Almodovar son sus principales afluentes por la izquierda.

Como ríos atlánticos más significativos, a pesar de la reducida superficie de esta cuenca, están el río Salado de Conil y el río Salado de Chiclana.

PRECIPITACIONES MAXIMAS DIARIAS							
ESTACION	PERIODO DE RETORNO						
	5	10	25	50	100	500	1.000
Tarifa	65,2	76,4	90,6	101,6	111,6	135,7	146,1
Zahara	109,6	127,2	149,5	166,0	182,3	220,2	236,4
Vejer de la Frontera	87,9	104,1	124,6	139,9	155,0	189,9	204,9
Vallehermoso	107,1	130,1	159,1	180,6	202,0	251,4	272,7
Las Alcantarillas	81,5	92,9	107,3	118,0	128,6	153,2	163,7
Benalup	100,6	119,1	142,5	159,9	177,1	216,9	234,0
Los Ahijones	92,8	110,5	132,9	149,5	166,0	204,1	220,5
Los Albuerejos	92,2	11,0	134,9	152,5	170,1	210,6	228,0
Alcalá de los Gazules	86,9	98,3	112,8	123,5	134,1	158,7	169,3
Pradosanto	89,6	106,3	127,3	142,9	158,4	194,3	209,7
Medina Sidonia	93,8	110,4	131,4	146,9	162,9	198,0	213,4
Hernán Martín	107,4	123,3	143,3	158,1	172,8	206,9	221,5
San Fernando	73,2	87,6	105,8	119,3	132,7	163,7	177,0
Paterna de la Rivera	75,8	88,1	103,5	115,0	126,3	152,6	163,9
Tempul	107,6	124,9	146,9	163,1	179,3	216,5	232,6
Tavizna	90,1	104,4	122,6	136,1	149,5	180,4	193,7
Rota	62,9	71,4	82,2	90,2	98,1	116,4	124,3
Bornos	61,9	72,2	85,3	95,1	104,7	127,0	136,6
Zahara de la Sierra	105,9	122,2	142,7	158,0	173,2	208,2	223,2
Alcalá del Valle	62,9	72,7	85,1	94,3	103,4	124,5	133,6
Villamartín	69,9	81,0	95,0	105,4	115,7	139,5	149,8
Los Olivillos	57,5	66,4	77,6	85,9	94,2	113,3	121,5
La Muela	81,5	98,6	120,2	136,2	152,1	188,9	204,7
La Mariaca	69,0	80,0	93,9	104,2	114,4	138,0	148,2
Pruna	71,0	82,2	96,4	106,9	117,3	141,5	151,8
Montecorto	65,1	74,6	86,7	95,7	104,6	125,1	134,0
El Cantor	79,1	90,4	104,7	115,3	125,8	150,1	160,6
Sanlúcar de Barrameda	65,4	75,1	87,4	96,5	105,6	126,5	135,5
La Carizosa	77,9	88,9	102,9	113,2	123,4	147,1	157,3
El Marrujo	116,4	129,6	146,3	158,7	171,0	199,4	211,6

Tabla 4. XXVIII. Relación de estaciones climáticas de la cuenca de los ríos Guadalete y Barbate con datos de precipitaciones para diferentes períodos de recurrencia. Tomado del M.O.P.U. 1988.

#### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

##### 4.1. Precipitaciones extremas

En la tabla 4. XXVIII aparecen una serie de estaciones climáticas de la cuenca con datos de precipitaciones máximas diarias para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años.

En el cuadro se observa que las máximas medidas corresponden a la estación de "Vallehermoso" en el término municipal de Medina Sidonia, mientras que las mínimas corresponden a "Los Olivillos" en el término municipal de Jerez de la Frontera.

##### 4.2. Máximas Avenidas Probables Naturales

Se definen como "la mayor avenida que se puede presentar suponiendo una total coincidencia de los factores que pueden producir la precipitación más intensa y al máxima escorrentía". A partir de diferentes métodos de cálculo y de la tipología de los datos disponibles se, presenta el cuadro-resumen de las máximas avenidas probables naturales para períodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años (según M.O.P.U. 1988)

#### PERIODO DE RETORNO

EMBALSE (RIO)	Superficie (km <sup>2</sup> )	10 años (m <sup>3</sup> )	50 años (m <sup>3</sup> )	100 años (m <sup>3</sup> )	500 años (m <sup>3</sup> )
Almodovar (Almodovar)	16,5	28	38	43	61
Río Barbate	1.293	556	742	865	1.112

Tabla 4. XXIX. Datos de caudales en m<sup>3</sup> para diferentes períodos de retorno. Según M.O.P.U. 1988.

##### 4.3 Inundaciones históricas

Las referencias de las inundaciones históricas en estas cuencas contienen escasos datos de caudales y volúmenes asociados a las inundaciones. Pero lo más importante es que las condiciones del entorno geográfico han cambiado mucho a lo largo del tiempo, por lo que los efectos de una inundación actual serían diferentes. No obstante, las conclusiones que se pueden obtener tras la revisión de la información de 500 años son:

\* La carencia de vías de comunicación y la baja densidad de población

imposibilitaron en el pasado comunicar la situación de emergencia a las áreas amenazadas. Por consiguiente, aunque las avenidas se generan en la parte alta de las cuencas, sólo se conocen los efectos en los núcleos de población de aguas abajo.

- \* Las inundaciones se suelen desencadenar después de las típicas tormentas de otoño y la gravedad de los efectos se caracteriza por:
  - rapidez de generación (flash-floods)
  - velocidad de las aguas por la elevada pendiente
  - fuerte erosión sobre terrenos deforestados
- \* A pesar de los beneficios que reporta el efecto de laminación de los embalses, no es posible construirlos en todos los puntos donde es necesario, ya que en los tramos altos tienen pendientes longitudinales muy elevadas y las alturas de cerrada tendrían que ser excesivamente grandes.
- \* Las soluciones estructurales que se han adoptado han sido principalmente los encauzamientos, diques longitudinales, obras de defensa puntuales y trasvases.
- \* Uno de los efectos más importantes de las inundaciones ha sido la destrucción de los azudes de derivación, contruídos para el riego y la obtención de energía, por lo que se paralizaban las actividades agrícolas e industriales.
- \* Como consecuencia del progreso, existe nuevos objetos vulnerables a las inundaciones, como los puentes y la infraestructura de las comunicaciones. No sólo hay que tener en cuenta los perjuicios derivados de la interrupción, sino también los costes derivados de su reparación.

## 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Acciones del mar
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de los embalses
- \* Insuficiencia de drenaje

En este ámbito territorial, la causa más frecuente ha sido las tormentas generadas en la cabecera de los ríos.

Los embalses de regulación y los encauzamientos permiten en la actualidad contar con un nivel de riesgo menor en algunas zonas, sin embargo hay otras que han visto agravado su riesgo de inundación, como las situadas aguas abajo de grandes presas, donde se hacen vertidos incontrolados de sus aliviaderos y existe el nuevo riesgo de rotura de la presa. En resumen, a pesar de las obras de infraestructura realizadas en la zona, aquellas que hayan sufrido inundaciones históricas siguen estando amenazadas. Lo que variará es la cuantía de los daños disminuyendo en el caso de obras de regulación o aumentando en los nuevos focos de densificación por vías de comunicación o incremento de población.

La fuente de datos utilizada para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas. Normalmente son los tramos inferiores de los ríos, las marismas y los valles abiertos de los tramos medios y algún caso en el litoral.
- \* Inventario de puntos conflictivos.
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación.

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

Las conclusiones más importantes del estudio para acometer acciones preventivas de reducción de daños por inundaciones:

- \* Es necesaria una revisión de los cruces entre la infraestructura viaria e hidráulica con los cauces de ríos y arroyos.
- \* Surgen problemas causados por los depósitos sedimentados en las confluencias de arroyos sobre el río principal, ya que se producen sobreelevaciones del nivel de las aguas y disminuye la capacidad de transporte del río principal.
- \* Se apunta como estudio urgente la solución del drenaje de las vegas bajas durante las inundaciones y en otros puntos de embalsamiento temporal.
- \* Es urgente el estudio y definición de la normativa legal que permita zonificar las áreas inundables en varias clases y valorar objetivamente los daños potenciales.
- \* Algunas zonas de las sierras están sometidas a fenómenos de erosión importantes.

# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.10 CUENCA DEL JUCAR

### 1. AMBITO TERRITORIAL

El ámbito territorial que abarca la Confederación Hidrográfica del Júcar comprende el territorio de todas las cuencas que vierten sus aguas al mar Mediterráneo entre la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura y la desembocadura del río Cenia, incluyendo la cuenca endorreica de Pozohondo.

La extensión total de este territorio es de 42.903 km<sup>2</sup> y abarca la provincia de Valencia y parte de Albacete, Alicante, Castellón, Cuenca, Teruel y una pequeña porción de Tarragona. La distribución es como sigue (tabla 4.XXX).

PROVINCIA	SUP. TOTAL (km <sup>2</sup> )	EXTENSION EN CUENCA (km <sup>2</sup> )	PARTICIPACION EN CUENCA (%)
Teruel	14.804	5.651	13,15
Albacete	14.858	7.627	36,61
Cuenca	27.060	8.108	
Tarragona	6.283	280	0,65
Alicante	5.863	4.701	49,59
Castellón	6.679	5.829	
Valencia	10.788	10.788	
TOTAL	86.335	42.984	100

Tabla 4.XXX. Distribución territorial de provincias en la Cuenca del Júcar. Extractado de M.O.P.U. 1988.

### 2. CLIMATOLOGIA

Desde todos los puntos de vista, es una zona muy heterogénea, sobre todo lo referente al clima. Como resumen, aquí se resumen las características climatológicas generales procedentes de los anuarios del Instituto Meteorológico Nacional.

Precipitación media anual .....	545 mm
Precipitación año más húmedo .....	840 mm
Precipitación año más seco .....	310 mm
Temperatura media anual .....	14,1 °C
Evapotranspiración potencial media anual.....	770 mm

Como rasgos generales, el territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar se caracteriza por tener un clima con una estación seca y cálida pero en función de altitud, continentalidad y latitud, se pueden diferenciar nueve unidades climáticas básicas:

- a) **clima de montaña:** veranos húmedos y frescos, con máximos pluviométricos en otoño y primavera. Es el sector más frío y lluvioso.
- b) **clima del litoral septentrional:** temperaturas moderadas, oscilación térmica anual escasa, período seco de 4-5 meses, máximo de precipitaciones en Octubre y mínimo en primavera.
- c) **clima de transición entre la llanura litoral y las sierras interiores:** presenta características intermedias entre el a) y b), disminuye el máximo otoñal, hay un máximo secundario en primavera, se reduce la sequía estival y disminuyen las temperaturas medias.
- d) **clima del sector central occidental:** temperaturas influenciadas por la continentalidad y menores que las de la costa. Escasas precipitaciones anuales bien distribuidas a lo largo del año, excepto en verano.
- e) **clima de la Llanura Manchega:** largos períodos de heladas, carácter estepario, precipitaciones máximas en primavera y gran aridez en verano por las elevadas temperaturas.
- f) **clima de la llanura litoral lluviosa:** veranos muy secos, inviernos lluviosos y otoños con notable pluviosidad por la exposición favorable a los vientos del NE.
- g) **clima de las vertientes lluviosas de las Sierras Béticas (Ontinyent):** corresponde a la cara Norte del macizo de Alcoy. Elevada pluviosidad con temperaturas más frescas que f) y mayor oscilación anual.
- h) **clima de las vertientes secas de las Sierras Béticas (Villena):** recibe un máximo de precipitaciones en otoño, pero durante el resto las precipitaciones no son tan elevadas como en otras zonas. Presenta sequía estival (4-5 meses). Es el clima de transición al del sector árido meridional.

i) clima del extremo meridional: período seco centrado en el verano pero que incluye también la primavera y el otoño (5-6 meses en total de gran intensidad). Las lluvias medias son escasas, a veces inferiores a los 300 mm, los máximos, otoñales y primaverales son poco acusados. Las temperaturas medias anuales son elevadas (18°C).

## 2.1 Pluviometría

La distribución de las precipitaciones está muy influenciada por el relieve. Los máximos niveles de pluviosidad se registran en sectores influenciados por la latitud, la cercanía al mar y la exposición a la flujos del Mediterráneo como en el interior septentrional de la provincia de Castellón y en la cuenca alta del río Cenia (Fredes, 714 mm; la Cenia, 816 mm) y las Sierras Béticas (Pego 900 mm; Benifairo de Valldigna, 852 mm).

El relieve es también la causa principal de la escasez de precipitaciones en el Sureste de la cuenca. Otros puntos secos son el valle de Ayora-Cofrentes (Ayora 406 mm), la depresión de Casinos (Casinos 375 mm) y algunos sectores del altiplano de Requena (436 mm) y Utiel (404 mm). Todos ellos tienen en común el estar casi cerrados por cadenas montañosas.

Gran parte de las precipitaciones litorales se producen en otoño, pero a medida que se avanza hacia el interior, la primavera pasa a registrar casi el máximo absoluto anual. El verano es la estación más seca excepto en algunas sierras interiores, donde se producen fuertes tormentas convectivas o también las llamadas térmicas. El invierno es la estación más lluviosa en las sierras.

A continuación se enumeran las características de la cuenca del Júcar respecto a la distribución de las precipitaciones anuales.

- \* Las áreas no montañosas de Cuenca, Albacete y Teruel reciben precipitaciones inferiores a los 500 mm anuales.
- \* Las precipitaciones más bajas se registran en el Sureste de la cuenca, en el tramo medio y bajo del Vinalopó y en la desembocadura del Amadorio. Todas ellas registran precipitaciones inferiores a 300 mm/año.
- \* Las precipitaciones más altas se reciben en las zonas de montaña, como en las cabeceras del Júcar (más de 1.000 mm/año) y las del Cenia, Turia, Cabriel (más de 800 mm/año). En Pego, cuenca del Girona y Bullens, también se alcanzan precipitaciones superiores a 800 mm/año.
- \* El 75% de la precipitaciones se concentra en los meses de Octubre a Enero y afectan principalmente a las cabeceras de los ríos Júcar, Cabriel y Cenia. Son frecuentes las lluvias torrenciales asociadas a gotas frías en el área costera y en las cuencas medias y bajas de los ríos Turia, Júcar, Serpis y el resto de los ríos meridionales.

Los valores de precipitación media anual para las cuencas completas son los siguientes:

CUENCA	PRECIPITACION MEDIA (mm/año)
Río Cenia	715
Río Servol	690
Río San Miguel	580
Río Mijares	530
Río Palancia	490
Río Turia	500
Río Júcar	515
Río Serpis	630
Río Gorgos	615
Río Guadalest-Algar	540
Río Amadorio	380
Río Vinalopó	320

Tabla 4. XXXI. Tabla de valores de precipitación anual para las cuencas completas dentro del territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Tomado de M.O.P.U. 1988.

## 2.2 Termometría

Las características más importantes del clima en cuanto a temperaturas son:

- En el litoral los inviernos son cortos y templados con temperaturas medias comprendidas entre 10° y 12°C durante los meses de Diciembre y Enero. Los veranos duran desde Mayo hasta Octubre y se alcanzan los mayores valores en Julio y Agosto con temperaturas medias superiores a los 27°C (Elche y Játiva).
- En el interior los inviernos duran cinco meses y las temperaturas del mes de Enero varían entre 3° y 5 °C. En la estación de Uña (Cuenca) no se sobrepasan los 2°C de media en Enero. Los veranos son cortos y rápidos con temperaturas comprendidas entre 20° y 24°C en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.
- Las heladas son típicas del interior y de las zonas de montaña. Se registran

heladas tempranas en Octubre y tardías en Abril, aunque realmente se producen en los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

### 2.3 Nivalidad

En las cotas más altas se producen precipitaciones en forma de nieve y el número de días al año no pasa de quince (15). En realidad, este régimen nival no permite tenerlo en cuenta como parte de la reserva de recursos hidráulicos.

## 3. HIDROGRAFIA

Según la tipología de ríos de Masachs, los ríos de las cuencas que pertenecen a la Confederación Hidrográfica del Júcar son de dos clases:

\* **autóctonos:** nacidos en montañas próximas a la costa adaptados al medio físico regional, de breve recorrido, pendientes considerables y caudales medios pequeños y muy irregulares. Pueden incluirse en este grupo las ramblas, que son cursos típicos mediterráneos con lecho amplio y pedregoso, gran ramificación y caudal esporádico que sólo alcanza grandes proporciones en la época de lluvias.

\* **alóctonos:** son ríos nacidos en las cordilleras que bordean la Meseta y están más regulados que los autóctonos no sólo por el régimen nival, sino también por drenaje sobre calizas y acuíferos potentes. Son ríos que han excavado cañones en sus tramos medios y que posteriormente se abren a llanuras donde depositan sus aluviones y donde sus caudales son agotados prácticamente por la explotaciones para el regadío.

El Júcar es el río más importante de los cursos que abarca la Confederación Hidrográfica del Júcar. Tiene 497,5 km de longitud y una extensión de cuenca de 18.757 km<sup>2</sup>. Nace en los Montes Universales (Sistema Ibérico) a 1.505 metros de altitud.

## 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

### 4.1 Precipitaciones máximas

El riesgo de inundación es especialmente grave en las cuencas de los ríos menores y en las cuencas bajas de los ríos más importantes. La causa principal en la confluencia del factor morfológico y geográfico adverso y una climatología especialmente complicada.

Las situaciones meteorológicas que dan lugar a grandes descargas de precipitaciones en el área que abarca la Confederación Hidrográfica del Júcar son:

Sistemas frontales del Oeste: son temporales de origen atlántico que barren

toda la Meseta y que llegan a estas cuencas con escasa capacidad para producir lluvias.

Las borrascas del Golfo de Vizcaya llegan al Mediterráneo por Aquitania o por el Corredor del Ebro y descargan lluvias en las cabeceras del Júcar, Turia y Mijares.

Fenómenos tormentosos estivales: como consecuencia de la intensa insolación se producen tormentas estivales con aparato eléctrico que suelen ser breves y no descargan excesivas precipitaciones. La respuesta más violenta se produce en ríos de valles encajonados. Si existe una entrada de aire frío a niveles más altos (no muy frecuente en verano) los efectos pueden ser graves.

Temporales mediterráneos: Pérez Cueva y Armengot Serrano (1983) lo describen como la interacción de un anticiclón en el norte de la región considerada y una borrasca baja relativa al sur, pudiendo añadirse en algunos casos, la formación de una gota fría en altura. De esta forma los mecanismos de condensación y precipitación funcionan perfectamente dadas las características de temperatura y humedad de la zona.

El relieve colabora para ofrecer una cuenca de recepción perfecta a los flujos de origen marino y los canaliza hacia los relieves costeros primero y a los relieves interiores después. Los vientos son encajonados a través de valles de orientación SW-NE que al ir estrechándose inducen al aire caliente y cargado de humedad a ascender. Al encontrarse con un embolsamiento de aire frío a medida que suben, el vapor de agua se condensa y se desencadena la tormenta.

Este tipo de fenómenos suele producirse en los meses de Septiembre a Diciembre y con mayor frecuencia en Octubre y Noviembre.

En la tabla 4. XXXII. (M.O.P.U. 1988) aparecen los valores de precipitaciones máximas en 24 horas.

#### 4.2 Máximas avenidas probables naturales

En las tablas 4. XXXIII y 4. XXXIV se muestran los caudales máximos ( $m^3/s$ ) en las cuencas menores de  $200 km^2$  y mayores de  $200 km^2$  respectivamente, que figura en el informe del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (M.O.P.U. 1988) para períodos de recurrencia de 10 y 500 años.

A continuación se adjunta una estimación de los caudales máximos instantáneos (anuales y estacionales Diciembre-Mayo) para períodos de retorno de 25, 50, 100, 500 y 1.000 años en el río Júcar en Embarcaderos, que figura en dicho informe:

PERIODO DE RETORNO (Años)	CAUDALES (m <sup>3</sup> /sg)	
	Anual	Estacional (Dic-Mayo)
25	-	850
50	1.750	1.075
100	2.600	1.350
500	6.500	2.100
1.000	9.000	2.500

Tabla 4. XXXV. Estimación de los caudales máximos anuales y estacionales para el río Júcar en Embarcaderos. Tomado de M.O.P.U. 1988.

#### 4.2 Inundaciones históricas

Se han catalogado doscientas diecisiete (217) referencias sobre inundaciones ocurridas en algún punto de la cuenca del Júcar desde el año 1088, de las cuales sólo 18 eran anteriores a 1483. Entonces, para los 500 años que van desde 1483 a 1983, se deduce una frecuencia de una inundación cada dos años aproximadamente, dato que es meramente ilustrativo.

El análisis de la información referida permite llegar a las siguientes conclusiones:

- \* Los ríos de este ámbito son morfológicamente jóvenes, por lo que no están regulados naturalmente para evacuar los cauces de avenida.
- \* Las referencias de inundaciones proceden de zonas pobladas, y se refieren a ellas como fenómenos de presentación súbita, cuando es muy posible que produzcan efectos importantes aguas arriba. Puede darse el caso también de avenidas que hayan sido laminadas de forma natural en las cuencas altas y no existan datos por no haber afectado a los núcleos de población.
- \* En los puntos tradicionales de riesgo de inundación se detecta una tendencia a ampliar las ciudades en zonas protegidas, como en la ribera del Júcar y en Castellón de la Plana.

## 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Precipitaciones in situ
- \* Avenidas
- \* Acciones del mar
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Insuficiencia de drenaje
- \* Efectos de azudes y embalses

Gracias a la intervención del hombre en la prevención de las inundaciones en forma de obras de regulación y encauzamientos, hay puntos cuyo riesgo potencial ha disminuído sensiblemente. Sin embargo, las obras realizadas también han generado nuevas zonas de riesgo potencial, como las poblaciones situadas aguas abajo de las presas y las adyacentes a las grandes vías de comunicación.

Del estudio de todos los puntos de riesgo se ha construído el siguiente cuadro de zonas de riesgo potencial que figura en la documentación básica del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar:

Unidad de gestión hidrológica	Muy grave	Grave	Medio	Total
Norte	0	1	10	11
Mijares	1	2	9	12
Palancia	0	1	4	5
Alto Turia	0	3	6	9
Alto Júcar	0	4	7	11
Requena-Buñol	0	1	7	8
Mancha Oriental	0	2	11	13
Tous	0	1	7	8
Albaida-Sellent	3	2	0	5
Sistema Júcar-Turia	8	5	12	25
Serpis	0	2	3	5
Marina Alta	0	1	3	4
Marina Baja	0	1	6	7
Vinalopó	1	2	6	9
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>91</b>	<b>132</b>

Tabla 4. XXXVI. Zonas de Riesgo Potencial y grados correspondientes. Tomado de M.O.P.U. 1988.

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

A pesar de la gran envergadura de algunas de las obras acometidas (p.e. el desvío del Turia al paso por Valencia), aún no se ha conseguido anular el riesgo de inundación en muchas zonas. Para tratar de solucionar el problema del Júcar en su curso medio y bajo, existe una propuesta de combinar medidas de laminación de avenidas y mejoras de la capacidad de desagüe del río. Para ello se han puesto en marcha las presas de Tous, Escalona y Bellús.

Además, el Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.) se encuentra en un estado muy avanzado de instalación en el área que cubre la Confederación Hidrológica del Júcar. El control continuo de las precipitaciones caídas y de los niveles de aguas de embalses, ríos y canales, permitirá conocer los problemas derivados del aumento simultáneo de caudales y realizar simulaciones de avenidas a partir de estos parámetros.

## 7. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS INUNDACIONES DE LA CUENCA DEL JUCAR

A partir de los registros de inundaciones en la cuenca del Júcar que figuran en el Catálogo Nacional de Riesgos Geológico (I.T.G.E. 1988), se pueden deducir las siguientes características generales de las inundaciones en la Cuenca del Júcar:

<b>CAUSAS</b>	Lluvias torrenciales
<b>DURACION MEDIA</b>	3 días. Máximo registrado 7 días (Nov 22)
<b>SUP. AFECTADA MEDIA</b>	100 km <sup>2</sup> . Máximo registrado 400 km <sup>2</sup> (Oct 82)
<b>PERDIDAS ECO. MAXIMAS</b>	200.000 Mio ptas (Oct 57)
<b>DAÑOS MATERIALES</b>	Viviendas, riegos, industria
<b>PERIODO RECURRENCIA</b>	10-15-20-25-100-250-500. Máximo 1000 años (Oct 57)
<b>PERIODO OBSERVACION</b>	1884-1983

Estación nombre	Año	Fecha mes	Precipitación máxima 24h(mm)
Taberna	72	Octubre	210,0
bolulla	72	Octubre	247,0
Embalse de Guadalest	57	Octubre	211,0
Callosa de Ensarria C. H. J.	57	Octubre	206,0
Benisa- Convento	72	Octubre	249,0
Benisa C.H.J.	69	Abril	423,0
Jalón	60	Junio	241,0
Jávea	48	Octubre	234,0
Cabo J. Antonio	58	Octubre	410,0
Denia	58	Octubre	343,0
Denia-C. Agrícola	62	Octubre	203,0
Reservado	49	Octubre	200,0
Tormos	69	Abril	253,0
Vergel- Racons	58	Octubre	298,0
Pego	49	Octubre	280,0
Pego-Convento	73	Marzo	216,0
Olivar-S.E. Agraria	73	Noviembre	210,0
Concentaina	59	Octubre	205,0
Embalse Boniarrés	59	Octubre	200,0
Gandía P.E.	66	Octubre	207,0
Barig	49	Diciembre	315,0
Benifairo de Vall	49	Diciembre	210,0
Cervera del Llano	54	Abril	902,0
Casas de Ves	77	Febrero	230,0
Millares	79	Octubre	263,3
Saño Millares	78	Octubre	210,0
Abadía - El Cisa	44	Octubre	207,0
Beniadgar-Las Plani- ses	59	Octubre	224,0
Canals	59	Octubre	228,0
Játiva PIA	59	Octubre	370,0
Játiva- El Realengo	72	Octubre	238,0
Puebla Larga	59	Octubre	287,0
Benimislam	59	Octubre	208,0

Carcagente-S.E. Agraria	79	Octubre	215,0
Carcagente-Convento	44	Octubre	245,0
Alcira I.L.	66	Octubre	260,0
Alcira P.E.	66	Octubre	212,0
Cullera	59	Octubre	280,0
Albal	51	Octubre	206,0
Torrente	66	Octubre	200,0
Valencia-Patraix	70	Octubre	240,0
Valencia - Horno Alcedo	67	Octubre	207,0
Chelva-Convento	58	Octubre	217,0
Domeño	58	Octubre	300,0
Casinos	58	Octubre	200,0
Villar de Arzobispo	58	Octubre	235,0
Serra	70	Octubre	220,0
Serra-Portacocli	51	Octubre	211,0
Almáncera	51	Octubre	204,0
Rafelbuñol-San Enrique	70	Octubre	214,0
Bejía	58	Octubre	361,0
Altura-Cueva Santa	58	Octubre	200,0
Alfara de Algimia	57	Octubre	230,0
Algimia de Befara	57	Octubre	200,0
Vall d'Uxo	62	Octubre	210,0
Nules	73	Octubre	114,3
Onda - El Carmen	57	Octubre	230,0
Bechi	57	Octubre	241,0
Burriana	64	Diciembre	262,0
Villarreal	65	Diciembre	811,0
Puebla de Valverde	52	Agosto	400,0
San Agustín	58	Octubre	220,0
Adzaneta	63	Octubre	215,0
Useras	70	Octubre	211,0
Castellón	63	Octubre	210,0
Castellón P.E.	63	Octubre	207,0
Chert	63	Octubre	200,0
Puebla de Beaufasar	49	Diciembre	265,0
San Carlos de la Rápita	72	Septiembre	307,0

Tabla 4. XXXII. Valores de precipitaciones máximas en 24 horas para las estaciones de la cuenca del Júcar.  
Tomado de M.O.P.U. 1988.

LUGAR	CAUDAL (M <sup>3</sup> /S)	
	10 AÑOS	500 AÑOS
Desembocadura del Río Valququera	44,62	224,01
Desembocadura Bc. Agua Oliva	77,66	382,72
Desembocadura río Alcalá	153,48	565,19
Desembocadura río Seco	136,01	505,88
Desembocadura río Belcaire	17,76	230,35
Desembocadura río Jaroco	36,31	369,51
Desembocadura río Beniopa	93,18	409,18
Desembocadura río Girona	193,15	814,29
Confluencia rambla Rambuchar con rambla de La Zarza	73,23	663,00
Desembocadura rambla río Rambuchar	72,20	601,37

Tabla 4. XXXIII. Tabla de caudales máximos (m<sup>3</sup>/s) en cuencas menores de 200 km<sup>2</sup> del territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Tomado de M.O.P.U. 1988.

Punto	Q Caudal (m³/s)	
	Río Cenja en embalse de Uldecoa	31,29
	180,68	267,67
Desembocadura río Cenja	64,88	96,12
	311,85	461,26
Desembocadura río Servol	61,18	90,64
	345,86	512,39
Desembocadura río Cervera	133,94	198,43
	526,86	780,53
Desembocadura río San Miguel	253,76	375,94
	900,19	1.333,61
Confluencia río Mijares con río Valbona	36,75	54,44
	293,59	434,95
Confluencia río Mijares con el río Montan	96,74	143,32
	757,89	1.122,80
Confluencia río Mijares con el río Vallehermosa	127,73	960,86
	189,23	1.423,50
Confluencia río Mijares con rambla de La Viada	327,06	484,53
	1.278,72	2.561,07
Confluencia rambla de La Viada con río Luena	250,08	370,49
	1.053,75	1.561,07
Desembocadura río Mijares	318,32	471,59
	1.681,09	2.490,50
Desembocadura río Vero	78,58	65,02
	354,24	524,80
Desembocadura río Palencia	176,11	260,90
	862,56	1.227,87
Desembocadura el Bco. de Carraizet	22,65	33,56
	198,30	293,78
Confluencia río Turia con el Alfambra	100,13	148,34
	1.013,69	1.501,76

Confluencia río Alfambra con la Rambla de la Hoz	29,75	44,07
	393,73	583,30
Confluencia del río Turia con el Alfambra	100,13	148,34
	1.013,69	1.501,76
Confluencia del río alfambra con la rambla de la Hoz	29,75	44,07
	393,73	583,30
Confluencia río Turia con el Alfambra	100,13	148,34
	1.013,69	1.501,76
Confluencia río Alfambra con la rambla de la Hoz	29,75	44,07
	393,73	583,30
Confluencia del río Turia con el río Arcos	94,49	139,99
	972,16	1.440,24
Confluencia del río Turia y con el río Tuejar	103,85	153,91
	1.016,78	1.506,34
Confluencia del río Turia y rambla Castellana	180,82	267,88
	1.319,07	1.954,18
Desembocadura del río Turia	193,70	286,96
	1.342,16	1.988,39
Desembocadura rambla de Poyo	152,08	225,30
	692,15	1025,41
Confluencia del río Jucar con el río Huecar	58,89	87,24
	487,91	676,33
Confluencia del río Jucar y el río Marinota	88,26	130,76
	671,94	995,47
Confluencia del río Jucar con Arquillo de D. Juan	167,40	248,00
	1.450,42	2.148,77
Confluencia río Jucar con el río Cabriel	238,50	353,33
	2.255,45	3.341,41
Confluencia del río Cabriel y Guadazón	43,15	63,93
	582,92	863,59
Confluencia río Jucar y río Sellent	256,78	393,75
	2.326,02	3.445,96
Confluencia río Jucar y río Albadia	357,14	529,10
	2.743,66	4.064,68
Confluencia río Jucar y río Verde	359,73	532,93
	2.724,96	4.038,46
Confluencia río Albadia con río Clariso	197,25	292,22
	933,08	1.282,34

Confluencia río Cañoles y río de los Santos	122,53	181,53
	724,39	10.382,34
Confluencia río Albadía y río Cañoles	400,10	592,74
	1.890,85	2.801,26
Confluencia río Júcar y río Magro	418,22	619,59
	3.089,03	4.576,34
Desembocadura río Júcar	399,70	592,15
	2.954,25	4.376,96
Confluencia río Serpis y río Vallaseta	211,06	312,68
	1.074,80	1.592,30
Desembocadura río Serpis y río Bernisa	319,19	579,54
	1.725,86	2.556,83
Desembocadura río Serpis	366,25	1.617,52
	542,59	2.396,33
Desembocadura río Gorgos	190,23	281,82
	784,86	1.162,76
Confluencia río Algar y río Guadalest	168,80	250,07
	733,22	1.086,25
Desembocadura río Algar	177,29	262,65
	756,22	1.120,33
Confluencia río Amadorio y río Sella	47,48	70,34
	330,85	490,15
Desembocadura río Amadorio	44,67	66,18
	325,86	482,76
Confluencia río Moncgre y río Jijona	56,02	82,99
	443,76	657,42
Desembocadura río Moncgre	55,99	82,95
	447,46	662,90
Confluencia río Vinapó y acequia del Rey	64,99	96,28
	544,19	806,16
Confluencia río Vinapó y rambla Honda	114,39	169,47
	819,51	1.214,09
Desembocadura río Vinapó	102,83	152,34
	736,17	1.090,62

Tabla 4. XXXIV. Tabla de caudales máximos ( $m^3/s$ ) en cuencas mayores de 200  $km^2$  dentro del territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Tomado de M.O.P.U. 1988.



# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.11 CUENCA SUR

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La Confederación Hidrográfica del Sur de España ejerce su competencia sobre las cuencas hidrográficas andaluzas que desembocan en el mar Mediterráneo. Abarca un territorio de 18.000 km<sup>2</sup> en forma de franja de tierra limitada al Sur por el Mediterráneo. Tiene unos 350 km de longitud y unos 50 km de anchura.

La Cuenca Sur integra las provincias de Málaga y Almería por completo, parte del litoral de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz. Se trata de una zona con un clima muy benigno que propicia el crecimiento de la población residente y estacional.

### 2. CLIMATOLOGIA

#### 2.1 Pluviometría

Son los factores topográficos y la distancia al mar y al Estrecho de Gibraltar los condicionantes de la heterogeneidad en la distribución de las precipitaciones medias anuales. Los extremos se sitúan entre los 200 mm como media anual de Almería (la capital más seca) y los 2.000 mm medios anuales de la Sierra de Grazalema. Las precipitaciones medias anuales para toda la cuenca rondan los 564 mm.

En líneas generales, la mitad occidental de la cuenca Sur es húmeda o muy húmeda, excepto los valles del Guadalhorce y Guaro. En el sector central la distribución de las precipitaciones anuales permite reconocer las áreas de montaña (con más de 1.000 mm/año) y la costa (400-500 mm/año). En la zona oriental se reciben escasas precipitaciones a lo largo del año (200-400 mm) por el efecto barrera de Sierra Nevada.

La distribución de las lluvias a lo largo del año es muy irregular. Mientras la sequía estival es intensa, la mayor parte de las precipitaciones anuales caen de Noviembre a Marzo.

## 2.2 Termometría

A grandes rasgos se distinguen tres zonas diferentes:

Zona del litoral: con temperaturas medias anuales superiores a 17°C y ausencia de heladas durante todo el año, abarca una banda costera que se amplía en las desembocaduras de los ríos. Los veranos son muy largos y los inviernos consisten en una suavización de las temperaturas.

Zona de montaña: dispone de un período de al menos 105 días/año de heladas y temperaturas medias anuales inferiores a los 13°C. Está representada por las sierras en general y áreas con altitud superior a los 800 metros sobre el nivel del mar. La vertiente Norte de la Sierra de los Filabres y las cumbres de Sierra Nevada registran las mínimas temperaturas medias anuales.

Zonas intermedias: se sitúan entre las dos bandas anteriores y presentan un rango de variación climática muy amplio y condicionado principalmente por los accidentes locales. La influencia continental se deja sentir al sobrepasar la primera línea de barreras montañosas, cuya continuidad sólo se distorsiona por la penetración de aire cálido y húmedo por los valles de los ríos de la cuenca. En las zonas desérticas y subdesérticas de Almería las temperaturas en verano son tan elevadas que crean una situación agobiante para los animales y la vegetación.

## 2.3 Nivalidad

La influencia del régimen nival se circunscribe a Sierra Nevada, con altitudes superiores a los 2.500 metros y la Sierra de los Filabres, con alturas de más de 1.500 metros. Mientras que en Sierra Nevada la persistencia de la nieve es superior a tres meses al año, en el resto de las cumbres de las cadenas montañosas de la cuenca, la nieve no dura más de 15 días. Se ha constatado además la importancia del deshielo de la nieve de Sierra Nevada en el régimen del río Guadalfeo.

## 2.4 Seqúas

La sequía estival es intensa y extendida a toda la cuenca, incluso en las regiones más húmedas. En verano las precipitaciones son en forma de tormentas con distribución espacial completamente distinta a la regla general del resto del año.

ESTACION	N	LL	P	Alt
Bacares	4,9	34,3	396	1.213
Canjayar	1,1	30,2	360	605
Laujar	2,5	57,3	539	921
Monterrey	12,0	46,0	605	1.222
Cerecillo	11,0	49,1	708	1.780
Lanjarón	7,0	61,1	536	720
Soportujar	2,3	49,6	740	1.400
Alfarnate	3,2	85,6	1.005	925

N = Días de nieve al año  
 LL = Días de lluvia y granizo al año  
 P = Precipitación media anual (mm)  
 Alt = Altitud sobre el nivel del mar en metros

Tabla 4. XXXVII. Datos de estaciones termopluviométricas de la cuenca Sur con probabilidad de ocurrencia superior a un día al año. Tomado de M.O.P.U. 1988.

### 3. HIDROGRAFIA

La cercanía de las cordilleras Béticas al litoral determina la importancia de la pendiente, ya que el 57% del territorio de la cuenca Sur tiene pendientes superiores al 25% y sólo un 13% del territorio tiene pendientes inferiores al 5%.

Las cadenas montañosas se alinean en dos niveles: costero e interior. Las alineaciones costeras tienen máximas alturas de entre 1.300 y 2.300 metros y las interiores alcanzan los 3.500 metros. La red hidrográfica aprovecha las lineaciones estructurales longitudinales y transversales (contactos litológicos, fallas) más débiles para introducirse.

La Cuenca Sur no está formada por un sólo río con su red de afluentes, sino que está formado por una sucesión de cuencas con drenaje superficial independiente.

Tanto la orografía, como la litología y la red hidrográfica no presentan las situaciones más favorables para regular la infraestructura hidráulica en una zona donde la demanda hídrica es muy fuerte y son necesarias también medidas de protección contra las inundaciones extraordinarias.

#### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

##### 4.1. Precipitaciones extremas

No existen estudios muy precisos de precipitaciones extremas caídas sobre la cuenca Sur. Sin embargo es posible afirmar que la distribución de las precipitaciones máximas diarias es completamente distinta a la distribución de las precipitaciones anuales. A veces se registran importantes volúmenes de precipitaciones caídas en un día en zonas de poca altitud (600 mm en el pluviómetro del Albuñol, cerca del río Albuñol) o en zonas muy áridas (600 mm en el pluviómetro de Zurgena, cerca del embalse de Almanzora).

Generalmente, son las fuertes lluvias las causantes de las inundaciones en la cuenca Sur, aunque la superficie afectada no suele llegar a los 50 km.

#### 5. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LAS INUNDACIONES EN LA CUENCA SUR

A partir de los registros de inundaciones de la cuenca Norte que figuran en el Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (I.T.G.E. 1988) se pueden deducir características generales de las inundaciones en la Cuenca del Sur de España:

<b>CAUSAS</b>	Fuertes lluvias
<b>DURACION MEDIA</b>	1-2 días. Máximo 7 días (Enero 70).
<b>SUP. AFECTADA MEDIA</b>	17 km <sup>2</sup> . Máximo registrado 40 km <sup>2</sup> (Oct. 88)
<b>PERDIDAS ECO. MAXIMA</b>	8.000 millones de ptas. (Oct 88).
<b>DAÑOS MATERIALES</b>	Viviendas, comercios, vías de comunicación, hertas.
<b>PERIODO RECURRENCIA</b>	3-5-10-25-50-100 años. Máximo 500 años (Oct. 73, Oct. 24)
<b>PERIODO OBSERVACION</b>	1907-1988

# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.12 CUENCA DEL EBRO

### 1. AMBITO TERRITORIAL

La Confederación Hidrográfica del Ebro comprende el territorio español de las cuencas hidrográficas del río Ebro, río Garona y de las demás cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo a través de la frontera con Francia, excepto las cuencas del Nive y Nivelles. Se considera también incluida la Laguna de Gallocanta.

AUTONOMIAS/ PROVINCIAS	EXTENSION TOTAL (km <sup>2</sup> )	PARTICIPACION EN CUENCA (%)
Cantabria	766	0,9
Burgos	5.342	6,26
Palencia	38	0,04
Soria	2.806	3,29
La Rioja	5.013	5,87
Alava	2.639	3,08
Guipúzcoa	32	0,04
Vizcaya	57	0,07
Navarra	9.282	10,87
Huesca	15.671	18,35
Teruel	9.224	10,8
Zaragoza	17.194	20,13
Guadalajara	1.103	1,29
Barcelona	121	0,14
Gerona	234	0,27
Lérida	11.387	13,34
Tarragona	3.669	4,3
Castellón	821	0,96
<b>TOTAL</b>	<b>85.399</b>	<b>100</b>

Tabla 4. XXXVII. Distribución territorial de provincias y autonomías en la cuenca del Ebro.  
Extractado de M.O.P.U. 1988.

Este territorio abarca la casi totalidad de la Comunidad Autónoma de La Rioja, la mayor parte de Navarra y Aragón, parte de Cataluña y el País Vasco y áreas reducidas de Cantabria, Castilla y León, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha. La distribución territorial figura en la tabla 4. XXXVII.

La cuenca del Ebro es una de las más extensas de la Península Ibérica (85.001 km<sup>2</sup>), pero la cuenca del Duero es algo mayor si se incluye la parte portuguesa.

## 2. CLIMATOLOGIA

Los principales factores que determinan el clima de la cuenca del Ebro son: la cercanía al mar Mediterráneo, al océano Atlántico y a los Pirineos. Así, se diferencian áreas generadoras de agua y áreas consumidoras. Climatológicamente hablando, se distinguen cinco zonas:

a) la **Depresión Central** (Alava, Navarra, La Rioja, Zaragoza, Huesca, Teruel y Lérida) tiene clima continental o subdesértico tropical. Sufre escasez de precipitaciones, largas sequías estivales y temperaturas extremas.

b) la **cornisa Cantabro-Atlántica** con abundantes precipitaciones de distribución anual casi uniforme y temperaturas suaves a lo largo del año.

c) la **cornisa Ibérica**, de régimen parecido a la Depresión Central aunque con más lluvias y temperaturas más frías.

d) la **desembocadura**, de régimen similar a la Depresión Central, pero con temperaturas más suaves por la influencia del Mediterráneo.

e) el **área Pirenaica** tiene el mayor índice de precipitaciones, con veranos cortos y frescos e inviernos crudos. Precipitaciones en forma de nieve.

La configuración geográfica de la cuenca del Ebro determina el régimen predominantes de vientos. Siguiendo la lineación principal del valle NW-SE, el **cierzo** o viento frío se dirige hacia el NW y el **bochorno** o viento cálido se dirige hacia el SE.

### 2.1 Pluviometría

La distribución de precipitaciones en la cuenca del Ebro está condicionada por la orografía. La orla pirenaica, la cornisa cantábrica y la cordillera Ibérica son áreas productoras de escorrentía con balance hídrico positivo, mientras que los

sectores centrales de la cuenca son deficitarias en agua no sólo por los mayores índices de precipitaciones, sino por los regadíos y la demanda de los núcleos de población.

La **precipitación media anual** para toda la cuenca es de 603 mm/año. Las máximas precipitaciones caen sobre los Pirineos y la Cornisa Cantábrica, superando en algunos puntos los 1.500 mm de media anual.

En el Valle del Ebro las medias anuales son de unos 300 mm. Los temporales de lluvia van asociados a vientos de SE que entran por Tortosa y suelen durar dos o tres días. Sin embargo, en la parte alta del Valle del Ebro, la influencia viene del Atlántico en forma de sistemas nubosos que descargan 1.000 mm/año con abundantes nieves durante los meses de invierno.

En la desembocadura del Ebro, al igual que en toda la costa mediterránea, se producen **fuertes tormentas** en la primavera y el otoño con origen en embolsamientos de aire frío en las capas altas de la atmósfera sobre Baleares.

## 2.2. Termometría

Existe un núcleo de altas temperaturas medias anuales en el centro del valle con el máximo de 16°C en la desembocadura del Ebro. Las isotermas se disponen concéntricas con el valle hasta llegar al extremo más frío que se sitúa sobre Pirineos, Moncayo y la Sierra de Albarracín, con isotermas medias entre los 6° y 9°C.

Dada la continentalidad del clima del valle, se presentan importantes diferencias de 20°C entre las medias de los meses más cálidos y más fríos. Además, durante el invierno son importantes las heladas y las nieblas por el régimen de anticiclones fríos.

## 2.3. Nivalidad

Las precipitaciones en forma de nieve sólo afectan a las áreas de alta y media montaña. Sin embargo, los períodos de deshielo son muy importantes dentro del ciclo hidrológico anual por los volúmenes de agua aportados.

Desde 1984 está en marcha un proyecto de evaluación de la contribución de la fusión de la nieve al balance anual de los ríos de la cuenca que afectan. Las áreas a estudiar son el Pirineo, la Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, Sierra Nevada y Sistema Central.

En la cuenca del Ebro hay tres áreas donde la nieve ejerce su influencia: Pirineo (afluentes de la margen izquierda), Cordillera Ibérica (afluentes de la

margen derecha) y la Cordillera Cantábrica (afluentes de la margen derecha).

Ya existen datos para el Pirineo y se ha calculado que las aportaciones medias anuales procedentes del período principal de fusión de nieve (tres meses en total entre Abril y Julio) suponen unos 2.200 hm<sup>3</sup>/año, o un 10-20% del caudal del Ebro en la desembocadura. Es decir, representa un porcentaje importante al considerar la aportación anual.

### 3. HIDROGRAFIA

El colector principal de la Cuenca del Ebro se sitúa en posición central dentro de la cuenca, aunque los afluentes de la margen izquierda predominan sobre los afluentes de la margen derecha al recibir mayor volumen de precipitaciones a lo largo del año los colectores de los Pirineos.

### 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

#### 4.1 Precipitaciones extremas

Las áreas de precipitaciones superiores a 200 mm en un día son: la cabecera de los ríos Flamisell, Cinqueta, Matarraña y aguas abajo de la confluencia del Ebro con el río Canaleta.

Las zonas con precipitaciones máximas por día entre 150 y 200 mm son concéntricas con las anteriores y abarcan las cabeceras del Flamisell, Esera, Cinca, Ara, Guatizalema, Flumen, Arga, Erro y Urrobi. Existe otra zona desde la confluencia del río Ciurana hasta casi la desembocadura del Ebro y la cuenca alta del Matarraña.

Casi todos los afluentes de la margen izquierda se engloban en la línea de 100 mm de máxima por día, mientras que la margen derecha y la mayor parte del valle del Ebro se mantiene entre los 50 y 100 mm.

En la cabecera del Jalón existe una zona de precipitaciones máximas diarias de 50 mm.

#### 4.2 Máximas Avenidas Probables Naturales

En la tabla 4. XXXVIII se indican las estaciones de aforo con las superficies que controlan y los caudales de avenida para períodos de recurrencia de 50, 100 y 500 años.

#### 4.3 Inundaciones históricas

Se han catalogado quinientas dos (502) referencias sobre inundaciones ocurridas en algún punto de la Cuenca del Ebro desde 1483. Se puede deducir por tanto que se produce una inundación cada año aproximadamente como término medio.

El estudio individual de estas referencias permite llegar a las siguientes conclusiones sobre la Cuenca del Ebro:

- \* Los efectos de las inundaciones se manifiestan principalmente en los valles, pero también afectan con anterioridad a las **partes altas**. Habría sido posible avisar con antelación desde la parte alta de las cuencas de la llegada de la avenida al valle si en el pasado hubieran existido las comunicaciones adecuadas. Normalmente no hay referencias de lo que ocurrió aguas arriba, por tanto la información no está completa. Es muy probable que produzcan daños de menor relevancia aguas arriba que no dejen huella.
- \* Son las **poblaciones** las que a lo largo de la historia han sufrido los efectos catastróficos de las inundaciones. La causa más frecuente es el embalsamiento de las aguas y el posterior desbordamiento y derrumbe de diques y obras de contención.
- \* Las inundaciones con origen en las **tormentas en las cordilleras** son catastróficas por tres factores: a) rapidez de generación (flash-floods) b) alta velocidad de las aguas por elevada pendiente c) gran arrastre de materiales por la fuerte erosión.
- \* El "**efecto presa**" por la obstrucción de los puentes artificiales y las olas que desencadenan por el desbloqueo súbito, producen importantes daños.
- \* La destrucción de los **azudes de derivación**, contruídos para abastecimiento y generación de energía, ha sido uno de los efectos principales de las inundaciones. Además, el coste de reconstrucción de los mismos ha sido considerable.
- \* Los **embalses** no han sido utilizados históricamente como mecanismo de control de avenidas, no sólo por no haberse conocido su funcionamiento hasta tiempos recientes, sino también por la elevada pendiente longitudinal de los ríos en cabecera y la imposibilidad de inundar los valles al existir importantes asentamientos poblacionales.
- \* Las soluciones adoptadas preferentemente han sido los encauzamientos, los diques longitudinales y las obras de defensa puntual.
- \* El trazado de las más recientes vías de comunicación aprovechando los valles fluviales han propiciado la rotura de puentes e infraestructura, lo que implica no sólo la interrupción de los servicios, sino también costes importantes de

reconstrucción.

## 5. ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Las causas generales que pueden provocar las inundaciones pueden ser:

- \* Avenidas
- \* Temporales ciclónicos
- \* Obstrucciones en el cauce
- \* Efectos de presas y embalses
- \* Insuficiencia de drenaje
- \* Acciones del mar

En este ámbito territorial las causas más frecuentes han sido:

- 1º Avenidas generadas por fuertes tormentas descargadas en la cabecera de los ríos
- 2º Deshielos rápidos o prematuros

En resumen, las mejoras de la infraestructura realizadas en la cuenca del Ebro disminuirán en algunos casos la capacidad de generar inundaciones, pero en otros casos las nuevas obras añaden un factor de riesgo potencial no existente anteriormente (por ejemplo, las presas y embalses). Es previsible que las áreas que históricamente han sufrido los efectos de las inundaciones, continúen soportándolos aunque el grado de afectación varíe en función del incremento de población y de las obras de regulación.

La fuente de datos que se utilizó para detectar las áreas de riesgo potencial fueron:

- \* Zonas con inundaciones históricas
- \* Inventario de puntos conflictivos (221) repartidos por toda la cuenca
- \* Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación

## 6. ACCIONES PREVENTIVAS Y DE REDUCCION DE DAÑOS

- \* A pesar del elevado número de embalses que existen en esta cuenca, hay algunas subcuencas que carecen de regulación o simplemente es insuficiente. Es el caso de los ríos Irati, Arga, Segre, Aragón, Jiloca, Jalón, Alhama y Queiles, entre otros.

- \* Sería preciso además, **modernizar y complementar** las instalaciones de los embalses ya existentes para evitar filtraciones, deslizamientos de laderas, aterramientos y otros efectos perjudiciales para las poblaciones aguas abajo de los embalses.
- \* Sólo la instalación de **sistemas automáticos de aviso** podría alertar a las poblaciones de las partes bajas de las cuencas de la llegada de avenidas por deshielos rápidos.
- \* El problema que plantea el importante volumen de sólidos que se arrastran por los barrancos de alta montaña y por los ríos Jalón, Jiloca, Alhama y Queiles, ha sugerido la realización de **presas agujero y diques de retención de sólidos**. También se han propuesto en casi todas las zonas la limpieza y dragado de los cauces.
- \* Es necesario el estudio de los **cruces** de las vías naturales de evacuación con las vías de comunicación. En algunos casos extremos sería preciso demolerlos y sustituirlos por otros más adecuados.
- \* Los **encauzamientos** son una buena solución para la parte alta de los cauces pero para los tramos bajos se necesitan soluciones más sofisticadas por el descenso de la pendiente, las numerosas curvas y la capacidad de desagüe.
- \* También es urgente estudiar los procedimientos más adecuados para drenar las zonas con agua embalsada y estancada durante las inundaciones.
- \* Urge el estudio y definición de la **normativa legal** que permita zonificar las áreas inundables en varias clases y valorar objetivamente los daños potenciales.

Ver la tabla 4. XXXIX. que resume el tipo de acciones preventivas para la cuenca del Ebro y grado de urgencia de las mismas.

## 7. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS INUNDACIONES DE LA CUENCA DEL EBRO

A partir de los registros de inundaciones en la cuenca del Ebro que figuran en el Catálogo Nacional de Riesgos Geológicos (I.T.G.E. 1988), se pueden deducir las siguientes características de las inundaciones en la Cuenca del Ebro:

CAUSAS	Lluvias intensas, tormentas, avenidas
DURACION MEDIA	5 días. Máximo registrado 18 días (Nov 61)
SUP. AFECTADA MEDIA	350 km <sup>2</sup> . Máximo registrado 10.000 km <sup>2</sup> (Nov 82)
PERDIDAS ECO. MAXIMAS	400.000 Mio ptas (Nov 82)
DAÑOS MATERIALES	Agricultura, carreteras, industria
PERIODO RECURRENCIA	2-4-5-8-10-20-25-50 Máximo 100 años
PERIODO OBSERVACION	1952 - 1984

Estación de aforo		Superficie km <sup>2</sup>	Período de retorno (años)		
Lugar	Río		50	100	500
Castejón	Ebro	25.194	4.762	5.240	6.299
Zaragoza	Ebro	40.434	4.124	4.529	5.459
Tortosa	Ebro	84.230	5.306	5.812	6.991
Maquinenza	Ebro	57.442	4.710	5.342	6.663
Sástago	Ebro	48.974	4.016	4.457	5.436
Mendavia	Ebro	12.010	1.862	2.042	2.462
Miranda	Ebro	5.481	1.666	1.858	2.297
Peralta	Arga	2.704	1.939	2.177	2.726
Echaurí	Arga	1.756	1.705	1.907	2.376
Andosilla	Ega	1.445	507	568	708
Estella	Ega	943	345	383	472
Liédana	Iratí	1.546	1.051	1.158	1.405
Arive	Iratí	236	361	393	468
Asiaín	Araquil	782	649	714	864
Berantevilla	Ayuda	307	118	133	168
Arce	Zadora	1.375	550	617	772
Eraul	Urederra	309	314	351	438
Peralta de Alcofea	Alcandre	765	532	594	741
Lascellas	Alcandre	501	291	329	416
Seo de Urgell	Segre	1.233	520	596	771

Camarasa	Segre	7.160	1.740	1.998	2.585
Alós de Balaguer	Segre	4.318	1.006	1.149	1.481
Pons	Segre	3.320	1.125	1.285	1.660
Oliana	Segre	2.700	1.002	1.158	1.515
Serós	Segre	12.782	2.314	2.671	3.489
Balaguer	Segre	7.796	1.590	1.824	2.378
Orgañá	Segre	2.384	1.016	1.168	1.521
Lérida	Segre	11.369	2.081	2.399	3.126
Graus	Esera	893	960	1.095	1.406
Barasona	Esera	1.511	1.798	2.075	2.708
Capella	Isabena	426	446	508	651
Javierregay	Subordán	348	519	577	711
Ardisa	Gállego	2.040	1.324	1.483	1.854
Anzánigo	Gállego	1.391	1.312	1.494	1.914
Santa Eulalia	Gállego	1.901	1.209	1.361	1.713
El Grado	Cínca	2.127	1.642	1.853	2.340
Fraga	Cínca	9.612	2.595	2.922	3.618
Caparroso	Aragón	5.496	2.051	2.297	2.871
Yesa	Aragón	2.191	1.442	1.630	2.064
Jaca	Aragón	238	334	337	476
Aspurz	Salazar	396	440	493	614
Boltaña	Ara	626	687	776	983
Seo de Urgel	Valira	559	486	558	725
Eriste	Esera	323	600	682	872
Sigües	Esca	506	549	613	763
Sangüesa	Onsella	275	275	315	409
Urroz Villa	Erro	180	337	380	479
La Piñana	Noguera Ribagorzana	1.757	972	1.130	1.493
Gollegast	Noguera Pallaresa	1.518	897	1.022	1.310
Peralta de Alcofea	Guatizamela	362	411	471	607
Olave	Ulzama	240	257	283	345
Barbastro	Vero	345	331	384	505

Morata de Jiloca	Jiloca	2.502	133	153	195
Calamochoa	Jiloca	1.498	67	78	103
Daroca	Jiloca	2.202	108	123	159
Santolea (cola)	Guadalupe	1.002	201	229	293
Alcañiz	Guadalupe	3.476	671	772	1.001
Hijar	Martín	1.419	220	257	338
Oliete	Martín	670	169	198	265
Las Torcas	Huerva	456	111	128	167
Embid de Ariza	Deza	207	102	119	157
Jaraba	Mesa	598	84	97	130
Huérmeda	Jalón	7.164	523	724	960
Cetina	Jalón	1.600	797	920	1.203
Nuévalos	Piedra	732	31	36	45
Berge	Guadalpolillo	141	33	39	51

Tabla 4. XXXVIII. Tabla de caudales de avenida para estaciones de aforo dentro de la cuenca del río Ebro. Tomado de M.O.P.U. 1988.

ACCIONES	RANGO DE URGENCIA		
	MAXIMA	MEDIA	MINIMA
Embalses de laminación	9	20	32
Corrección y regulación de cauces	34	60	268
Protección de cauces	19	58	150
Encauzamientos	9	23	31
Obras de Drenaje			3
Conservación de suelos y reforestación	10	48	75
Zonificación y regulaciones legales	20	33	152
Implantación de un sistema de seguros	18	45	219
Instalación de un Sist. de alarma y previsión	2	6	107
Gestión integrada del Sist. hidráulico	8	9	72

Tabla 4. XXXIX. Cuadro resumen de acciones preventivas contra las inundaciones en el área de la Cuenca del Ebro. Modificado de M.O.P.U. 1988.

# INUNDACIONES

## CAPITULO 4.13 CUENCA DEL SEGURA

### 1. AMBITO TERRITORIAL

El ámbito territorial que abarca la Confederación Hidrográfica del Segura comprende el territorio de todas las ramblas que vierten al mar Mediterráneo entre Guardamar del Segura y la divisoria de aguas del Río Almanzora, incluida la cuenca del Segura, la rambla de Canalejas y las zonas endorreicas de Pozohondo y Yecla.

La extensión total de este territorio es de 18.869 km<sup>2</sup> y la distribución es como sigue (tabla 4.XXXX):

PROVINCIA	EXTENSION EN LA CUENCA (KM <sup>2</sup> )	% DE EXTENSION EN LA CUENCA	% DE LA PROVINCIA EN CUENCA
Albacete	4.712	24,97	32,34
Alicante	1227	6,5	21,08
Almería	1139	6,04	12,97
Granada	53	0,29	0,43
Jaén	586	3,11	4,34
Murcia	11.150	59,09	98,52
<b>TOTAL</b>	<b>18.869</b>	<b>100</b>	

Tabla 4. XXX. Distribución territorial de provincias en la cuenca del Segura.  
Extractado de M.O.P.U. 1988.

### 2. CLIMATOLOGIA

La cuenca del Segura presenta grandes contrastes climáticos y los factores que lo determinan son: la latitud, los factores atmosféricos, la topografía, la orientación, la exposición a la radiación solar y la distancia al mar. De esta forma se producen sequías, lluvias torrenciales, altas temperaturas, heladas, etc, en función de la combinación de los factores citados.

Precipitación media anual .....	380 mm
Precipitación año más húmedo .....	561 mm
Precipitación año más seco .....	234 mm

2.1 Pluviometría

La distribución espacial de las precipitaciones anuales se deduce de la **morfología del relieve**. En las montañas situadas en el Noroeste de la cuenca se superan los 1.000 mm/año por la acción de los vientos húmedos de las borrascas atlánticas del frente polar (1.100 mm anuales en la cabecera del río Tus y Sierra de Segura), pero también ejercen un "efecto-barrera" para la entrada de precipitaciones en la cuenca baja del Segura (200 mm en la zona de Aguilas-río Almanzora).

En líneas generales, las precipitaciones medias anuales disminuyen del Noroeste al Sureste, alcanzando en las zonas costeras niveles mínimos de precipitación de 300 mm al año.

Los meses de mínimas precipitaciones son Julio y Agosto y separan los períodos de máximas precipitaciones. La máxima precipitación media mensual se registra en el mes de Octubre con 52 mm. La menor precipitación media mensual se presenta en Julio con 6 mm.

2.2 Termometría

La distribución anual de las temperaturas es la siguiente:

- \* En la Sierra del Segura se registran las medias anuales más bajas con valores entre 9° y 10°C. Los inviernos son rigurosos con temperaturas inferiores a los 4°C durante los meses de Diciembre a Febrero. Durante el verano las temperaturas oscilan en torno a los 21°C.
- \* En la zona central de la cuenca las temperaturas durante los meses del invierno (Diciembre a Marzo) son de 8° a 10°C. En Julio y Agosto son de 25° a 28°C. En la Sierra de Espuña la media anual baja hasta los 13°C.
- \* En la parte más oriental y litoral, los inviernos son muy suaves, con temperaturas ente los 12° y 15°C. Los veranos son largos y calurosos que alcanzan los 30°C de media en el mes de Agosto.

Las entradas de aire frío y seco de procedencia polar provocan descensos importantes de la temperatura, ocasionando heladas que resultan catastróficas para los cultivos. Es de destacar las bajas temperaturas que se registraron del 30 de Diciembre de 1984 al 16 de Enero de 1985.

### 2.3 Nivalidad

La Cuenca Hidrográfica del Segura no tiene áreas de nieves permanentes. Sólo son significativas en las cabeceras del río Mundo y Segura.

El mayor número anual de días de nieve se registra sobre la Sierra del Segura (30 días) y las isolíneas descienden hacia el litoral, donde la nieve es prácticamente inexistente a lo largo de todo el año.

## 3. HIDROGRAFIA

La red hidrográfica del Segura presenta una marcada **asimetría**, tanto por el número de ríos como por la superficie de sus subcuencas. Los afluentes de la margen derecha configuran un conjunto más importante que los de la izquierda. Casi todos los afluentes importantes se orientan según W-E.

La red se **jerarquiza** en cursos de aguas permanentes y cursos estacionales o "ramblas". Las ramblas tienen un caudal anual muy irregular, pasando de estar secos a inundarse súbitamente alcanzando situaciones de alto riesgo.

## 4. AVENIDAS E INUNDACIONES

### 4.1 Precipitaciones máximas

El número de **tormentas importantes** presenta dos máximos: uno en primavera (Abril) y otro en otoño (Octubre). El máximo absoluto se registra en otoño causado probablemente por la frecuencia de fenómenos relacionados con la "gota fría".

### 4.2 Inundaciones históricas

Se han catalogado doscientas catorce (214) referencias sobre inundaciones ocurridas en algún punto de la cuenca del Segura desde el año 1483. Entonces, para los 500 años que van desde 1483 a 1983, se deduce una frecuencia de una inundación cada dos años aproximadamente, dato que es meramente ilustrativo.

siguientes características generales de las inundaciones en la cuenca del Segura:

CAUSAS	Temporales de lluvias intensas
DURACION MEDIA	4 días. Máximo 12 días (Nov. 26, Oct. 24)
SUP. AFECTADA MEDIA	27 km <sup>2</sup> Máximo 40 km <sup>2</sup> (Oct. 24)
PERDIDAS ECO. MAXIMAS	1.000 millones de ptas. (Oct. 73)
DAÑOS MATERIALES	Agricultura principalmente (huertas).
PERIODO RECURRENCIA	2-3-4-5-6-8-50-250. Max. 300 años (Ag. 84)
PERIODO OBSERVACION	1924-1982

# INUNDACIONES

## CAPITULO 5. ZONIFICACIONES

### 5.1 ZONIFICACION DE NIVELES DE RIESGO DE INUNDACION

La base de la información es el Mapa de Zonas de Riesgo Potencial perteneciente al Informe de Síntesis "Las Inundaciones en la España Peninsular" de la Comisión Nacional de Protección Civil, que fue realizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y editado por el M.O.P.U. en 1988.

La leyenda del mapa es muy simple y divide el riesgo de inundación en cuatro niveles: **máximo**, en color rojo; **intermedio**, en color verde; **mínimo**, en color amarillo y **blanco** cuando corresponde a riesgo nulo. La asignación de estos niveles de riesgo es el resultado de la matriz de impacto que se ha utilizado para evaluar semicualitativamente el efecto que las inundaciones pueden producir en cada zona previamente catalogada. Antes de lanzar la aplicación de la matriz de impacto a todas la cuencas hidrográficas, se comprobó su funcionamiento para el análisis del riesgo de inundación en la cuenca del Segura a modo de cuenca piloto.

La matriz de impacto como tal, permite la entrada de información a través de sus filas y columnas. Los **conceptos evaluadores** del riesgo para cada inundación forman parte de las filas y reflejan aquello que se presenta como vulnerable frente a la inundación. Están consideradas las siguientes:

**A:** Pérdida de vidas humanas

**B:** Daños y suspensión de servicios tipo vías de comunicación, infraestructura de abastecimiento y saneamiento de agua e infraestructura urbana.

**C:** Daños y suspensión de servicios tipo infraestructura del suministro de energía y redes de riego y drenaje.

**D:** Daños materiales y suspensión de servicios de menor importancia, como telecomunicaciones. Daños a industrias y áreas agropecuarias.

La importancia de cada uno de estos factores queda establecida al asignarles un valor numérico que pesa sobre el resultado final de la matriz de impacto. Los valores

superiores corresponden a la pérdida de vidas humanas. Dado que es un trabajo promocionado desde una perspectiva civil o de interés nacional, es evidente que el objetivo principal es salvar vidas humanas mientras que este Estudio trata de estimar el impacto sobre lo asegurable. Los valores asignados en el informe ministerial quedan como sigue:

A: Valor 8

B: Valor 4

C: Valor 2

D: Valor 1

La cuantificación relativa de los conceptos A, B, C y D se realiza en base a tres categorías: I, II y III, que forman parte de la columna de la matriz de impacto e indican la importancia máxima, intermedia y mínima respectivamente. Al igual que los conceptos A, B, C y D, las categorías I, II y III quedan valoradas con cuatro, dos y uno respectivamente.

Parece ser que la definición de representatividad de las categorías fué uno de los puntos más discutidos para el diseño de la matriz de impacto. Con el fin de no supervalorar o infravalorar la importancia de alguno de los conceptos evaluadores del riesgo en algunas cuencas especialmente conflictivas, la limitación de los intervalos que cubren las categorías de riesgo son diferentes para cada cuenca. Así, la clasificación de los niveles de riesgo es relativa a los puntos que pertenecen a una misma cuenca, de forma que no sería posible establecer comparaciones entre zonas con el mismo nivel de riesgo que pertenezcan a cuencas diferentes. Esta información por tanto, no permite contemplar el problema de las inundaciones en la Península a nivel global, sino que para conocer datos concretos de daños, hay que acudir a la documentación concreta de cada cuenca.

En consecuencia, no todas las zonas clasificadas con prioridad máxima que figuran en rojo en el Mapa de Zonas de Riesgo Potencial de Inundaciones requieren las mismas medidas de prevención ni con la misma urgencia. Ni tampoco todas las zonas clasificadas con prioridad mínima tendrán el mismo nivel de riesgo mínimo, sino que habrá asignaciones relativas a los puntos de su misma zona y no extrapolables a otras cuencas.

Ya que los conceptos evaluadores del riesgo y las categorías no consideran los períodos de recurrencia de las inundaciones, se introdujo el denominado **coeficiente de riesgo**. Es un coeficiente aplicado a cada zona y se ha escogido a partir de la frecuencia registrada de las referencias de inundaciones catalogadas, mientras que para los lugares donde no existe documentación sobre inundaciones históricas, se ha deducido a partir de parámetros hidrológicos. Dada la subjetividad de ambos métodos, se especifica en el informe de la Comisión Técnica de Inundaciones, que el

coeficiente de riesgo podrá ser modificado a partir de nuevas referencias o datos. Tal coeficiente se define como sigue:

Frecuencia	Período de retorno (años)	Coeficiente
Frecuente (<50 años)	P > 50	1,5
Normal (50-100 años)	50 > P > 100	1
Extraordinaria (> 100 años)	P > 100	0,5
Accidentes en presas	-	0,2

Características del coeficiente de riesgo.

De esta forma, la matriz de impacto para cada zona queda estructura de esta forma (incluyendo el valor asignado a cada celdilla):

CONCEPTOS \ CATEGORIAS	I	II	III
Pérdida de vidas humanas	32	16	8
Vías de comunicación	16	8	4
Saneamiento y Abastecimiento de agua	16	8	4
Infraestructura urbana	16	8	4
Suministro de energía	8	4	2
Red de riego y drenaje	8	4	2
Infraestructura de telecomunicación	4	2	1
Industrias	4	2	1
Areas agropecuarias	4	2	1

Matriz de impacto por inundaciones.

A la vista de los valores asignados a cada concepto, se pueden establecer los límites superior e inferior entre los que se sitúan los valores de la matriz de impacto. En cuanto al límite superior, alcanza 108 se se suman los valores correspondientes a la categoría I, mientras que si se suman los valores correspondientes a la categoría III resultaría 27 (es el caso de asignar a todos los conceptos la categoría mínima).

A la hora de aplicar el coeficiente de riesgo, si se multiplica el máximo valor de la matriz por 1,5 para inundaciones frecuentes sobre el limite superior 108, el resultado sería de 162. En cuanto al valor mínimo una vez aplicado el coeficiente de riesgo, resultaría de 5.4 (valor altamente improbable).

La definición de niveles de riesgo queda finalmente así:

<p>1. prioridad <b>máxima</b>, con zonas de valor de la matriz mayor que 80 una vez aplicado el coeficiente de riesgo.</p> <p>2. prioridad <b>intermedia</b>, con valor de la matriz entre 40 y 80 una vez aplicado el coeficiente de riesgo.</p> <p>3. prioridad <b>mínima</b>, con valor de la matriz inferior a 40 una vez aplicado el coeficiente de riesgo.</p>
--

Definición de niveles de riesgo

Esta clasificación ha sido diseñada para ser muy simple a pesar de tener una base documental extremadamente amplia. Asimismo, ha tratado de suavizar la subjetividad que se ha aplicado en algunos apartados reduciendo los conceptos a considerar y simplificando las categorías posibles a tres. Aún así es necesario ofrecer unos límites para cada prioridad para poder discriminar unas zonas de otras. En algunos casos los valores de la matriz de impacto eran muy similares y rondaban dos prioridades, aunque fueron clasificados tal y como definen las prioridades. Por ello, tales asignaciones son susceptibles de ser modificadas en función del objetivo planteado.

A continuación se muestran dos ejemplos de matriz de impacto:

TIPOLOGIA DE LOS DAÑOS	CATEGORIA RELATIVA			CRITERIO UTILIZADO
	I	II	III	
GRUPO A Víctimas	*			Pérdida de vidas humanas en Llodio
GRUPO B Vías de comunicación	*			La N-625, así como el ferrocarril Madrid-Bilbao quedan cortados.
Abastecimiento y saneamiento de aguas		*		El abastecimiento a Llodio y sus depuradoras quedan inutilizadas.
Infraestructura urbana	*			Sufren graves daños calles y edificios.
GRUPO C Infraestructura del suministro de energía			*	Afecta únicamente a la zona.
Redes de riego y drenaje			*	Poco desarrollada en la zona.
GRUPO D Infraestructura de telecomunicación			*	Sin documentación específica.
Industrias	*			Muy graves pérdidas en la industria de la zona.
Agricultura y ganadería		*		Daños en la zona.
VALOR ADJUDICADO A LA MATRIZ: 83	COEF. DE RIESGO: 1			RANGO DE PRIORIDAD: 1

Matriz de impacto correspondiente al Curso Alto del Nervión, Amurrio-Llodio. Tomado de M.O.P.U. 1988.

TIPOLOGIA DE LOS DAÑOS	CATEGORIA RELATIVA			CRITERIO UTILIZADO
	I	II	III	
GRUPO A Pérdida de vidas humanas	*			Dada la proximidad de algún núcleo urbano, la rotura súbita de la presa podría causar numerosas víctimas
GRUPO B Vías de comunicación  Abastecimiento y saneamiento de aguas  Infraestructura urbana	*			Afectaría a un puente y a un tramo de carretera.  El abastecimiento y saneamiento de Zorita podría ser destruido.  Sufrirían daños casas aisladas y el pueblo de Zorita
GRUPO C Infraestructura del suministro de energía  Redes de riego y drenaje		*		Hay una línea eléctrica que cruza la zona y podría ser afectada  No hay regadíos importantes en la zona.
GRUPO D Infraestructura de telecomunicación  Industrias  Agricultura y ganadería		*		Sufriría daños la red telefónica local en Zorita.  No hay industrias importantes en la zona.  Daños importantes en tierras, cultivos y ganadería.
VALOR ADJUDICADO A LA MATRIZ: 93	COEF. DE RIESGO: 0,2			RANGO DE PRIORIDAD: 3

Matriz de impacto correspondiente a aguas abajo del embalse de Zorita. Tomado de M.O.P.U. 1988.

Los dos ejemplos de matriz de impacto que se muestran, corresponden a dos zonas con grados de vulnerabilidad completamente diferente frente a las inundaciones. El primero de ellos corresponde a una zona cercana a un cauce de alta peligrosidad por avenidas en función de las características geomorfológicas y meteorológicas del área. La cercanía de poblaciones e instalaciones industriales añade un factor de riesgo a la exposición de la zona ante las inundaciones. El coeficiente de riesgo no modifica el valor adjudicado a la matriz: 93.

En el caso de la zona situada aguas abajo del embalse de Zorita, se analizan tanto las instalaciones industriales, como núcleos de población, agricultura y vías de comunicación, pero se tiene en cuenta el efecto desastroso que tiene la caída súbita del volumen de agua embalsada, muy diferente de los efectos ocasionados por una avenida por enorme que parezca.

Las fuentes de información utilizadas para catalogar estas zonas con riesgo potencial de inundación fueron:

1. Zonas de inundaciones históricas
2. Inventario de puntos conflictivos de la D.G.O.H. (1975) actualizado

### 3. Zonas situadas aguas abajo de los embalses en explotación

Las características generales de cada uno de los niveles de riesgo potencial recopiladas de los Estudios de Inundaciones Históricas de todas las cuencas hidrográficas (Comisión Técnica de Inundaciones, 1985) son:

#### **ZONAS DE PRIORIDAD MAXIMA**

Son aquellas que se han visto inundadas tradicionalmente y han abarcado de forma simultánea a varios ríos con efectos de consideración. Habrá que tener en cuenta para futuras obras de infraestructura los efectos, casi nunca observados, de las inundaciones aguas arriba de las zonas calificadas como de prioridad máxima, pues lo que ocurra en ellas puede desencadenar efectos desastrosos aguas abajo.

#### **ZONAS PRIORIDAD MEDIA**

Son zonas con menor frecuencia de inundación y daños derivados de menor entidad (viviendas, tierras de labor, ganado). Suelen ser de menor extensión y la inundación procede de la avenida de un solo río o de una reducida red de drenaje o de un fenómeno tormentoso local. Se conjuga además con la escasez de núcleos urbanos cercanos a los cauces.

#### **ZONAS DE PRIORIDAD MINIMA**

Se corresponde con aquellas zonas en las que ya se ha sufrido alguna inundación o alguno de los puntos considerados en el Inventario de Puntos Conflictivos de la Dirección General de Obras Hidráulicas donde exista infraestructura, bienes y/o servicios expuestos al riesgo de inundación. También se han considerado aquellos puntos que están situados aguas abajo de las grandes presas, que sólo por tener esta ubicación, se exponen al riesgo de rotura de la presa.

Toda esta información está representada cartográficamente en los Mapas de Riesgo Potencial para cada cuenca hidrográfica que fueron realizados a escala 1:200.000 y posteriormente se integraron en un mapa a escala nacional 1:1.000.000 sin curvas de nivel.

Con la aplicación de la técnica actuarial se pueden valorar de diferente forma la importancia de los factores que integran la matriz de impacto al relacionarla con la susceptibilidad ante las inundaciones, de forma que es posible adecuar los límites de los niveles de prioridad a los objetivos del aseguramiento. También se pueden incluir nuevos conceptos evaluadores del riesgo y eliminar aquellos que no se consideren adecuados.

## 5.2 COMPATIBILIZACION DE LOS NIVELES DE RIESGO DEL M.O.P.U. CON UNA DIVISION TERRITORIAL

Para que el Mapa de Zonas de Riesgo Potencial sea útil desde el punto de vista del asegurador, ha sido necesaria su adaptación a una división territorial manejable. Para decidir a qué unidades básicas de información geográfica se acomodaría el Mapa de Zonas de Riesgo Potencial, se analizó una muestra representativa de los sectores a los que está dirigido el Estudio (suscriptores de seguro y reaseguro). Finalmente es el código postal el único código común a todas las pólizas que a la vez sitúa el riesgo y ha de ser introducido obligatoriamente. Sin embargo no están disponibles mapas a escala nacional de la distribución de los códigos postales.

A partir del precedente que establece Agroseguro con la utilización de códigos de los términos municipales del Instituto Nacional de Estadística para la localización de los riesgos relacionados con la agricultura y a la vista de la disponibilidad de mapas a escala nacional con la división de los términos municipales, se decidió adoptar esta división como base de información geográfica para el Estudio.

Para dar una idea del alcance de los términos municipales, España está dividida en 52 provincias y éstas a su vez, en unos **8.700 términos municipales**. Mientras que el término municipal más extenso pertenece a la provincia de Cáceres y tiene 176.849 Ha, el término municipal de Emperador, perteneciente a la provincia de Valencia tiene 3 Ha.

Para lograr conciliar la información del Mapa de Riesgo Potencial de inundaciones, se le ha superpuesto el mapa de división de términos municipales, de forma que, si alguna porción de un término municipal está afectada por un río o rambla con un nivel de riesgo asignado, todo el término municipal queda calificado con este nivel de riesgo. Existen casos en los que un término municipal incluye ríos o ramblas con diferentes niveles de riesgo, pero siguiendo la hipótesis más pesimista, se asignó a todo el término municipal el nivel de riesgo más grave.

Es evidente que no todo el área que forma un término municipal contiene zonas de riesgo de inundación, pero tal asignación significa que en algún lugar de ese término municipal existe una zona de riesgo de inundación (alrededor de una rambla, un arroyo, un río, etc). Equivale a una señal de alerta para discriminar aquellos términos municipales que quedan libres del riesgo de inundación, de aquellos que pueden ser afectados por inundaciones de ríos o ramblas con un nivel extremo de riesgo máximo, intermedio o mínimo.

Es cierto también, que la extensión de los términos municipales en la mitad Norte de España es mucho menor que los términos municipales en la mitad Sur. Las razones de estas diferencias son heredadas de las formas de parcelación y cultivo en siglos anteriores. Esta circunstancia deriva en que se cometen menos errores en la mitad

Norte peninsular que en la mitad Sur, donde hay términos de gran extensión que abarcan puntos relativamente lejanos al cauce calificado con un nivel de riesgo determinado.

Este método de trabajo no es absolutamente correcto, pero se trata de un procedimiento de adaptación de información fiable suministrada por un equipo investigador interdisciplinar oficial, a las necesidades del sector asegurador y reasegurador en nuestro país.

### 5.3 CONTROL DE ACUMULACION: JUSTIFICACION DE LA METODOLOGIA UTILIZADA

En el Manual del C.R.E.S.T.A. (Catastrophe Risk Evaluating and Standardizing Target Accumulations) se definen las **Zonas de Exposición a Terremoto** (Earthquake Exposure Zones) como áreas basadas en la actividad sísmica observada o esperada dentro de un país. Por otra parte, las **Zonas de Distribución de la Acumulación por Terremoto** (Earthquake Accumulation Assesment Zones) consideran la distribución dentro de un país de los valores asegurados a partir de límites administrativos o políticos para facilitar la asignación de un nivel de riesgo. Ambos conceptos resultan muy útiles para las compañías reaseguradoras que necesitan tener una visión global del negocio en un país que no es el suyo así como la exposición global del negocio que tienen al fenómeno de terremoto.

De la misma forma que se han seguido estos criterios para definir zonificaciones de terremoto, se tratará de definir los patrones de las aquí denominadas **Zonas de Exposición a Inundaciones y Zonas de Distribución de Acumulación por Inundación**.

### 5.4 MAPA DE CONTROL DE ACUMULACION Y CRITERIOS DE REALIZACION

El objetivo de esta zonificación ha sido compatibilizar criterios **fisiográficos** y criterios de **división administrativa**. En primer lugar, la discriminación más intuitiva para conocer una inundación es la división en las grandes cuencas hidrográficas donde, a excepción de algunos eventos desencadenados por grandes perturbaciones atmosféricas, las inundaciones suelen afectar a una única cuenca. Pero una mapa físico de las cuencas hidrográficas de España no es útil para realizar un control de acumulación.

Por ello, los límites naturales de la cuencas hidrográficas se han adaptado aproximadamente a los límites administrativos de los términos municipales que abarcan, resultando España dividida en las siguientes cuencas:

**PROPUESTA DE ZONIFICACION PARA EL  
CONTROL DE ACUMULACION POR INUNDACIONES**

CUENCA NORTE  
CUENCA DEL DUERO  
CUENCA DEL TAJO  
CUENCA DEL GUADIANA  
CUENCA DEL GUADALQUIVIR  
CUENCA SUR  
CUENCA DEL SEGURA  
CUENCA DEL JUCAR  
CUENCA DEL EBRO  
CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL  
CUENCA BALEAR  
CUENCA CANARIA

Existen casos en los que el límite de una cuenca divide un término municipal. Esto significa que la línea de cumbres de las grandes cuencas hidrográficas pasa por un término municipal que está compuesto por terrenos con pendientes completamente diferentes. Se opta entonces por asignar este término municipal a la cuenca que incluya mayor extensión del mismo, dado que será mayor el volumen de agua que aporte tal término a la cuenca correspondiente procedente de las aguas de lluvia y de la ladera colectora de aguas.

La información de la Comisión Nacional de Protección Civil de 1988 no incluye la información general para el Noroeste de Galicia ni el Pirineo Oriental al igual que en el resto de la cuencas, aunque sí están asignados niveles de riesgo de inundación para los cauces fluviales de estas dos zonas.

Por lo tanto, la zonificación en grandes cuencas hidrográficas adaptada a los límites administrativos de los términos municipales propuesta para el control de acumulación de inundaciones en base al estudio de áreas afectadas por inundaciones históricas, reúne las características de lo que se puede denominar **Zonas de exposición a Inundaciones y Zonas de Distribución de Acumulación por Inundaciones** por asimilación a la nomenclatura C.R.E.S.T.A. Es decir, la compatibilización de los parámetros naturales con los parámetros administrativos.

**5.5 FUTURAS OPCIONES DE ZONIFICACION EN CONSONANCIA CON C.R.E.S.T.A.**

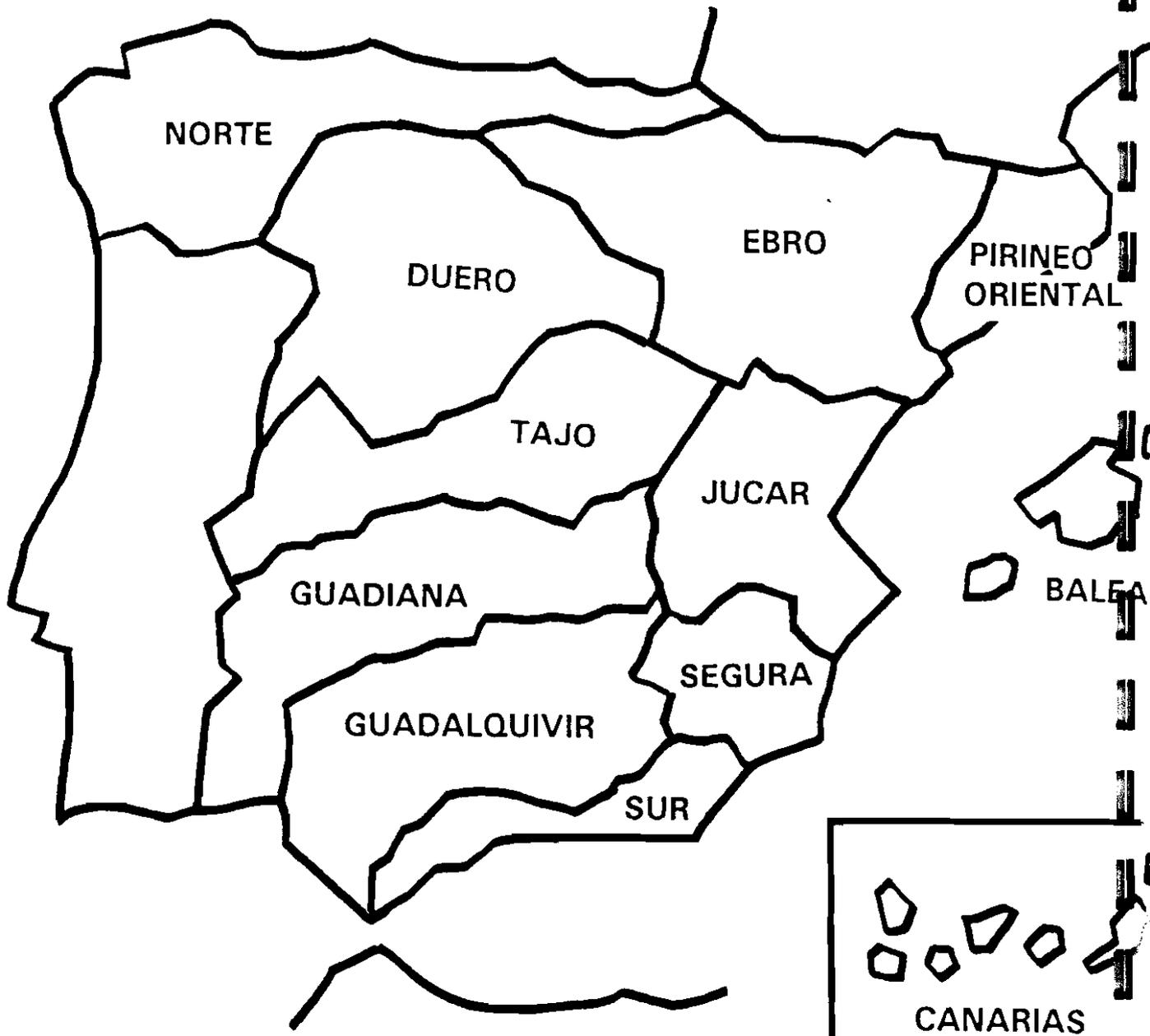
A pesar de que el criterio de división política ya ha sido tenido en cuenta, es posible que la forma más fácil de realizar el control de acumulación sea adaptar de nuevo los

límites de las cuencas hidrográficas a los límites provinciales, de mayor rango y más manejables desde fuera de España. Si se siguen las pautas del C.R.E.S.T.A. para las nuevas zonificaciones de los países europeos, donde se mantiene una única zonificación para todos los eventos naturales, es posible proponer en un futuro próximo una zonificación en base a provincias.

Así, la división de España en cuencas hidrográficas sería útil para hacer estudios de "escenario de siniestro", mientras que la única zonificación permitiría trabajar con la misma base geográfica de distribución de valores asegurados para los tres eventos.

Por otra parte, no hay que descartar las posibilidades que abre el descender a nivel de subcuenca hidrográfica natural, ya que permitiría dirigir los estudios a zonas especialmente problemáticas para obtener resultados más precisos a partir de una información más detallada.

# ZONAS DE CONTROL DE ACUMULACION POR INUNDACIONES



CUENCA NORTE: N
CUENCA DEL DUERO: D
CUENCA DEL TAJO: T
CUENCA DEL GUADIANA: Gu
CUENCA DEL GUADALQUIVIR: Gq
CUENCA DEL SUR: S
CUENCA DEL SEGURA: Sq
CUENCA DEL JUCAR: J
CUENCA DEL EBRO: E
CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL: P
CUENCA BALEAR: B
CUENCA CANARIA: C

### 6.1.3. Franquicia

Rigen los mismos criterios de franquicia, cláusula horaria y porcentaje de cobertura que para el fenómeno de terremoto.

## 6.2. LA COBERTURA EN FRANCIA

### 6.2.1. Modalidad de cobertura

A raíz de la Ley de 13 de Julio de 1982, las pólizas deben incluir obligatoriamente una cláusula de cobertura de fenómenos de la naturaleza, corriendo la cobertura a cargo de Entidades Aseguradoras, pero cediendo el riesgo, a su vez, a una empresa estatal, la Caja Central de Reaseguro (CCR).

La cobertura se otorga prácticamente en régimen de compensación, siendo la tasa para Daños y Pérdida de Beneficios el 9 por ciento de las primas de estas garantías.

Las modalidades de cesión a la CCR, para todos los ramos, excepto automóviles son:

- Reaseguro en Cuota - parte.

- . Cesión máxima : 90%.
- . Comisión : 24%.

- Reaseguro Cuota - parte con la retención cubierta por exceso de siniestralidad.

% CESION C/P	% COMISION	% STOP LOSS	% PRIMA
55 - 90	24	120	16
		150	11
		175	7
		200	4,5
50	24	150	11
45	24	175	7
		200	4,5

### 6.2.2. Exclusiones

Los daños por Responsabilidad Civil, pérdidas indirectas, gastos de desplazamiento y alojamiento, pérdida de uso o alquileres, prima de seguro de la obra de reconstrucción y honorarios de peritos.

### 6.2.3. Franquicias

- Viviendas y otros bienes no profesionales: 1.500 francos.
- Bienes de uso profesional: 10 por ciento de los daños, con mínimo de 4.500 francos.
- Pérdida de Beneficios: 3 días, con mínimo de 4.500 francos.

## 6.3. LA COBERTURA EN ITALIA

### 6.3.1. Modalidad de cobertura

Daños producidos por inundación, que afecten al interior de los edificios o a su contenido a causa de la caída de agua de lluvia o granizo, siempre y cuando los daños se originen a causa de previas roturas o agrietamientos de techos, paredes o cerramientos, producidos por la violencia de estos fenómenos.

### 6.3.2. Exclusiones

- Causas:
  - . Desbordamiento de cauces naturales o artificiales de agua.
  - . Embates de mar en las costas.
  - . Formación de ramblas o arroyos, acumulación de agua en el exterior, rotura o salida de los sistemas de desagüe.
  - . Hielo, nieve.
  - . Hundimientos o corrimientos del terreno.

. Objetos:

- . Arboles, cultivos.
- . Cercas, vallas, grúas, canteras, chimeneas, rótulos, antenas e instalaciones externas.
- . Bienes al aire libre.
- . Edificios no cubiertos o cerrados en su totalidad.
- . Cierres, vidrieras y lucernarios.

6.3.3. Franquicias

Las franquicias y formas de cobertura son iguales que las del fenómeno de terremoto.

# INUNDACIONES

## CAPITULO 7. RIESGO DE INUNDACION. PAUTAS BASICAS DE EVALUCION Y TARIFICACION

Los aspectos básicos a considerar en el análisis del riesgo se resumen en:

### 7.1 ANALISIS DE PELIGROSIDAD

- Definición precisa del fenómeno, determinando las delimitaciones posibles entre suceso primario y peligros secundarios o inducidos.
- Identificación de las regiones proclives a inundación, según cuencas de los ríos, condiciones orográficas, configuración del suelo y nivel de precipitaciones de lluvia.
- Experiencia histórica de sucesos ocurridos. Frecuencia (período de recurrencia), intensidad de pérdidas, localización geográfica de los desbordamientos y áreas afectas (propagación y aminoración de efectos).

### 7.2 ANALISIS DE EXPOSICIONES Y LOCALIZACION

- Características de las exposiciones (Categorías de riesgo).
  - . Calidad de materiales de construcción.
  - . Aberturas en edificios.
  - . Ocupación y actividad de los edificios.
  - . Clases de contenidos expuestos y disposición vertical.
- Localización de las exposiciones.
  - . Posición relativa en cuanto a distancia y altura respecto a posibles puntos de manifestación del suceso.

### 7.3 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

- Creación de modelos de estimación de vulnerabilidad en orden a observaciones empíricas y estimaciones teóricas, que relacionen el grado de afectación o pérdida de las exposiciones con la localización física de las mismas en relación a las cuencas de los ríos y las condiciones orográficas, de infraestructura, y atmosféricas de la zona (precipitaciones de lluvia y nieve).
- Estimación de la función de pérdida promedio por tipo de exposiciones (viviendas, comercios, industrias), según criterios establecidos básicamente en función de la localización geográfica de las exposiciones y criterios anteriores.

### 7.4 ANALISIS DE EVALUACION DEL RIESGO

- División en zonas de peligrosidad, según criterios de:
  - . Causa-efecto. Origen primario de la inundación (lluvia, fundamentalmente) y circunstancias o factores naturales y artificiales desencadenantes (condiciones del suelo, orografía y obras de infraestructura, principalmente).
  - . Frecuencia en orden a períodos de recurrencia.
  - . Intensidad de pérdida en orden a criterios de vulnerabilidad.
  - . Localización y concentración de las exposiciones en relación a la distancia y altura a los puntos de manifestación del suceso.
- Estructuración de zonas de aplicación de primas uniformes, con arreglo a las zonas de peligrosidad.
- Estimación de la pérdida máxima esperada anualmente por las distintas afectaciones en diferentes zonas de cúmulos de exposición para un suceso o sucesos posibles de una intensidad determinada.

7.5 CRITERIOS DE SUSCRIPCION

Información de entrada módulo de tarificación

<u>INUNDACIONES</u>				
ZONA DE TARIFACION	1	2	3	4
CATEGORIA DE RIESGO		A	B	C
TIPO DE CONSTRUCCION		A	B	C
ALTURA SOBRE CAUCE MAS PROXIMO	MAS	-	MENOS	-
DISTANCIA CAUCE MAS PROXIMO				
RIESGOS SECUNDARIOS		SI	NO	
FRANQUICIA (% SOBRE VALOR ASEGURADO)				



"Un terremoto, un deslizamiento de tierra o un alud se apoderan del hombre fortuitamente, por así decirlo, sin pasión. Un temporal furioso lo ataca como a un enemigo personal, trata de aferrarle los miembros, se adhiere a sus pensamientos, trata de arrancar el espíritu mismo del hombre".

Typhoon, 1907.  
JOSEPH CONRAD.

## VIENTOS

### INTRODUCCION

La preocupación del hombre por los vientos viene de muy antiguo. En la mitología griega, Eolo era el dios de los vientos. Se decía que tenía a todos los vientos encerrados en una gruta para soltarlos según su antojo y producir una agradable brisa o un terrible temporal.

En el año 350 de nuestra era se irguió en Atenas la Torre de los Vientos. Era una torre de mármol de planta octogonal en la que estaban representados en sus caras debidamente orientadas los vientos personificados por: Boras, el más temido viento del Norte frío y tormentoso; Austro o Notos era el viento del Sur; Apheliotes soplabla desde el Este y Zephyros desde el Oeste.

Desde la antigüedad se aprovecha la fuerza del viento de múltiples formas y con diversos objetivos: puesta en marcha de molinos para moler el grano, transformación de tierras pantanosas en terrenos cultivables (tierras bajas de Holanda). La navegación y los grandes descubrimientos como el de América en 1492 no hubieran sido posibles sin la ayuda del viento. También sirven de alivio en climas cálidos y actualmente proporcionan energía eléctrica.

Sin embargo cuando se desata en forma violenta e imprevista también cobra sus tributos. En los tiempos de la navegación a vela, las oportunidades de un barco de sobrevivir a la violencia de un huracán o un intenso temporal eran bastante escasas y en algunos casos se ha cambiado el curso de la historia. Recuérdese el hundimiento de la Armada Invencible en el verano de 1588 por una terrible borrasca que diezmó la expedición española y dió la victoria a la flota inglesa.

La violencia del viento es tristemente conocida por la destrucción y miseria que siembra a su paso en la superficie de nuestro planeta. La mejor manera de enfrentarse a él es conocer cómo se genera y qué efectos produce.



# VIENTOS

## CAPITULO 1. ¿QUE SON LOS VIENTOS?

### 1.1 COMO SE DETERMINA EL VIENTO

El viento es el resultado del aire en movimiento sobre a la superficie de la Tierra. Los parámetros de medición del viento son dos: su **dirección** y su **velocidad**. La dirección se representa por un punto del horizonte de donde procede el viento sobre la "Rosa de los Vientos" (ver fig. 1.1). La dirección se determina con la ayuda de una manga o de una veleta ordinaria (ver fig. 1.2).

Para cuantificar la velocidad del viento se utilizan los anemómetros. El clásico anemómetro es el molinete de cazoletas (ver fig. 1.3), pero existen otros equipos anemométricos como los del sistema euleriano y sistema lagrangiano. El primero sería la cuantificación del viento en un lugar determinado y el segundo la observación de algún objeto arrastrado por el viento. En el caso de los anemómetros eulerianos, para que la medida del viento sea real se deben de instalar a una altura de 10 metros, ya que a esa altura el flujo de aire no es perturbado por ningún obstáculo. Esta altura se conoce con el nombre de "altura efectiva" del anemómetro. Si no fuera posible instalar el aparato a esa altura se debe realizar una corrección a nivel base según la siguiente tabla:

ALTURA EFECTIVA	RAZON
2m	1.28
4m	1.18
10m	1.00
15m	0.93
20m	0.66

Tabla 1.1. Corrección de la altura de los anemómetros a nivel base.

Existen múltiples tipos de anemómetros. Una posible clasificación dentro de los anemómetros eulerianos puede ser la propuesta por Julián Sánchez Rodríguez (1990):

Anemómetros de rotación	De eje horizontal (molinetes)	Alabes planos
		Helices
	De eje vertical o de cazoletas	Esféricas
		Cónicas
Anemómetros de presión	Anemómetros de sonda Pitot- Prandtl	
	Anemómetros de presión sobre plancha	Plancha oscilante Plancha normal al viento
Anemómetros frenados		
Anemómetros termodinámicos	Como el anemómetro de alambre caliente el "termómetro Kata" o cataltermómetro	
Anemómetros sónicos		

Tabla 1.II. Clasificación de anemómetros eulerianos. (Sánchez Rodríguez, J. 1990).

Se puede expresar la velocidad del viento en tres diferentes unidades: el metro por segundo (m/s), el kilómetro por hora (km/h) y el nudo que, equivale a una milla náutica (1852 m) por hora. Para pasar de una unidad a otra se realizan los siguientes cálculos:

de m/s. a km/h, multiplicar por 3,6. de m/s. a nudos, multiplicar por 1,94. de km/h. a m/s., multiplicar por 0,28. de km/h. a nudos, multiplicar por 0,54. de nudos a m/s., multiplicar por 0,52. de nudos a km/h., multiplicar por 1,85.
--

En la antigüedad la dificultad para medir la velocidad del viento ha llevado a describir la fuerza en función de los efectos observables que producía.

Existe una escala clásica de medida de la velocidad de los vientos, la "Escala de Beaufort" que fue creada en 1805 por el Almirante inglés Sir Francis Beaufort. En un principio servía para determinar el velamen necesario para ciertas condiciones del viento, posteriormente se adoptó para explicar el efecto visible del viento. Esta escala tiene trece valores que van desde el "0" cuando el aire está en calma hasta el grado "12" que es cuando se habla de viento huracanado.

La tabla siguiente describe la escala Beaufort para el observador terrestre:

Grado	Nombres usuales	Velocidad			Definición de los vientos según observaciones hechas en tierra
		nudos	km/h	m/s	
0	Calma	0-1	0-1	0-0.2	Calma. El humo sube verticalmente.
1	Ventolina	1-3	1-5	0.3-1.5	Se define la dirección del viento por la del humo, pero no por banderolas.
2	Flojito Brisa muy débil	4-6	6-11	1.6-3.3	El viento se siente en la cara. Se mueven las hojas de los árboles. Ordinariamente se mueven las banderolas.
3	Flojo Brisa débil	7-10	12-19	3.4-5.4	Las hojas de los árboles se agitan constantemente. Se extienden banderolas.
4	Bonacible moderado Brisa moderada	11-16	20-28	5.5-7.9	Se levanta polvo y los papeles pequeños. Se mueven las ramas pequeñas de los árboles.
5	Fresquito (algo fuerte) Brisa fresca	17-21	29-38	8.0-10.7	Se mueven los árboles pequeños. Se forman en los estanques pequeñas olas.
6	Fresco (fuerte) Brisa fuerte	22-27	39-49	10.8-13.8	Se mueven las ramas grandes de los árboles. Silban los hilos del telégrafo. Se utilizan con dificultad los paraguas.
7	Frescachón Viento fuerte	28-33	50-61	13.9-17.1	Todos los árboles están en movimiento. Es difícil andar con el viento.
8	Duro	34-40	62-74	17.2-20.7	Se rompen las ramas delgadas de los árboles. Generalmente no se puede andar contra el viento.
9	Muy duro	41-47	75-88	20.8-24.4	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, derribando chimeneas y levantando tejas.
10	Temporal	48-55	89-102	24.5-28.4	Destrozos en edificios; caen tejas y chimeneas. Arranca los árboles de cuajo.
11	Borrasca	56-63	103-117	28.5-32.6	Destrozos graves y muy generalizados.
12	Huracán	> 64	> 118	32.7-36.9	Verdadera catástrofe.

Tabla 1.III. Escala de Beaufort para el observador terrestre.

Las observaciones realizadas de las velocidades y direcciones de los vientos en un período de tiempo se representan en la Rosa de los vientos. Las abreviaturas de la Rosa de los vientos indican:

N = Norte	NNE = Nornordeste
S = Sur	ENE = Estenordeste
W = Oeste	ESE = Estesureste
NE = Nordeste	SSE = Sursureste
SE = Sureste	SSW = Sursuroeste
SW = Suroeste	WSW = Oestesuroeste
NW = Noroeste	NNW = Nornoroeste

## 1.2 FUERZAS QUE PRODUCEN LOS VIENTOS

Existen cuatro factores que controlan el movimiento horizontal de una masa de aire en movimiento y estos son:

### a) Fuerza del gradiente bórico

Para que se produzca un viento es necesario que exista una diferencia de presión entre dos puntos dados, ya que las masas de aire se mueven desde aquellos lugares de mayor presión hacia los de menor presión. Esta diferencia bórica puede estar provocada por el diferente calentamiento solar (ver fig. 1.4).

Se denomina gradiente bórico a la relación que existe entre la presión de dos lugares y la distancia que hay entre ellos, medida en grados terrestres (1 grado terrestre es igual a 111 km). Cuanto mayor sea la diferencia de presión entre estos dos puntos mayor será la velocidad del viento (ver fig. 1.5).

### b) Fuerza de Coriolis

Esta fuerza fue descrita matemáticamente en 1835 por el francés Gaspard de Coriolis y fue demostrada en 1856 por el meteorólogo americano William Ferrel. Se denominó "**fuerza desviadora de la rotación de la tierra**". Está provocada por un efecto de la inercia de la rotación de la Tierra, produciendo una desviación de los objetos que se mueven sobre la superficie y en el aire, hacia la derecha de su trayectoria en el hemisferio Norte y hacia izquierda en el hemisferio Sur.

Este efecto es máximo en los polos y disminuye con la latitud siendo cero en el Ecuador.

### c) Fuerza centrífuga

Esta fuerza es de igual magnitud que la aceleración centrípeta pero de signo opuesto, tiene muy poco valor y sólo es importante donde los vientos tienen altas velocidades y se mueven en trayectorias muy curvas como en un ciclón que son zonas de presión estremadamente bajas (ver fig. 1.6).

### d) Fuerza de rozamiento del aire

El rozamiento del aire con la superficie de la Tierra controla la velocidad y dirección del movimiento de la masa de aire. La viscosidad que es el rozamiento interno dentro

la masa de aire, se opone al avance de éste.

Cuando existe un equilibrio entre la fuerza de Coriolis y la fuerza de Gradiente de presión se generan los vientos **gesotróficos**, o vientos que dependen de la rotación de la Tierra y son observados en la atmósfera libre donde no existe rozamiento del aire (ver fig. 1.7).

El viento que se genera utilizando todas las fuerzas descritas anteriormente se denomina **viento de gradiente o bórico**.

### 1.3 ESTRUCTURA DEL VIENTO

El viento no sopla continuamente, sino que se mueve a ráfagas o rachas. Los anemómetros registran estas variaciones de velocidad y las veletas su cambio de dirección. El efecto **Venturi** lo explica perfectamente: una disminución local de presión produce una aceleración en el viento, como pueden ser un paso estrecho de una montaña o de una garganta. El viento sólo puede moverse en estructura laminar, esto es en una misma dirección y de forma homogénea con velocidades muy pequeñas inferiores a los 14 km/h o 4 m/sg. Si se sobrepasa este límite se empiezan a producir fenómenos de turbulencia que se ven favorecidos por la topografía o por los edificios.

El viento sigue unas determinadas líneas de flujo que son curvas tangentes en un punto a la dirección instantánea del viento.

Cuando el viento sopla por un valle o región estrecha. (un paso, entre dos edificios o una estrecha garganta), las líneas de flujo convergen y aumenta la velocidad del viento. Este fenómeno también se produce en las cumbres de las montañas. Cuando el viento llega a una zona más depejada, las líneas de flujo divergen y disminuye la velocidad.

El fenómeno de convergencia crea remolinos tanto en las laderas de las montañas como en los alrededores de los edificios, por lo que son muy peligrosos para la aviación e incómodos para los ciudadanos que circulan por esas zonas.

### 1.4 RAFAGOSIDAD Y TURBULENCIA DEL VIENTO

El viento puede fluir con regularidad con un soplo continuo y uniforme, y otras veces fluir a golpes o ráfagas, a este fluir se le denomina **rafagosidad** y tiene un rango desde la regularidad absoluta hasta la forma más inconstante y desordenada.

Algunas de estas ráfagas pueden alcanzar velocidades varias veces superiores a la velocidad media, aunque pueden estar intercaladas con instantes de calma absoluta.

La rafagosidad está producida por pequeños torbellinos en el seno de la corriente de

aire. Cuando el movimiento del aire en el torbellino coincide con el sentido de la corriente, la velocidad aumenta. Cuando el sentido del aire del torbellino es inverso al de la corriente, la velocidad del viento se debilita.

Se dice que hay **turbulencia** cuando el flujo del aire produce torbellinos. La turbulencia esta producida por dos causas; por el rozamiento del aire entre dos obstáculos del suelo (árboles, edificios, etc...) y por celulas de convección originadas por el desigual calentamiento del suelo. Se observa que en igualdad de condiciones la turbulencia en el mar es mucho menor que en tierra, ya que ésta aumenta con la desigualdad del terreno.

En aeronáutica existe una escala de cuatro grados para determinar el grado de turbulencia.

GRADO	VIENTO
1	Debil
2	Moderada
3	Fuerte
4	Violenta

Tabla 1.IV. Escala de turbulencia del viento

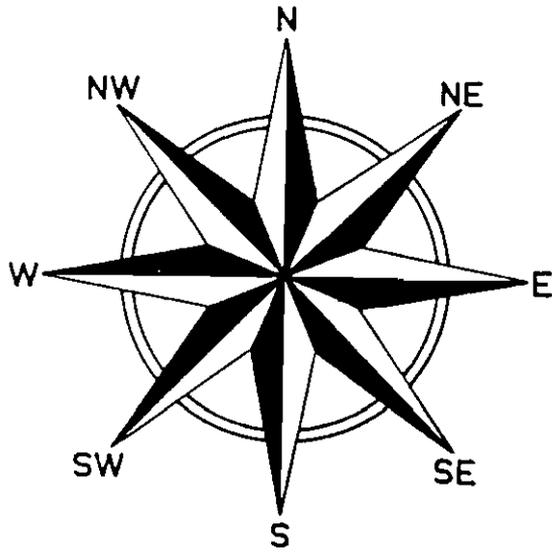


Fig. 1.1 Rosa de los vientos.

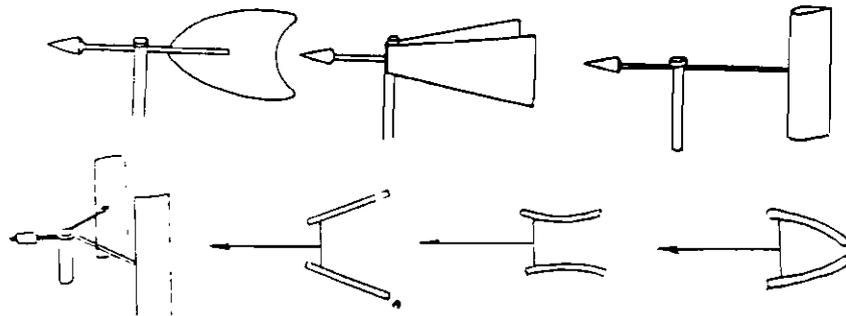


Fig. 1.2 Diversos tipos de veletas.

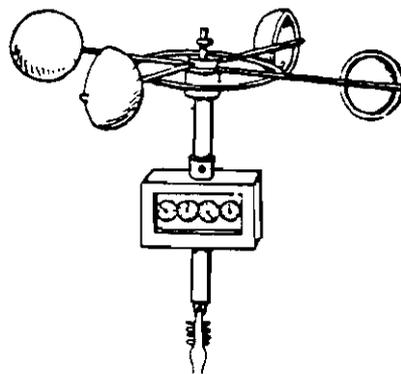


Fig. 1.3 Anemómetro de cazoletas.

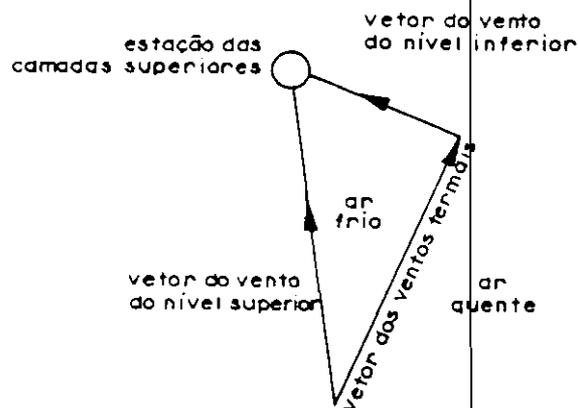


Fig. 1.4 Concepto de viento térmico.

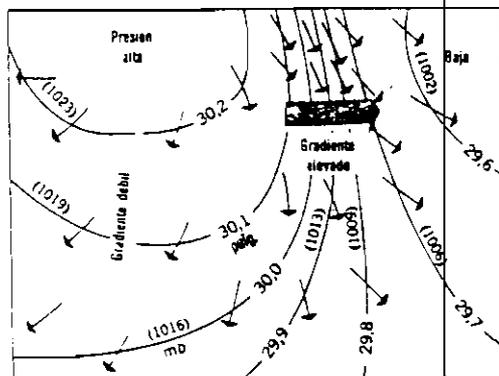


Fig. 1.5 La disposición de las isobaras determina los gradientes de presión y los vientos de superficie. Según Strahler (1988).

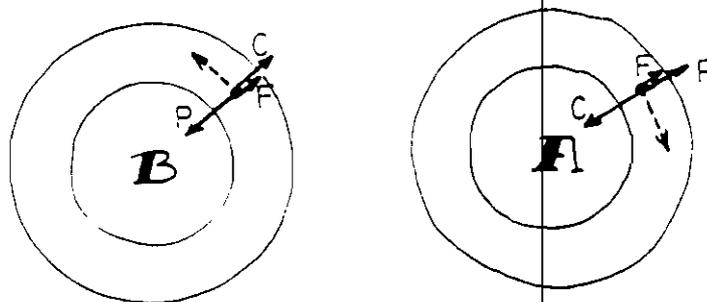


Fig 1.6 Contribución de la fuerza centrífuga (F) al equilibrio llamado viento del gradiente. En el caso de borrasca (izquierda) la fuerza de presión P es compensada por la suma de F y la de Coriolis C, por lo que ésta ha de ser más débil que en el caso rectilíneo lo que implica que el viento sea más flojo. En el caso de anticiclón (derecha) C tiene que compensar no sólo a P, sino también a F, por lo que ha de ser más fuerte que en el caso rectilíneo (más viento). Según Jansa (1980).

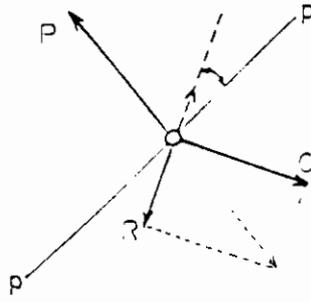


Fig. 1.7 Contribución del rozamiento (R) al equilibrio de fuerzas. El viento resulta frenado, y desviado respecto de las isobaras (P-P). Según Jansa (1980)

de Océanos. En esta zona los vientos cobran fuerza y persistencia por lo que los marinos los conocen como los "rugientes cuarenta", "furiosos cincuenta" y los "silbantes sesenta" hacia el Oeste refiriéndose a la latitud donde soplan. El doblar el cabo de Hornos suponía un notable peligro adicional a la navegación de aquellas peligrosas costas.

Estos vientos no influyen en la navegación marítima actual si exceptuamos la navegación a vela deportiva, pero si influyen en los vuelos transoceánicos, ya que los vuelos con dirección Oeste con el viento en contra y necesitan más combustible llevando cargas mas reducidas, especialmente a altitudes del orden de 6.000 a 9.000 metros.

En los Polos, se generan los vientos polares del Este y son características de las latitudes árticas y antárticas. Se localizan entre los 60° y 90° Norte y Sur respectivamente.

## 2.2 MODELOS DE CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA

La circulación de las masas de aire sobre la superficie del planeta es bastante compleja debido a las múltiples variables que intervienen. Según Biel Lucea (1943), las masas de aire se caracterizan por una serie de propiedades tales como:

- a) Temperatura
- b) Temperatura equivalente potencial
- c) Gradiente térmico vertical
- d) Humedad específica
- e) Visibilidad a través de una masa
- f) Fenómenos de condensación
- g) Influencia del período diurno de los hidrometeoros.
- h) Influjo orográfico sobre los meteoros

Varios modelos fueron propuestos en diferentes épocas para explicar la circulación del aire en la atmósfera. En 1688 el físico inglés Edmund Halley (más conocido por sus descubrimientos astronómicos), propuso un módulo de circulación de máximo calentamiento en las bajas latitudes para generar una célula termalmente directa. De esta forma se explica así el flujo de los vientos alisios que circulaban hacia el Ecuador. En 1735 otro inglés, George Hadley modificó el modelo anterior al incorporar los efectos de la rotación terrestre y así poder explicar los efectos de los alisios del Nordeste y del Sudeste. Sugirió la existencia de una contra corriente compensatoria

del Sudoeste sobre estos vientos (ver fig. 2.2).

Este tipo de circulación es válida actualmente para los trópicos y se conoce como "Celula de Hadley".

En 1856 el meteorólogo norteamericano Ferrel propuso un modelo que mejoraba el propuesto por Hadley e introducía las zonas donde existen vientos del Oeste, que eran despreciados por los modelos anteriores. En 1924 Bergeron y posteriormente Rossby en 1941 añadieron algunas modificaciones al modelo de Ferrel (1951), siendo en la actualidad el modelo de Palmen (1951) la última modificación al modelo de Ferrel.

La zona de bajas presiones que existe alrededor de Ecuador es esencialmente de origen térmico y está provocada por los rayos solares que inciden perpendicularmente sobre la superficie terrestre. A los 30° de latitud de ambos hemisferios se genera una zona de altas presiones y hacia los 60° de latitud se encuentran las zonas de bajas presiones subpolares de origen dinámico provocadas por la rotación de la Tierra. En los polos se sitúa una zona de altas presiones provocadas por el efecto térmico del intenso frío que reina en estas áreas.

En respuesta a estas diferentes distribuciones de presión, existen diferentes sistemas de viento en el planeta, siendo en total seis, tres de cada hemisferio.

En el hemisferio Norte soplan los alisios del Nordeste, los vientos dominantes del Oeste y los vientos polares del Este. En el hemisferio Sur soplan los alisios del Sudeste, los vientos predominantes del Oeste y los vientos polares del Este.

Además de estos sistemas de vientos existen otros que participan en la circulación atmosférica. Según Barrey (1967) estos serían:

- 1) Perturbaciones inestables de larga amplitud de los vientos del Oeste, en las medias y altas latitudes.
- 2) Flujo lento y continuo de los alisios en las bajas latitudes, incluyendo algunos vórtices internos.
- 3) Corrientes de aire fuertes y estrechas, llamadas "Jet Streams" o corriente de chorro, que se localiza fundamentalmente en la troposfera superior, sobre las latitudes medias.

### 2.3 VIENTOS LOCALES

En ciertas zonas de nuestro planeta cuando se dan condiciones favorables se generan los vientos locales que están condicionados por las características del terreno y por las diferencias térmicas locales. Son fundamentales para entender los climas locales. Existen dos tipos de vientos locales: aquellos originados por las proximidades de grandes masas de agua y aquellos provocados por la topografía.

### 2.3.1 Brisas marinas y terrestres

Se originan en las proximidades de lagos y mares por el diferente calentamiento de las masas de agua y tierra, las brisas terrestres (Terrales) y las brisas marinas (Virazonas). Durante el día, la tierra se calienta más rápidamente que la superficie del agua, el aire caliente que está sobre la tierra tiende a ascender y se crea un gradiente de presión local. El aire más frío se encuentra sobre la superficie del agua del mar y se desplaza hacia la tierra para producir así la brisa marítima (ver fig. 2.3).

Por la noche ocurre el fenómeno inverso, las masas terrestres se enfrían más rápidamente que las masas acuosas y se invierte la circulación de la brisa, que soplará de tierra hacia mar. A esta brisa se conoce como la brisa terrestre.

Las brisas marinas, por lo general son más fuertes que las terrestres ya que su efecto puede ser sentido en zonas muy alejadas de la franja costera y depende directamente del grado de insolación, así la brisa marina se desarrolla mejor en las estaciones secas en los trópicos y en verano en las regiones templadas.

### 2.3.2 Brisas de montaña y valle

El otro tipo de viento local son las brisas de la montaña y la brisa del valle que tienen su origen en el diferente grado de incidencia solar sobre la montaña y el valle (ver fig. 2.4).

Los vientos de valle o anabáticos se generan cuando se produce un gradiente de temperatura entre la montaña y el valle. Durante el día la montaña tiende a calentarse más que el valle y los vientos remontan sus laderas. Muchas veces vienen acompañados de la formación de nubes cumulus sobre las montañas o en sus proximidades. Durante la noche el efecto es el contrario, la montaña se enfría más rápidamente que el valle y se produce un gradiente térmico inverso.

El aire frío se desplaza desde las cumbres hacia los valles originando los vientos de montaña o catabáticos. Algunos reciben nombres locales como el "Bora" en la costa Norte del adriático durante el invierno y el "Mistral" en el Sur de Francia. Muchas veces llevan asociadas la formación de heladas en valles y en zonas montañosas también colaboran para que se produzcan inversiones térmicas en el fondo de valles produciendo la acumulación de contaminantes de las grandes urbes.

La topografía también influye sobre los vientos. Un efecto muy conocido por los meteorólogos es el "efecto Foehn". Es un viento cálido y seco que sopla al Norte de los Alpes que no es exclusivo de esta zona, sino que se produce en otras cadenas montañosas. El aire húmedo que sopla del Mediterraneo choca con las montañas de los Alpes y tiende a elevarse. Como al elevarse se enfría,

el vapor de agua que contiene condensa y produce precipitaciones. El viento pasa a barlovento seco y al descender por la ladera opuesta se calienta. Para tener una idea clara de la modificación que produce el "Foehn" se expone un ejemplo: En Bluding (Alemania) en Febrero de 1869 el termómetro subió hasta los 19°C y la humedad relativa, descendió un 14%. Tales cambios bruscos pueden tener efectos desastrosos o beneficiosos según la época del año: en verano los riesgos de incendio se elevan y en invierno al fundirse bruscamente las nieves pueden originar inundaciones.

Como hecho curioso es interesante destacar que este viento provoca numerosas alteraciones fisiológicas en el ser humano, como dolores de cabeza, ataques cardiacos, depresiones y hasta suicidios.

En la Península Ibérica también pueden observarse este tipo de fenómenos. Según García de Pedraza, las cordilleras que más influencia ofrecen son las orientadas de Oeste a Este y las dispuestas de Norte a Sur. Por lo tanto, los vientos del NW y N, producen al Sur del Sistema Central, en La Mancha, un efecto Foehn y los vientos del SW y S, en la Cornisa Cantábrica. Los del W en el Mediterraneo Oriental, mientras los Levantes producen el efecto Foehn en la cuenca del Guadalquivir y ambas Castillas. En los meses de invierno en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica la temperatura máxima puede ascender hasta los 28°C en febrero y los 30°C en Marzo.

#### 2.4 LA CORRIENTE EN CHORRO

Durante la II Guerra Mundial los aviadores norteamericanos que volaban en misiones de bombardeo hacia territorio japonés, observaron que al atravesar el Pacífico a unos 6.000 m de altitud se encontraban con unos fortísimos vientos en contra de 300 a 400 km/h que soplaban hacia el Este, siendo la velocidad del viento similar a la de los aviones y dificultando su avance.

A estos vientos se les llama "Jet Streams" o corriente en chorro. Consiste en un cinturón de aire de algunos miles de kilómetros de largo y centenares de kilómetros de espesor con velocidad mínima de 120 km/h. Se han reconocido dos tipos principales de corriente en chorro: el Jet Stream subtropical y el Jet Stream del frente polar, con orígenes diversos, se cree que el Subtropical tiene un origen dinámico y está provocado por la rotación de la Tierra, mientras que el Jet Stream polar estaría producido por una diferencia de temperaturas. Esta muy relacionado con el frente polar, de ahí su importancia meteorológica en la circulación atmosférica. En el chorro polar, la región de la izquierda es el lado frío y la derecha es el lado cálido. Se ha podido observar que en el lado frío del chorro, la atmósfera se encuentra hundida y son muy numerosas las borrascas, mientras que el lado cálido se encuentra levantado siendo dominantes los anticiclones. En resumen, los remolinos que se generan en el lado frío son gérmenes de borrascas y los remolinos que se producen en el lado cálido son los gérmenes de anticiclones.

Cuando uno de estos gérmenes de borrasca se aísla, se pueden producir cambios de tiempo bastante notables, como la situación de la gota fría entre las latitudes 30° y 45° Norte.

En sección perpendicular a la dirección de los vientos, se puede observar que la circulación del aire es similar a la de una corriente de agua, ya que las velocidades son máximas en el centro con velocidades de hasta 400 km/h y disminuyen hacia los bordes, donde se alcanzan los 120 km/h.

La localización de la corriente en chorro es muy importante para la navegación aérea, ya que en un avión que se mueva a favor de la corriente economizará combustible, mientras que uno que viaje en contra, su velocidad disminuirá y el consumo de combustible será muy superior.

## 2.5 CENTROS DE PRESION EN EL HEMISFERIO NORTE

La desigual distribución de tierras y mares sobre la superficie del planeta influye de manera decisiva en la distribución de agua en la atmósfera. Los océanos y mares son zonas donde el aire por lo general está más cargado de humedad, mientras que en los continentes, el aire contiene menor grado de humedad atmosférica. En invierno, sobre los continentes se desarrollan centros de altas presiones y la temperatura es mucho más baja que en los océanos adyacentes, mientras que durante el verano ocurre el caso contrario; la temperatura de la superficie de los océanos es mucho más alta que la de los continentes.

Durante el invierno se forma sobre la parte Norte de Asia el anticiclón siberiano y sobre la parte central de norteamérica se forma el anticiclón de Canadá. Sobre los Océanos Pacífico y Atlántico se desarrollan la depresión de las Aleutianas y la depresión de Islandia respectivamente, con origen dinámico resultado de la fricción entre las altas presiones polares y las subtropicales. La depresión de Islandia afecta a la Península Ibérica en los meses fríos de invierno al canalizar la masa de aire polar marítimo.

Durante el verano, las condiciones de presión se invierten: sobre Asia y el continente Norteamericano se forman depresiones. En el Océano Pacífico y Atlántico se desarrollan dos núcleos de altas presiones conocidos como el anticiclón de Hawaii y el anticiclón de las Bermudas o Azores, el cual controla durante buena parte del año las buenas condiciones climatológicas de la Península Ibérica (ver cap.4).

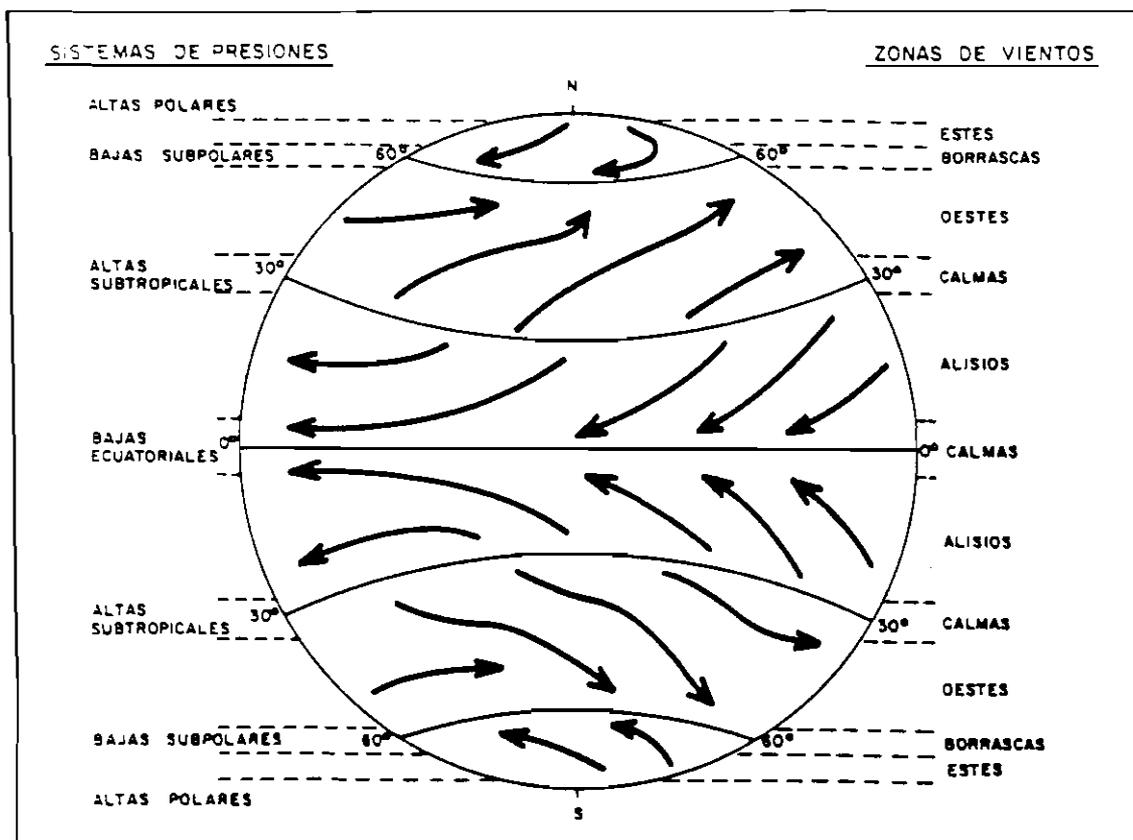


Fig. 2.1 Esquema de la circulación general de la atmósfera.