

02.A. DIAGNOSI DE LA INUNDABILITAT DE L'ESPAI FLUVIAL

ÍNDEX

1.- Introducció.....	3
1.1.- Característiques de la xarxa hidrogràfica	3
1.2.- Règim hidrològic.....	4
2.- Objectius.....	5
3.- Àmbit del treball.....	5
4.- Metodologia.....	6
4.1.- Anàlisi d'antecedents.....	6
4.2.- Estudi pluviomètric	6
4.3.- Estudi hidrològic	9
4.4.- Estudi hidràulic	11
4.5.- Diagnosi del grau d'afecció	12
4.6.- Consulta de la informació	12
4.6.1.- Llistat de punts singulars de zones inundables	12
4.6.2.- Fitxes de punts singulars de zones inundables	13
4.7.- Velocitat de propagació avinguda.....	14
5.- Diagnosi de la inundabilitat.....	14
5.1.- Diagnosi dels antecedents	14
5.1.1.- Inundacions històriques més destacades.....	14
5.1.2.- Cartografia existent	15
5.2.- Diagnosi de cabals	15
5.2.1.- Normalització de cabals	15
5.2.2.- Diagnosi de la velocitat de propagació.....	16
5.3.- Diagnosi de la inundabilitat de l'espai fluvial	16
5.3.1.- Diagnosi descriptiva	17
5.3.2.- Diagnosi a nivell municipal	20
6.- Conclusions.....	21
6.1.- Anàlisis d'antecedents.....	21
6.2.- Estudi hidrològic	21
6.3.- Diagnosi de la inundabilitat.....	21
6.4.- Punts singulars	22
7.- Bibliografia.....	22
8.- Sigles	22

ANNEXOS

Annex 02.A.01:	Estudi hidrològic
Annex 02.A.02:	Estudi hidràulic
Annex 02.A.03:	Llistat de punts singulars de zones inundables

MAPES

Mapes 2.A.A:	Isomàximes de precipitació.
Mapes 2.A.B:	Patró espacial de precipitació pels aiguats de disseny
Mapes 2.A.C:	Subconques del model hidrològic
Mapes 2.A.D:	Punts del model hidrològic
Mapes 2.A.E:	Tramificació de cabals
Mapes 2.A.F:	Delimitació dels calats d'inundació
Mapes 2.A.G:	Zonificació del perill

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1	Resum de les característiques de la xarxa principal de la conca del Foix.	4
Taula 2	Àmbit de les lleres modelitzades hidràulicament a la PEF del Foix. Font elaboració pròpia	6
Taula 3	Precipitacions màximes en 24h per subconques majorades amb factor 1,13. Font: elaboració pròpia.....	7
Taula 4	Trams inclosos dins dels models hidràulics. Font elaboració pròpia	17
Taula 5	Síntesi de les principals afeccions i superfícies urbanes potencialment afectades per l'avinguda corresponent a 500 anys de període de retorn.	21

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1	Xarxa hidrogràfica de la conca del Foix. Font elaboració pròpia	4
Figura 2	Cursos fluvials amb caracterització de les zones inundables a la conca del Foix. Font elaboració pròpia.....	5
Figura 3	Hietograma tipus. Distribució percentual de la precipitació dels registres del SAIH en 205P01 Marmellar. Font Extracció de les normes d'explotació de l'embassament de dades del SAIH.....	8
Figura 4	Esquema metodològic per a l'obtenció de cabals. Font: elaboració pròpia	9
Figura 5	Divisió de la conca del riu Foix.....	10
Figura 6	Exemple de llistat de punt singular per curs fluvial, municipi i comarca.....	13
Figura 7	Exemple de fitxa de punts singular. Els tons blaus corresponen a l'apartat de característiques específiques del punts singular (descripció, observacions, altres dades....) i els tons verds s'identifiquen amb l'apartat de localització (figures, ubicació i identificador).	13
Figura 8	Número d'inundacions registrades a la conca del Foix en el període 1900-2011.	14
Figura 9	Cartografia de les zones inundables existent a la conca del Foix. Font: elaboració pròpia	15
Figura 10	Cabals normalitzats a la conca del riu Foix. Font: elaboració pròpia.....	16
Figura 11	Velocitat de propagació en m ³ /s de la xarxa modelitzada a la conca del Foix. .	16
Figura 12	Grau d'afecció dels punts singulars hidràulics a la conca del Foix. Font: elaboració pròpia.	18
Figura 13	Localització del tram comprès entre la Roca i la Fassina. Font: elaboració pròpia.	18
Figura 14	Localització del tram comprès entre Santa Margarida i els Monjos i la cimitera. Font: elaboració pròpia.	19
Figura 15	Localització del tram comprès entre la urbanització de Mas Trader i Cubelles. Font: elaboració pròpia.	19

1.- INTRODUCCIÓ

L'estudi d'inundabilitat constitueix una part essencial de la planificació d'un espai fluvial. Així, els resultats d'aquest estudi són la base per a l'estudi de propostes i zonificació. En efecte, la zonificació, els punts singulars i la necessitat i naturalesa de les actuacions es defineixen en base a la perillositat (les línies d'inundacions obtingudes per a diversos períodes de retorns i els mapes de calats) obtinguts a l'estudi d'inundabilitat, que ens permeten caracteritzar la magnitud i freqüència del fenomen.

En aquest document es fa una síntesi de tota la informació elaborada en aquest procés, en base a la metodologia seguida per a la realització de l'estudi d'inundabilitat, amb l'objectiu de presentar les etapes de treball així com les relacions entre elles. Les descripcions detallades d'aquestes etapes, juntament amb la parametrització dels diferents models emprats i els resultats es presentaran als respectius annexos.

1.1.- CARACTERÍSTIQUES DE LA XARXA HIDROGRÀFICA

La conca del Foix (312 km²) té el seu origen a 800 m d'alçada sobre el nivell del mar, a la Serra d'Ancosa. El curs principal de la conca, anomenat Riu Foix, té orientació de nord a sud fins al mar, travessant la Depressió Pre-litoral, la Serralada Prelitoral i desembocant a la zona urbana de Cubelles. .

El Foix té una longitud total de 51 km, entre els seus principals afluents destaquen: la riera de Pontons (22 km), la riera de Marmellar (49 km), la riera de Llitrà (24 km) i el Torrent de la Bruixa (7,5 km).

La xarxa hidrogràfica (longitud total de uns 750 km, densitat de 2,4 km/km²) que constitueix la conca del Foix es pot observar a la figura 1.

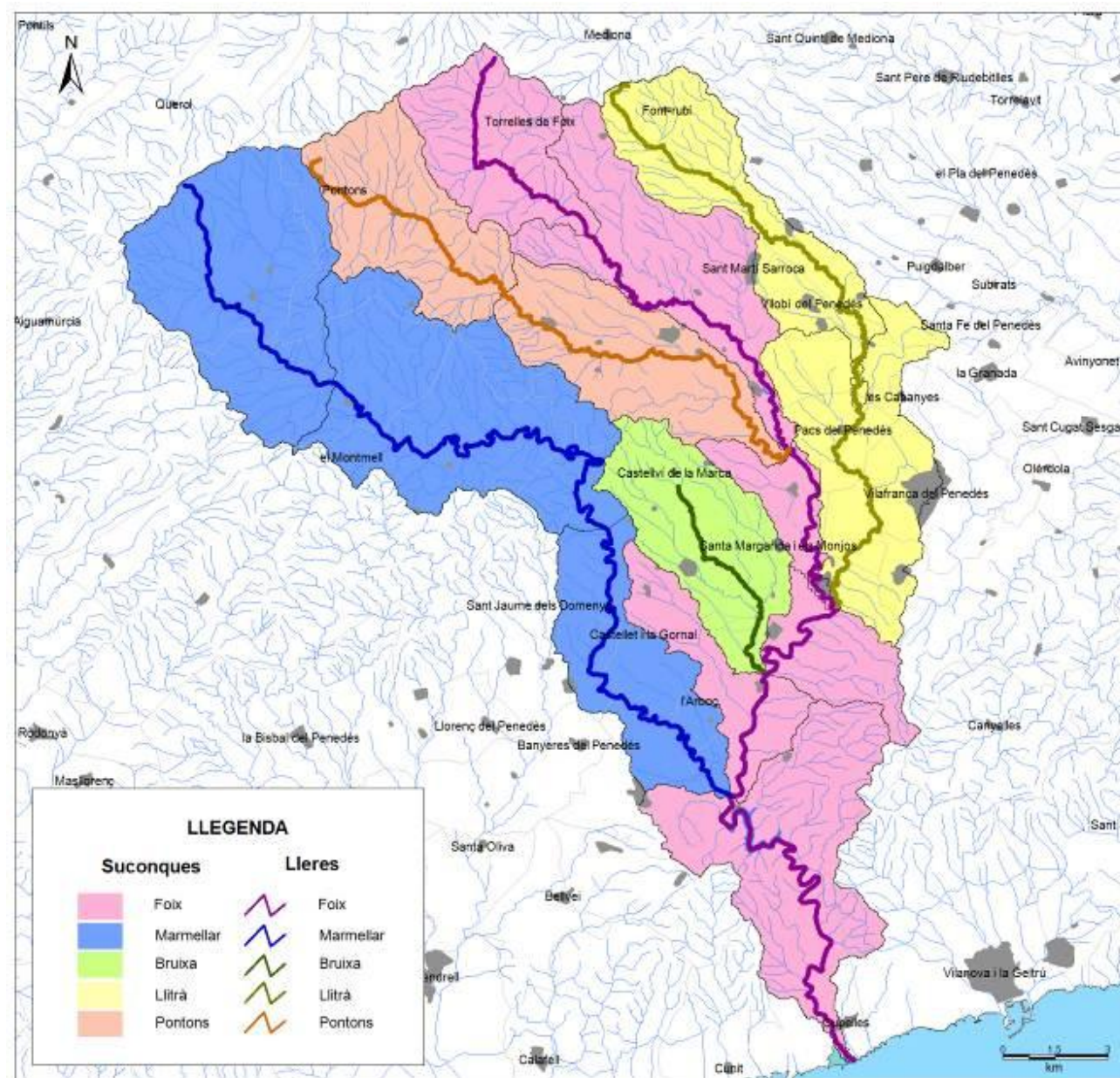


Figura 1 Xarxa hidrogràfica de la conca del Foix. Font elaboració pròpia

La zona nord-oest de la conca es situen les zones més muntanyoses amb pendents forts i relleus escarpats. La xarxa principal de torrents procedeix del vessant sud de la Serra d'Ancosa. Hi destaquen la Riera de Pontons i la Riera de Marmellar, afluents del Foix per la dreta a l'alçada de Sant Martí Sarroca i Castellet i la Gornal respectivament.

La riera de Pontons presenta un tipologia típica dels rius amb influència de zones càrstiques, sent el punt més alt d'aigües permanents del Foix. Per altra banda, la riera de Marmellar forma part dels rius típicament Mediterranis de cabal variable.

La zona nord-est de la conca, destaca la riera de Llitrà procedent de Vilobí del Penedès recull varies torrenteres que s'escolen per la zona dels turons de Pacs del Penedès, és afluent per l'esquerre del Foix a l'alçada de la població de Santa Margarida i els Monjos.

A la zona sud de la conca destaca l'embassament del Foix ubicat a la part final de la depressió prelitoral catalana, a partir d'aquí, el riu Foix discorre per suaus pendents fins arribar al municipi de Cubelles, on acaba desguassant al Mediterrani per un tram endegat a ponent del nucli urbà de Cubelles.

A partir de les variables discriminatòries de tipus fluvials i analitzant els rangs de variació tal i com s'indica en el document *IMPRESS de l'Agència Catalana de l'Aigua*, amb les principals característiques discriminatòries –aportació anual, geologia, temperatura ambiental, pluviometria, etc.- es classifica la majoria de la xarxa fluvial de la conca del Foix com a riu mediterrani de cabal variable, tot i que la riera de Marmellar es considera un torrent litoral i la zona de capçalera del Foix i la riera de Pontons com a rius de zona baixa mediterrània d'influència càrstica –veure taula 1-.

Mig i Baix Foix	Rius mediterranis de cabal variable	Aportació anual molt baixa (< 40 hm ³) Elevat índex d'estiatge i variabilitat del cabal (> 0.8) Temperatura ambiental moderadament elevada (> 13 °C) Pluviometria anual baixa (< 700 mm)
Capçalera Foix i Riera de Pontons	Rius de zona baixa mediterrània d'influència càrstica	Aportació anual baixa (10 – 80 hm ³) Baix índex d'estiatge i variabilitat del cabal (< 0.2) Elevat percentatge de geologia amb roques evaporítiques (5 – 30 %) Temperatura ambiental elevada (> 13 °C) Pluviometria anual baixa (< 700 mm)
Riera de Marmellar	Torrents litorals	Rius intermitents (> 150 dies a l'any secs) Petita àrea de conca drenada (< 250 km ²)

Taula 1 Resum de les característiques de la xarxa principal de la conca del Foix.

1.2.- RÈGIM HIDROLÒGIC

És una conca amb cabals molt irregulars, amb un règim hidrològic típicament mediterrani de caràcter efímer, és a dir, no transporta aigua regularment tot l'any. En general té un cabal d'estiatge molt baix podent quedar la llera completament seca. Els màxims anuals es concentren durant la primavera i a la tardor.

Al llarg del seu recorregut es destaca la presència del Pantà de Foix (1928) com element de teòricament de regulació hídrica (no es comporta com a tal si no que manté la làmina

d'aigua), aquest no té comportes de regulació, i la gestió es basa en mantenir un nivell molt alt, per tant la seva capacitat laminadora per riuades és nul·la. És un embassament colmatat en un 80%.

En moments de precipitació excepcional, degut a les pròpies característiques físiques de la conca, es poden produir inundacions amb greus conseqüències afectant a nuclis urbans i infraestructures. Tal i com demostren les diverses avingudes històriques que han quedat enregistrades al llarg del darrer segle (veure apèndix 02.A.01 Hidrològic).

El tipus de geologia calcària fa que la circulació d'aigua subterrània sigui força important. Aquesta circulació fa que l'embassament, per exemple, recarregui una bona part dels aqüífers de l'àrea de Cubelles.

2.- OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquest document és fer una diagnosi sintètica de la inundabilitat potencial dels cursos fluvials inclosos a l'àmbit del treball.

Per tal d'assolir-lo, és necessari disposar d'un diagnòstic referit a l'estat actual de la xarxa fluvial principal¹ de la conca en les seves diferents dimensions que permeti:

- Caracteritzar hidrològicament la conca que permeti disposar de una informació base que facilitarà la realització d'estudis d'àmbit local.
- Analitzar les avingudes històriques que han tingut succés a la conca del Foix.
- Normalitzar els cabals d'avinguda de disseny de la xarxa estudiada per als diferents períodes de retorn.
- Delimitar les zones inundables de la xarxa principal per a diferents períodes de retorn i la seva perillositat.

¹ La conformen les lleres modelitzades hidràulicament i ambientalment caracteritzades a la Planificació de l'Espai Fluvial

- Diagnosticar els elements que ocupen l'espai fluvial per fer-ho es realitza un inventari d'aquells punts singulars més significatius pel que fa a la ocupació de l'espai colindant a la xarxa fluvial estudiada.

3.- ÀMBIT DEL TREBALL

Dins de l'àmbit de la modelització hidràulica s'inclou, el riu Foix, des del Santuari de Foix fins a la desembocadura al mar. S'han modelitzat hidràulicament un total de 86 km de cursos fluvials (veure Figura 2).



Figura 2 Cursos fluvials amb caracterització de les zones inundables a la conca del Foix. Font elaboració pròpia

L'àmbit on s'ha portat a terme una modelització hidràulica per a la delimitació de les zones inundables de la PEF del Foix inclou els trams de rius que es mostren a la taula 2.

MODELITZACIÓ HIDRÀULICA			
Curs	Límit aigua amunt	Límit aigua avall	Longitud (km)
Riu Foix	Santuari de Foix	A la desembocadura al mar	44
Riera de Pontons	Nucli urbà de Pontons	Confluència amb el riu Foix	19
Riera de Llitrà	Nucli urbà de les Cabanyes	Confluència amb el riu Foix	9
Riera de Marmellar	Les Cases Noves de la Riera	Confluència amb el riu Foix	14
TOTAL			86

Taula 2 Àmbit de les lleres modelitzades hidràulicament a la PEF del Foix. Font elaboració pròpia

4.- METODOLOGIA

A partir d'un estudi pluviomètric i un estudi hidrològic a nivell de conca s'han realitzat els corresponents estudis hidràulics de detall per a la delimitació de les zones potencialment inundables, que constitueix una de les bases per a la determinació de possibles afeccions.

Aquesta s'ha contrastat contra la informació de zones potencialment inundables (veure apèndix 02.A.01.A Avingudes Històriques).

En primer lloc s'han definit les precipitacions de disseny mitjançant un estudi pluviomètric. Aquest es basa en estudis de climatologia i en estudis de precipitacions històriques. L'estudi pluviomètric proporciona els hietogrames de càlcul per a períodes de retorn preestablerts, d'acord amb els objectius de la planificació.

La següent etapa, l'estudi hidrològic, parteix dels hietogrames definits anteriorment. En aquesta etapa a través d'una anàlisi integral de la conca del riu es determinen els cabals màxims que circulen pels diferents trams del riu, associats a diferents períodes de retorn.

Finalment aquests cabals s'introdueixen en un model hidràulic, que es construeix en base a un terreny digital. Aquest model generarà les línies que delimiten les inundacions de diferents

períodes de retorn, i alhora mapes de calats a l'àrea inundada. Aquests resultats s'utilitzen per a la zonificació i per a estudis d'erosió i perillositat.

A continuació es detalla l'estructura general i el propòsit de cadascuna de les etapes esmentades.

4.1.- ANÀLISI D'ANTECEDENTS

S'ha fet una recopilació bibliogràfica que es recull a l'apèndix 02.A.01.A Avingudes Històriques, i de la informació recollida a l'INUNCAT i a les normes d'explotació de l'embassament.

A més a més s'ha analitzat la cartografia geomorfològica de zones potencialment inundables i la cartografia prèvia hidràulica existent.

4.2.- ESTUDI PLUVIOMÈTRIC

L'estudi de la pluviometria és, tal com s'ha indicat, el primer pas per a realitzar l'estudi d'inundabilitat.

Tenint en consideració tots els aspectes que es comenten a l'annex 02.A.01:Hidrològic es proposa utilitzar les pluges màximes procedents del llibre “Máximas lluvias diarias de la España peninsular” publicat pel Ministerio de Fomento i ja utilitzades a la delimitació de zones inundables per a la redacció de l'INUNCAT de l'any 2002.

En síntesi, el mètode utilitzat assumeix l'existència de regions homogènies respecte a certes característiques estadístiques, la qual cosa permet aprofitar el conjunt d'informació disponible a cadascuna d'elles. El model de distribució finalment adoptat, de tots els considerats en un primer moment, ha estat el de la llei SQRT-ET max, adduint les raons següents:

- És l'únic, de entre tots els models considerats, que ha estat proposat específicament per a la l'ajust estadístic de màximes pluges diàries.

- Es formula només amb dos paràmetres, la qual cosa permet una definició completa de les quantitats en funció exclusivament del coeficient de variació, resultant més fàcil la presentació de resultats corresponent.
- Per la mateixa definició de la llei, proporciona resultats més conservadors que els de la llei de Gumbel tradicional.
- Demostra una bona capacitat per reproduir les propietats estadístiques observades en el conjunt de dades emprades.

L'enfocament tradicional dels mètodes regionals permet estimar el valor de les quantitats regionals en un punt senzillament assignant-li els valors obtinguts a la regió on s'inclou aquest punt, la qual cosa presenta com a principals inconvenients tant la incertesa existent respecte als límits considerats a les regions, com la discontinuïtat indesitjable que presenten els resultats en aquests límits. Per resoldre aquests problemes, presenten els resultats en forma suavitzada traçant un mapa nacional d'isolínies del coeficient de variació (Cv). Es fa servir el Cv com a paràmetre bàsic per la seva comprensió fàcil en estar directament relacionat amb el valor dels quantils degut al model de llei i al mètode d'estimació de paràmetres adoptats.

Donat que les precipitacions registrades per l'INM es recullen en un interval de 24 hores amb límits fixos (entre les 7.00h am. i les 7.00h am. de l'endemà), en allò que en climatologia es denomina com a "dia pluviomètric", és necessari adaptar la pluja diària a la pluja en 24h. Això es fa a terme emprant un coeficient corrector de 1,13 segons recomanacions de la Organización Meteorológica Mundial basades en els estudis realitzats per Hershfield publicats al *Rainfall Frequency Atlas of the United States, Technical Paper nº 40 Weather Bureau, US Department of Commerce, Washington DC.115 pp* i Weiss LL publicats a *A general relation between frequency and duration of precipitation*. Mon. Weather Rev. 90

$$P_{24}=1,13P_d$$

El resultat final de la precipitació per subconques és pot observar a la taula 3.

ID	Nom de la subconca	Precipitació Màxima (mm) diàries, segons Període de Retorn (anys)						
		2,33	5	10	25	50	100	500
1	Riu Foix a capçalera fins a Can Vila	75,0	95,3	116,0	145,0	168,4	193,2	256,5
2	Riu Foix des de Can Vila fins a la riera de Pontons	76,0	96,9	118,1	147,7	171,2	196,9	261,3
3	Riera de Pontons a capçalera	74,2	94,5	114,9	143,5	166,5	191,7	253,1
4	Riera de Pontons complet	76,8	98,0	119,8	150,3	174,0	200,6	266,1
5	Riu Foix entre la riera de Pontons i de la riera de Llitrà	79,1	100,6	123,2	154,8	180,8	207,9	276,9
6	Riera de Llitrà a capçalera	76,3	97,2	118,6	148,6	171,8	198,3	262,7
7	Riera de Llitrà completa	78,9	100,8	123,4	154,6	179,9	207,5	275,3
8	Riu Foix entre la riera de Llitrà i el torrent de la Bruixa	80,2	102,8	125,8	158,2	183,8	212,1	282,1
9	Torrent de la Bruixa complet	78,7	100,6	123,2	154,4	179,3	207,2	275,0
10	Riu Foix entre el torrent de la Bruixa i l'embassament	79,7	102,3	124,9	156,5	182,5	210,2	279,1
11	Marmellar a capçalera	73,3	93,2	113,4	142,0	164,6	188,9	250,7
12	Marmellar des de el Pla de Manlleu fins a Masets del Cosins	76,1	97,0	118,3	148,6	172,3	198,1	263,5
13	Marmellar complet	79,7	102,3	125,4	157,1	182,5	210,7	280,2
14	Foix complet	80,5	103,1	126,8	159,8	185,1	213,3	284,8

Taula 3 Precipitacions màximes en 24h per subconques majorades amb factor 1,13. Font: elaboració pròpia

Per tal de definir la distribució temporal de la precipitació sobre la conca, s'ha cercat tota aquella informació que pugui resultar d'utilitat en els estudis anteriors, comprovant que a les normes d'explotació de la presa del Foix, es va definir un hietograma tipus, calculat a partir dels registres de precipitació de l'estació SAIH 205P01 situada a la conca de Marmellar.

D'aquell anàlisi, es van seleccionar les quatre tempestes que presentaven un volum de precipitació més important. El hietograma tipus es va determinar calculant la mitjana aritmètica de les intensitats horàries adimensionalitzades, fent coincidir prèviament, el bloc horari de màxima intensitat. Cal destacar que cap d'aquestes precipitacions presentava una durada superior a les 24 hores

Aquest hietograma ha estat empleat per tota la conca i per els diferents períodes de retorn, ja que en el moment de realitzar aquest estudi no s'havia produït cap esdeveniment significatiu per estudiar la possible modificació del mateix

A priori, sembla raonable aplicar un hietograma de 24h a unes Normes d'Explotació, on generalment el volum té més pes que el cabal punta, però no així en un estudi on la delimitació de les zones inundables es realitza a partir del cabal punta.

Analitzant el temps de concentració de la conca front a la distribució de l'hietograma, es considera que com el Tc (Témez) de la conca del Foix té una duració de 11h i en les 11 hores

centrals de l'hietograma s'acumula el 80% de la precipitació (el 35% en les 3h centrals), aquesta distribució temporal resulta apropiada per a la conca objecte d'estudi.

En els gràfics de la figura 3 es detallen els percentatges de pluja registrats en els episodis de tempestes considerats, així com la mitjana resultant.

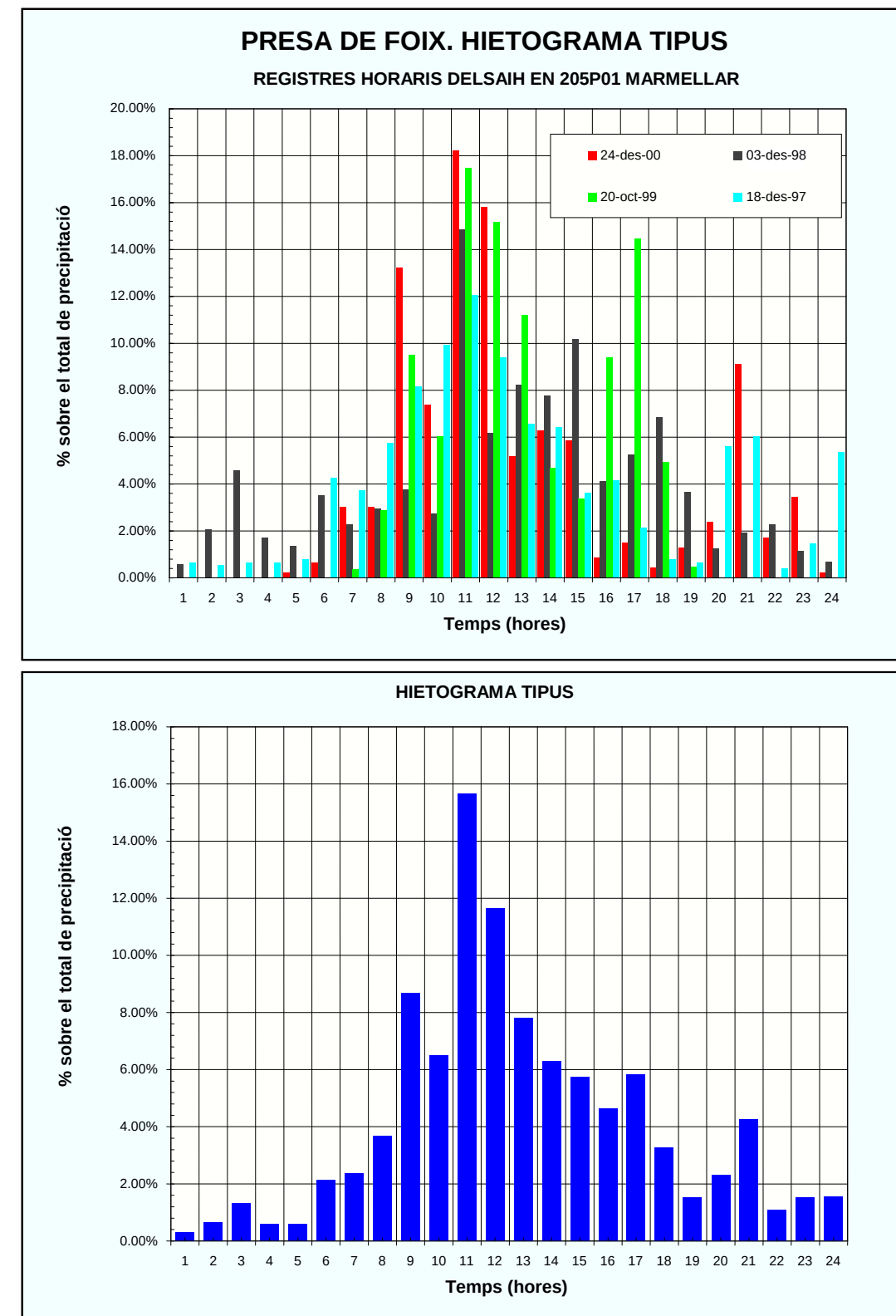


Figura 3 Hietograma tipus. Distribució percentual de la precipitació dels registres del SAIH en 205P01 Marmellar. Font Extracció de les normes d'explotació de l'embassament de dades del SAIH.

4.3.- ESTUDI HIDROLÒGIC

Per a l'estudi hidrològic s'ha establert una metodologia, que es desenvolupa a l'apèndix 02.A.01 Hidrològic, que permet establir una sèrie de paràmetres per a tota la zona d'estudi en base a:

- Caracterització de les conques d'estudi, tractant tant els aspectes morfològics com aquells altres relacionats amb la resposta hidrològica d'aquestes conques davant el fenomen de la precipitació –superfície, pendent, geologia i usos del sòl-.
- Estudi de les precipitacions, considerant la seva distribució estadística, espacial i temporal per a diferents períodes de retorn.
- Modelització hidrològica de les conques. S'han construït els models hidrològics, basats en el programa HEC-HMS versió 3.1, justificant l'adopció dels paràmetres mitjançant el calibratge del model amb les avingudes històriques registrades a la presa i recollides a les Normes d'Explotació.
- Càlcul de cabals d'avinguda: mitjançant la utilització dels models construïts d'acord amb allò indicat anteriorment, en funció de les precipitacions establertes després de l'anàlisi pluviomètrica efectuada.

L'objectiu d'aquesta etapa és l'anàlisi hidrològica de la conca del Foix i establir un model conceptual integrat del seu comportament, de manera que s'aconsegueixi relacionar els diferents processos que hi tenen lloc (hidrogeologia i hidrologia superficial) així com estimar els cabals d'escorrentia generats per la precipitació de càlcul. Es pot dir que l'objectiu últim d'aquest capítol és el càlcul del règim extremal de la hidrologia de la conca, sense contenir un estudi de les seves aportacions que correspondria a un règim mitjà pur. En el nostre cas anomenem règim extremal als períodes de retorn de càlcul de 500, 100 i 50 anys i "règim mitjà" al període de retorn de 10 i 5 anys i al corresponent al cabal de la màxima crescuda ordinària (MCO).

L'elecció del model hidrològic és fonamental per intentar apropar-se el màxim possible a la realitat del comportament de la conca davant d'una quantitat de pluja caiguda.

Així doncs, s'ha optat per un model de transferència pluja-cabal basat en el comportament del terreny, que contingui tots els processos que succeeixen a la conca. El software elegit és el HEC-HMS explicat en els apartats següents.

La metodologia utilitzada en aquest estudi hidrològic respon a l'esquema conceptual de figura 4.

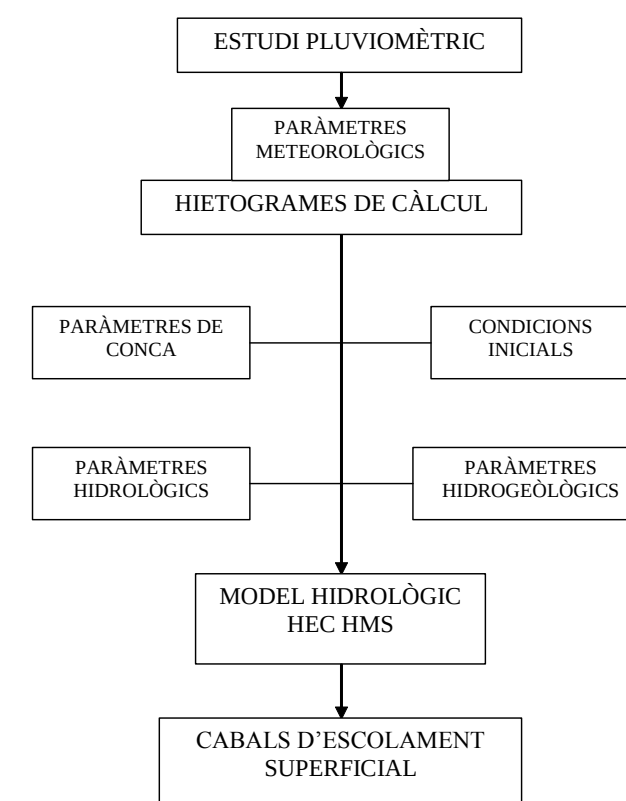


Figura 4 Esquema metodològic per a l'obtenció de cabals. Font: elaboració pròpia

Un cop obtinguts els hietogrames de càlcul mitjançant l'estudi pluviomètric, cal definir amb el nivell de detall necessari els paràmetres de la conca a caracteritzar, per tal d'obtenir els paràmetres que requereix el model hidrològic HEC-HMS per a la reproducció dels fenòmens de transformació pluja-escorrentiu i propagació existents a la conca.

Aquest territori s'ha subdividit en 14 subconques, per tal d'obtenir regions homogènies que permetin la seva modelització (veure Figura 5). Aquesta subdivisió s'ha realitzat a partir de les cobertures de subconques de l'ACA, però introduint les modificacions necessàries per el correcte funcionament del model hidrològic.

En la caracterització de les diferents subconques, als efectes de la seva resposta davant precipitacions d'una gran intensitat, s'han considerat dos tipus de paràmetres: morfològics i hidrològics. Dintre dels primers s'han analitzat els següents:

- Superfície
- Pendent
- Geologia
- Usos del sòl

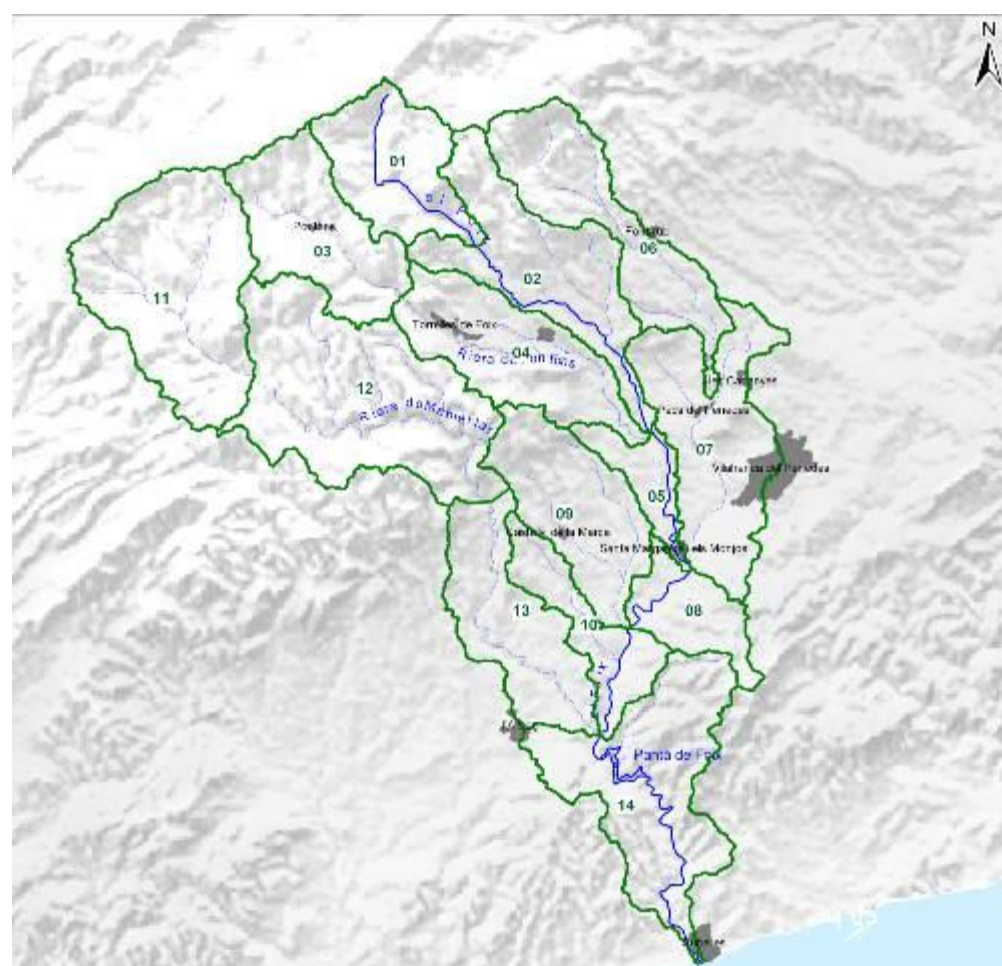


Figura 5 Divisió de la conca del riu Foix

Pel que fa als paràmetres estrictament hidrològics, que permeten establir la relació entre precipitació total i precipitació eficaç -la que dona lloc a escorrentiu-, s'ha fet servir la metodologia desenvolupada pel Soil Conservation Service del Departament d'Agricultura dels Estats Units. Aquest caracteritza el comportament hidrològic d'un terreny assignant-li un nombre de corba determinat (anomenat nombre de corba de l'S.C.S.). Així, en funció de les

característiques geològiques, edafològiques, de coberta vegetal i d'ús del sòl, s'han obtingut plànols generals de la distribució espacial del nombre de corba del S.C.S. al llarg de tot el territori que comprèn la zona d'estudi. A partir d'ells s'ha determinat el valor mitjà d'aquest paràmetre per a cadascuna de les subconques considerades

D'altra banda, en funció de la longitud de les lleres i del seu pendent mitjà s'ha estimat el temps de concentració (T_c) de cada subconca, utilitzant dues fórmules diferents –veure annex 02.A.01.Hidrològic- amb la finalitat de poder comparar els resultats obtinguts i poder escollir aquella que millor s'ajusta a les característiques de la conca estudiada. L'obtenció dels paràmetres físics de les subconques s'ha realitzat amb el programa HEC-GeoHMS, partint del Model Digital del Terreny (MDT) proporcionat per l'ICC.

Per a poder transformar la precipitació e escorrentiu directe, s'ha construït un model numèric de simulació basat en el programa de càlcul HEC-HMS, desenvolupat i mantingut pel Centre d'Enginyeria Hidrològica de l'Exèrcit dels Estats Units i, amb tota seguretat, el més utilitzat i comprovat arreu del món. (versió 3.1.0.)

L'ús d'un model de simulació per al càlcul de cabals d'avinguda presenta una sèrie d'avantatges entre les quals, destaquen les següents:

- Permet aprofitar totes les dades disponibles, tant les associades amb el règim meteorològic com les corresponents a la resposta hidrològica de la conca.
- Només fa servir l'estadística per a tractar aquelles dades, en concret les pluviomètriques, que no es poden estudiar amb mètodes deterministes, els resultats dels quals són més comprovables.
- És possible comprovar la qualitat del mètode a través de la comparació dels seus resultats amb la realitat observada.
- Permet deduir les conseqüències de canvis futurs en les característiques de la conca o de la infraestructura que hi existeix.
- Proporciona com a resultat l'hidrogràfic complet de l'avinguda i no només el cabal punta. Això és fonamental atès que en el dimensionament de moltes obres i especialment el de les obres de laminació, depèn més, en molts casos, del volum de la crescuda que doni aquest cabal màxim i de la seva distribució en el temps.

Amb les dades obtingudes de l'estudi pluviomètric i de les extrems de la caracterització de la conca, s'han construït el model, implementat tots els paràmetres necessaris, els quals es justifiquen mitjançant calibratge del model.

Un cop muntat el model, s'han simulat diferents escenaris considerant les precipitacions màximes per a 2,33, 5, 10, 25, 50, 100 i 500 anys de període de retorn, obtenint els cabals d'avinguda per als diferents trams considerats en el model. La justificació i resultats de la modelització hidrològica es presenten en el corresponent annex 02.A.01.Hidrològic.

4.4.- ESTUDI HIDRÀULIC

La metodologia emprada, consisteix en la construcció de models hidràulics unidimensionals en règim permanent per a tots els cursos. Aquests models han de recollir de forma adient les característiques del seu funcionament hidràulic adaptades a les hipòtesis de càlcul (unidimensional i en règim permanent) de l'aplicació utilitzada.

La modelització s'ha realitzat utilitzant el programa HEC-RAS, desenvolupat per l'U.S. Army Corps of Engineers (versions v. 3.1.3 de Maig de 2005 i v.4.0 de Març de 2008), que són en essència versions evolucionades del conegut HEC-2. A l'annex 02.A.02 Hidràulic s'exposa de manera detallada els fonaments de càlcul de l'HEC-RAS, els requisits del programa i el format dels seus arxius de resultats.

Aquest model permet la simulació del règim del riu per a qualsevol combinació de cabals, de manera que es pugui deduir l'elevació de la làmina d'aigua, les velocitats del flux, així com l'extensió de la zona inundable i la determinació de la capacitat del curs en tot el tram d'estudi. Els condicionants hidràulics emprats pel model com a punt de partida per al càlcul tendeixen a simplificar el procés de càlcul. Aquestes hipòtesis són:

- Règim permanent
- Flux unidimensional gradualment variat
- Gradient de pèrdues d'energia constant entre dos seccions adjacents
- Condicions de contorn rígides

Com a pas previ a l'execució del programa, s'han de definir les característiques hidràuliques i geomètriques del curs. Les dades necessàries per a caracteritzar el model hidrològic són les següents:

- Situació del curs i característiques principals
- Definició del curs i planes d'inundació: geometria de les seccions transversals i longitud dels trams
- Cabal que circula pel tram
- Obres en el curs, ja siguin aquelles que suposen un tall de la corrent (preses i assuts), com aquelles que poden provocar sobreelevacions (ponts), etc.
- Coeficients de pèrdues per fregament (Manning) i per canvis en el flux (expansió o contracció) per a cada perfil transversal
- Condicions de contorn: nivell conegut en la secció inicial i/o final, o bé pendent del tram o calat crític.
- Tipus de règim hidràulic (ràpid, lent o mixt): el mateix model indica quan s'ha passat d'un règim a un altre.
- Condicions de control al llarg del tram.

Els models construïts són els corresponents als 4 cursos, pel riu Foix s'ha dividit el model en dos trams.

Les dades necessàries per la caracterització hidràulica del tram d'estudi, d'acord amb els requeriments del model HEC-RAS, són essencialment:

- Geomètrics: s'aconsegueixen mitjançant el tall de perfils transversals sobre el Model digital del terreny MDT de pas de malla 1m obtingut mitjançant tecnologia LIDAR i proporcionat per l'ICC (Institut cartogràfic de Catalunya) a l'Agència Catalana de l'Aigua.
- Coeficients de pèrdues: s'han obtingut de la literatura específica, prèvia observació de la cobertura vegetal del curs i els marges durant la visita de camp.
- Punts singulars: ponts, obres de pas...
- Condicions de contorn
- Cabals

S'han construït 3 models d'HEC-RAS per cada curs:

- Un per realitzar la passada corresponent al cabal de l'MCO. Com indica la Llei d'Aigües i el Reglament del Domini Públic Hidràulic, la delimitació d'aquest ha de realitzar-se en règim natural, és a dir sense ponts ni assuts.
- Un altre pels diferents cabals estimats per període de retorn. En aquests últims s'han inclòs les estructures que tallen el curs.
- I per últim, un altre en el que s'han introduït una bateria de cabals amb els que es determina la capacitat dels ponts.

Finalment, mitjançant els models s'obtenen, per tots els períodes de retorn definits anteriorment, els límits de les zones inundables, els calats i velocitats en tots els punts d'aquestes zones amb la finalitat d'elaborar mapes de risc, proposar actuacions i per realitzar una avaluació mediambiental detallada.

4.5.- DIAGNOSI DEL GRAU D'AFECCIÓ

L'anàlisi de risc global en un àmbit territorial i de les mesures preventives i d'actuació a adoptar en emergència és competència exclusiva de Protecció Civil (Departament d'Interior).

Tanmateix a l'Agència Catalana de l'Aigua li complet determinar el grau de perill d'inundabilitat fluvial en un àmbit territorial, pertanyent a les conques internes de Catalunya, vinculat a les circumstàncies dels diversos escenaris que hi incideixin. Tot i això la gestió del risc front inundacions, és un concepte més ampli que integra les mesures de mitigació, abans, durant i després de l'emergència involucrant a diverses administracions i sectors, fins i tot a la pròpia població.

És per aquest motiu que l'Agència no determina el nivell de risc, sinó que fa una determinació del grau d'afecció d'inundabilitat.

Els criteris generals per determinar el grau d'afecció dels punts singulars hidràulics de la PEF del Foix són els següents:

- Si hi ha afecció >1 Ha a zones urbanes, industrials, o equipaments (tipus càmping...) per una avinguda de 50 anys de període de retorn, es considerarà un grau d'afecció alt.
- Si hi ha afecció >1 Ha a zones urbanes, industrials, o equipaments (tipus càmping...) per una avinguda de 100 anys de període de retorn, es considerarà un grau d'afecció mig.
- Si hi ha afecció >1 Ha a zones urbanes, industrials, equipaments (tipus càmping...) per una avinguda de 500 anys de període de retorn, es considerarà un grau d'afecció baix.
- Per a zones elevades i no afectades per cap dels períodes de retorn estudiats, es considerarà un grau d'afecció molt baix.

4.6.- CONSULTA DE LA INFORMACIÓ

4.6.1.- Llistat de punts singulars de zones inundables

A l'annex 02.A.03 Llistat punts singulars de zones inundables es mostra, per a cada municipi les ocupacions de l'espai fluvial.

Per tal de facilitar la cerca d'informació a l'usuari, es realitza un llistat dels punts singulars per comarca, municipi i curs fluvial –Figura 6-. En aquest llistat es relaciona la comarca i el municipi amb el curs al que pertany (indicant les coordenades, el codi, la localització, la descripció, observacions i grau d'afecció del punt singular).

Agència Catalana
de l'Aigua

Planificació de l'Espai Fluvial de la conca del Foix

Municipi	Curs fluvial	Codi identificatiu	Subtipus/Localització	Descripció punt singular	Observacions	Grau d'afecció
Alt Penedès						
Castellet i la Gornal						
El Foix						
	X, Y (386443,4567845)	070A012	Zona d'especial interès Vores del pantà de Foix, de cal Bladet a la presa	Els vessants meridionals del Pantà de Foix, amb orientació obaga, porten una vegetació forestal molt peculiar consistent en una pineda de pi blanc amb un sotabosc força dens on hi abunden el boix i el margalló, espècies amb unes àrees de distribució molt disjunctes que troben aquí un dels pocs ecotips on prosperen plegats. Tot el tram està recorregut per un camí rural.	Seria convenient realitzar un estudi florístic i geogràfic d'aquestes pinedes tan singulars.	Mg
	X, Y (386526,4568113)	070H039	Zones rústiques Mas de Cal Corraler situat al marge dret del Foix, a un centenar de metres amunt de la confluència amb el Torrent de l'Omeda, al TM de Castellet i la Gornal	Possible afecció al mas del Cal Corraler (explotació agrícola que consta de quatre edificacions) per avingudes de 500 anys de període de retorn del riu Foix. L'afecció més important es localitza al sector occidental del mas. També es podria veure l'efecte al Molí Vell, edificació aïllada situada al marge esquerre del riu Foix, per una avinguda de 50 anys de període de retorn.	L'accés a Cal Corraler, des de la carretera BV-2115 fins al mas, seria veure afectat per una avinguda de 500 anys de període de retorn. Les precipitacions de l'octubre de 1986 i del setembre de 1974 són de les més importants que s'han registrat en aquesta zona, arribant a valors de 300 mm.	Baix
	X, Y (387092,4568191)	070E098	Presa Presa del Pantà del Foix al terme municipal de Castellet i la Gornal	La presa de l'embassament del Foix és de gravetat, planta circular i estructura de maçoneria. Té una alçada de 38 m, i una longitud de coronació de 190,8 m. La capacitat aproximada, actualment és de 3,74 hm ³ i una superfície d'embassament de 86 ha, amb una amplada màxima de 283 m i una longitud de 4.040 m.	El pantà va ser inaugurat el 1928. Degut als sediments aportats per la xarxa fluvial la capacitat d'emmagatzematge s'ha vist disminuïda, en origen el volum total era de 5,64 hm ³ .	Alt
	X, Y (386889,4570076)	070E002	Gual Gual al Corral de Rafeques al TM de Castellet i la Gornal	Gual de Sant Pere sense senyalitzar impracticable per avingudes de petit període de retorn. Aigua amunt de la confluència del Foix amb la riera de Mammellar.	L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298,6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.	Alt
	X, Y (386882,4571017)	070A010	Qualitat ripària Riu Foix, a la Plana	Tram del Foix, entre les Masuques i la desembocadura de la riera de Mammellar, envoltat per masses de canyar força contínues que impedeixen el desenvolupament dels petits nuclis existents de freixenedes i omedes. A més de la canya, el tram inclou altres comunitats al·lòctones com planèdes.	Les actuacions en aquest tram haurien d'orientar-se a l'eliminació dels canyars i altres comunitats al·lòctones per permetre la proliferació de freixenedes i omedes, aprofitant un potencial fluvial relativament elevat.	Baix
	X, Y (386650,4569498)	070E003	Gual Gual Sant Pere situa a la confluència del Foix amb la riera de Mammellar, al TM de Castellet i la Gornal	Gual de Sant Pere sense senyalitzar impracticable per avingudes de petit període de retorn. Connecta els Horts del Rector amb el Bosc de l'Oca.	L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298,6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.	Alt
	X, Y (387037,4568142)	070E005	Passarel·la Pas al Pantà de Foix al TM de Castellet i la Gornal	Capacitat hidràulica insuficient del pont per avingudes de període de retorn de 100 anys. Pas aigua avall del Pantà de Foix, connecta el camí del Molí soterrà amb la presa.	L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298,6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.	Alt
	X, Y (386332,4571717)	070E115	Gual Gual del riu Foix situat a la confluència del Torrent de Cal Martí, la Riera de l'Estatella i el propi Foix, al TM de Castellet i la Gornal	Gual del riu Foix sense senyalitzar impracticable per avingudes de petit període de retorn. Connecta els sectors agrícoles de Cal Rientós amb Cal Xeta. Actualment en deus i transitable.	L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298,6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.	Mg
	X, Y (386619,4568142)	070E007	Pont trànsit rodar Pont de Castellet aigua amunt de l'embassament del Foix al TM de Castellet i la Gornal	Capacitat hidràulica suficient del pont per avingudes de període de retorn de 500 anys. Pont sobre el Foix aigua amunt del Pantà de Foix, actualment en ús, connectant Cal Corral amb el nucli urbà de Castellet.	L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298,6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.	Mg

Annex 1. Llistat punts singulars

Figura 6 Exemple de llistat de punt singular per curs fluvial, municipi i comarca.

4.6.2.- Fitxes de punts singulars de zones inundables

A l'apèndix 02.A.04 Fitxa punts singulars zones inundables s'ha elaborat una fitxa sintètica per a cada ocupació.

La fitxa dels punts singulars –veure Figura 7- inclou aquella informació més sintètica i característica de l'àrea identificada i està configurada en dos apartats el primer inclou les **característiques de l'àmbit** –descripció, observacions, grau d'afecció i altres dades- i el segon **la localització** –inclou les figures, ubicació i identificador-.



Figura 7 Exemple de fitxa de punts singular. Els tons blaus corresponen a l'apartat de característiques específiques del punts singular (descripció, observacions, altres dades....) i els tons verds s'identifiquen amb l'apartat de localització (figures, ubicació i identificador).

Si hom vol complementar i ampliar la informació cal que consulti el protocol “inventari de punts singulars”.

4.6.2.1.- Característiques

- **Descripció:** inclou una síntesi d'aquells aspectes més característics del punt singular que permet conèixer aquells aspectes més representatius.
- **Observacions:** inclou aspectes referent a les inundacions històriques, característiques particulars, altre aspectes rellevants, així mateix permet el desenvolupament d'aquells aspectes que no es poden tractar a la descripció.
- **Grau d'afecció:** en aquest apartat es fa una aproximació al risc associat a un punt singular.
- **Altres dades:** en aquest apartat s'inclou la informació referent a la data de l'inventari, l'escala de la captura i l'accessibilitat al punt singular.
- **Fitxes relacionades:** s'identifiquen els punts singulars i actuacions que tenen relació amb

el punt singular en qüestió.

- **Municipis:** Es citen tots aquells municipis en el que està inclòs el punt singular en qüestió.
- **Imatge de situació actual i futura:** Es grafia una imatge al màxim d'explicativa del punt singular en qüestió. De manera que, per exemple, es mostra la inundabilitat que presenta, les principals característiques, o el croquis, etc.

4.6.2.2.- Localització

- **Imatges de Localització,** inclou:
 - **Imatge de situació:** Imatge de la conca amb la cartografia base E1:1.250.000 on es grafia la xarxa principal en color blau i el punt singular encerclat en groc. A baix a l'esquerra s'inclou la ubicació de la conca del Foix –identificada en color blau- respecte a Catalunya.
 - **Imatge de localització:** Imatge del contorn del punt singular en groc amb la ortofotografia base E1:5.000.
Les coordenades UTM del punt singular, es correspondran al punt mig d'aquest, definides amb el sistema de referència geodèsic ED50 (European Datum 1950) i coordenades UTM 31 N (fus 31 hemisferi Nord).
- **Localització:** S'identifica el curs fluvial i es descriu la ubicació en base a la toponímia de la zona.
- **Codi:** S'identifica la codificació segons el protocol de l'ACA (codi conca, tipus punt singular i codi correlatiu), així com s'especifica la tipologia de punt singular.

4.7.- VELOCITAT DE PROPAGACIÓ AVINGUDA

Les velocitats de propagació (m/s) es calculen comptant la longitud de tram de comportament més o menys homogeni, i dividint-la pel temps que triga el pic de l'hidrograma d'avinguda en transitar d'un extrem a l'altre d'aquell tram, calculat per l'escenari per desfavorable, corresponent a 500 anys de període de retorn.

Per més informació es pot consultar l'annex 02.A.02. Hidràulic.

5.- DIAGNOSI DE LA INUNDABILITAT

5.1.- DIAGNOSI DELS ANTECEDENTS

5.1.1.- Inundacions històriques més destacades

En l'àmbit d'estudi es registren 12 inundacions històriques, a la figura 8 es representen amb un cercle vermell la freqüència dels esdeveniments històrics en el període 1900-2011. A continuació es realitza una breu descripció de les tres inundacions històriques més destacades.

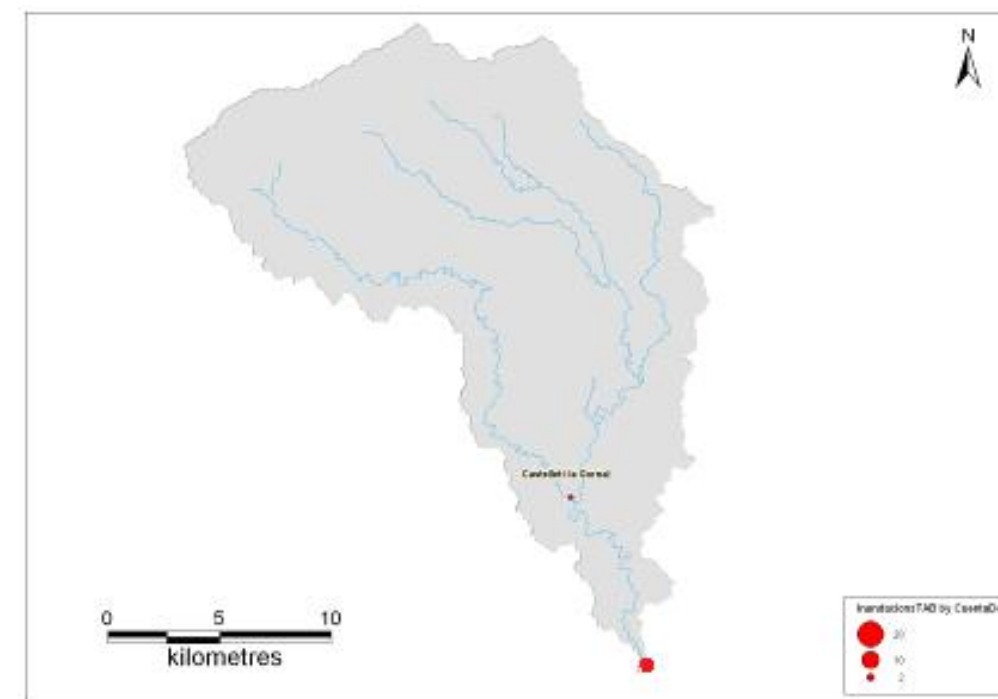


Figura 8 Número d'inundacions registrades a la conca del Foix en el període 1900-2011

- 20/10/1866: L'aiguat més greu registrat a la conca del Foix. Es van acumular 298.6 mil·límetres durant l'episodi, sent la zona més afectada de la conca del Foix el nucli de Castellet i la Gornal.
- 16/08/1921: La inundació destrueix el pont de la carretera a Cubelles. La precipitació que ocasionà la inundació es tractà gairebé amb tota seguretat d'un episodi de tempestes convectives.

- 17/09/1974: A causa del temporal que va caure sobre la província de Barcelona el 17 de setembre de 1974 el riu Foix experimentà una avinguda de certa importància. A l'embassament del Foix es van enregistrar 240 m³/s.

5.1.2.- Cartografia existent

A partir de la cartografia de les zones inundables obtingudes a la PEF del Foix, s'ha realitzat una comparativa amb la cartografia existent a l'àmbit d'estudi (veure Figura 9), els treballs de l'INUNCAT i la cobertura de les zones potencialment inundables (geomorfologia).

D'aquesta comparativa, es pot concloure que s'ha millorat la informació que existia prèviament dels treballs de l'INUNCAT, no només en quilòmetres modelitzats sinó en la precisió dels resultats obtinguts. En canvi, si comparem la cartografia obtinguda en la present PEF amb la cartografia geomorfològica, no cal dir que l'augment de la precisió és considerable, però si l'anàlisi és quantitatiu, s'observa una disminució en els quilòmetres lineals.

Tot i que les tendències entre les tres cobertures són relativament similars, la cartografia geomorfològica és bastant més grollera que les altres dues, amb diferències que poden arribar a més de 200 metres entre els límits de la zona inundable. Pel que fa pròpiament a les dues cartografies obtingudes de models hidràulics -treballs d'INUNCAT i PEF del Foix-, les principals diferències es localitzen a les zones urbanitzades, degut a la variabilitat de la precisió del model digital del terreny emprat en cadascuna de les modelitzacions hidràuliques. Als treballs de l'INUNCAT s'utilitzà un pas de malla de 15 metre, mentre que en la present PEF del Foix és d'un metre.

Si hom vol conèixer les dades de la cartografia de les zones inundables existents pot consultar l'apèndix 02.A.01.A Avingudes Històriques.

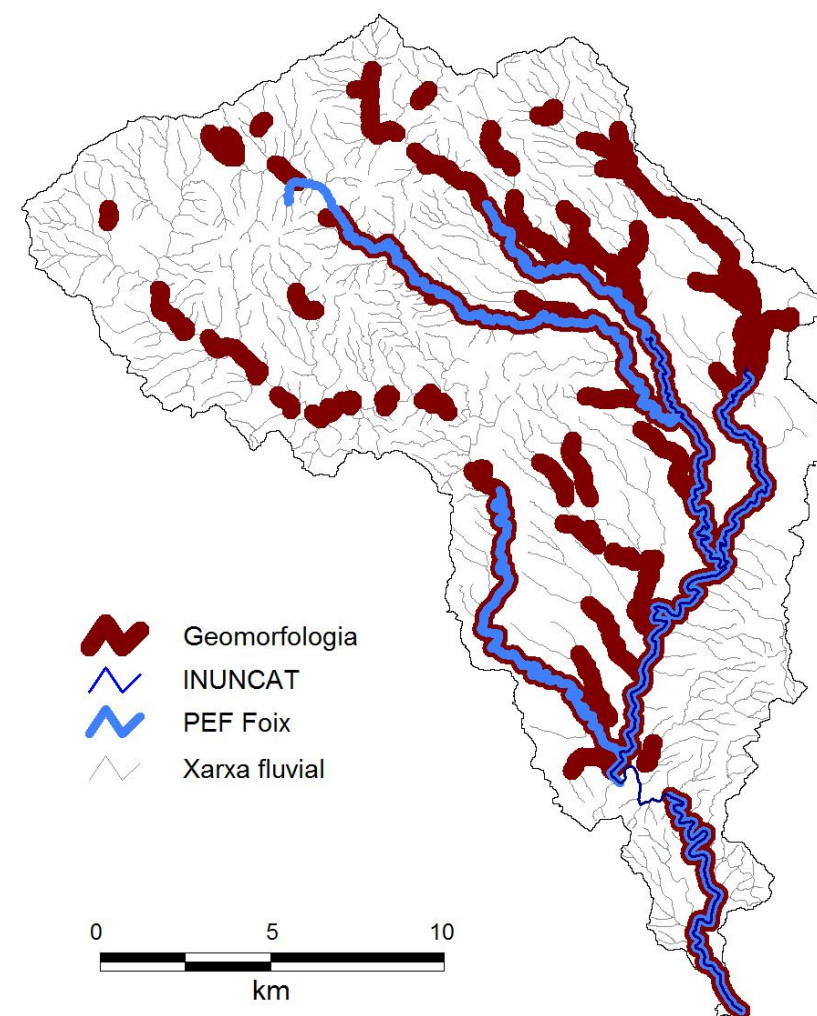


Figura 9 Cartografia de les zones inundables existent a la conca del Foix. Font: elaboració pròpia

5.2.- DIAGNOSI DE CABALS

5.2.1.- Normalització de cabals

Pel càlcul dels cabals representatius de la conca del Foix, s'han obtingut els cabals d'avinguda per als períodes de retorn de 2'33, 5 (MCO), 10, 25, 50, 100, i 500 anys prenent en consideració un conjunt de 14 subconques per tal d'obtenir regions homogènies que permetin la seva modelització (veure Figura 10).

A la taula de l'annex 04.D, es representen els cabals normalitzats d'avinguda tenint en compte les seves variacions al llarg dels diversos trams com a conseqüència de les aportacions que reben els eixos des dels seus tributaris, i tenint en compte el model de funcionament a nivell de conca.

Conca	Superfície (km ²)	Número de corba	Q500 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	QMCO (m ³ /s)
Riu Foix a capçalera fins Can Vila	17,715	65	61,22	39,15	31,3	16,12	11,36
Riu Foix des de Can Vila fins la riera de Pontons	42,503	51	104,26	66,69	53,07	26,39	17,27
Riera de Pontons a capçalera	20,881	58	56,64	35,7	28,07	14,21	9,38
Riera de Pontons completa	43,144	53	105,33	66,89	52,26	25,17	16,03
Riu Foix entre la riera de Pontons i la riera de Llitrà	92,277	56	225,93	143,4	112,82	54,91	35,36
Riera de Llitrà a capçalera	22,31	52	47,83	29,9	22,99	10,43	6,5
Riera de Llitrà completa	49,76	53	95,7	59,68	45,91	20,92	13,39
Riu Foix entre la riera de Llitrà i el torrent de la Bruixa	152,08	64	354,4	218	170,6	81,9	52,7
Torrent de la Bruixa complet	20,6	53	50,49	31,96	24,82	11,66	7,19
Riu Foix entre el torrent de la Bruixa i l'embassament	184,463	56	419,79	264,1	205,98	98,23	62,86
Marmellar a capçalera	34,77	54	81,1	51,59	40,67	19,35	12,19
Marmellar des de el Pla de Manlleu fins el Maset del Cosins	75,44	54	160,64	100,21	78,39	36,5	23
Marmellar completa	95,913	63	202,65	127,18	99,54	47,78	31,1
Foix complet	311,58	61	654,52	412,99	323,77	157,01	101,85

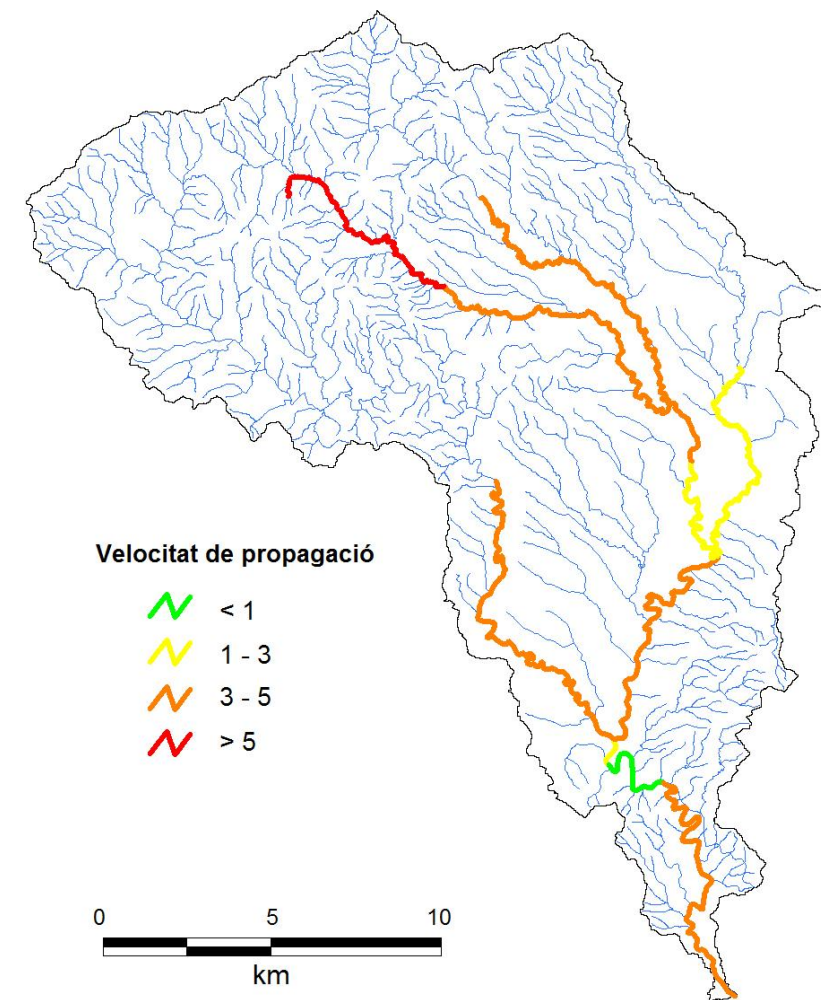
Figura 10 Cabals normalitzats a la conca del riu Foix. Font: elaboració pròpia

5.2.2.- Diagnosi de la velocitat de propagació

S'ha calculat els mapes de velocitats de propagació del temps de trànsit entre dos punts, és a dir quant triga en arribar la punta de l'hidrograma des d'un punt qualsevol de la xarxa fins a un altre.

Tal i com es pot observar a la figura 11, les velocitats de propagació, estimades per l'escenari extraordinari (corresponent a 500 anys de període de retorn), més elevades es troben a les zones de capçalera de la xarxa fluvial, destacant la subconca de Pontons que és on es registren les velocitats màximes de l'àmbit d'estudi, superant els 5 m³/s.

Per més informació es pot consultar l'annex 02.A.02. Hidràulic.

Figura 11 Velocitat de propagació en m³/s de la xarxa modelitzada a la conca del Foix.

5.3.- DIAGNOSI DE LA INUNDABILITAT DE L'ESPAI FLUVIAL

A continuació es presenta la diagnosi de l'estat actual d'inundabilitat estructurada per espais fluvials, on es descriuen i analitzen les possibles afeccions als diferents usos que es desenvolupen en l'àmbit fluvial. Els cursos fluvials a l'estudi hidràulic i els municipis per on passen ordenats des d'aigua amunt a aigua avall són els següents:

Subconca	Curs fluvial	Municipis
Foix	Foix	Torrelles de Foix
		Sant Martí Sarroca
		Pacs del Penedès
		Santa Margarida i els Monjos
		Castellet i la Gornal
		Cubelles
	Potons	Pontons
		Torrelles de Foix
		Sant Martí Sarroca
Llitrà	Riera de Llitrà	Pacs del Penedès
		Vilafranca del Penedès
Marmellar	Riera de Marmellar	Castellví de la Marca
		Sant Jaume dels Domenys
		Castellet i la Gornal
		l'Arboç

Taula 4 Trams inclosos dins dels models hidràulics. Font elaboració pròpia

En general, a la conca del Foix no existeix una forta pressió antròpica sobre l'espai fluvial, únicament caldria destacar el darrer tram del Foix –ubicat entre la urbanització de Mas Trader i la desembocadura a Cubelles-, on existeix una forta pressió urbanística, a causa de l'endegament present en els últims 1,2 Km – endegat en una zona de delta en plana costanera, amb poca pendent-, les estructures transversals –pont de la C-31 i del Ferrocarril de Barcelona a Tortosa- i els propis nuclis urbans de Mas Trader i Cubelles. Per aquest motiu, és en aquest tram on és presenta el major risc d'avinguda de tota la conca del Foix, podent-se produir desbordaments per cabals relativament freqüents inundant-se urbanitzacions colindants construïdes fa poques dècades.

La superfície antropitzada és d'un 6,9%, equivalent a 21,4 km². Cal destacar que a la conca del Foix 69,2 km² es troben protegits, representant pràcticament el 22,2% del total de l'àrea.

El perill d'inundació a la conca és molt elevat. Les inundacions es produeixen de forma ràpida i sobtada –flash floods- deixant molt poc marge a la resposta en cas d'emergència.

5.3.1.- Diagnosi descriptiva

S'han inventariat i diagnosticat un total de 17 punts singulars hidràulics (PSH). El tram més rellevant és el d'aigua avall de l'embassament, ja que es detecten dos zones amb afeccions altes. Aquests es corresponen al nucli urbà de Cubelles i a la urbanització de Sant Pere situada al marge oposat de la localització del citat nucli (tots dos inclosos al municipi de Cubelles).

A la resta de trams tot i que hi ha problemàtiques potencials, la probabilitat d'ocurrència és molt baixa. Cal mencionar els municipis de Sant Margarida i els Monjos i Sant Martí Sarroca ja que contenen pràcticament el 55% dels punts singulars hidràulics inventariats a l'àmbit d'estudi.

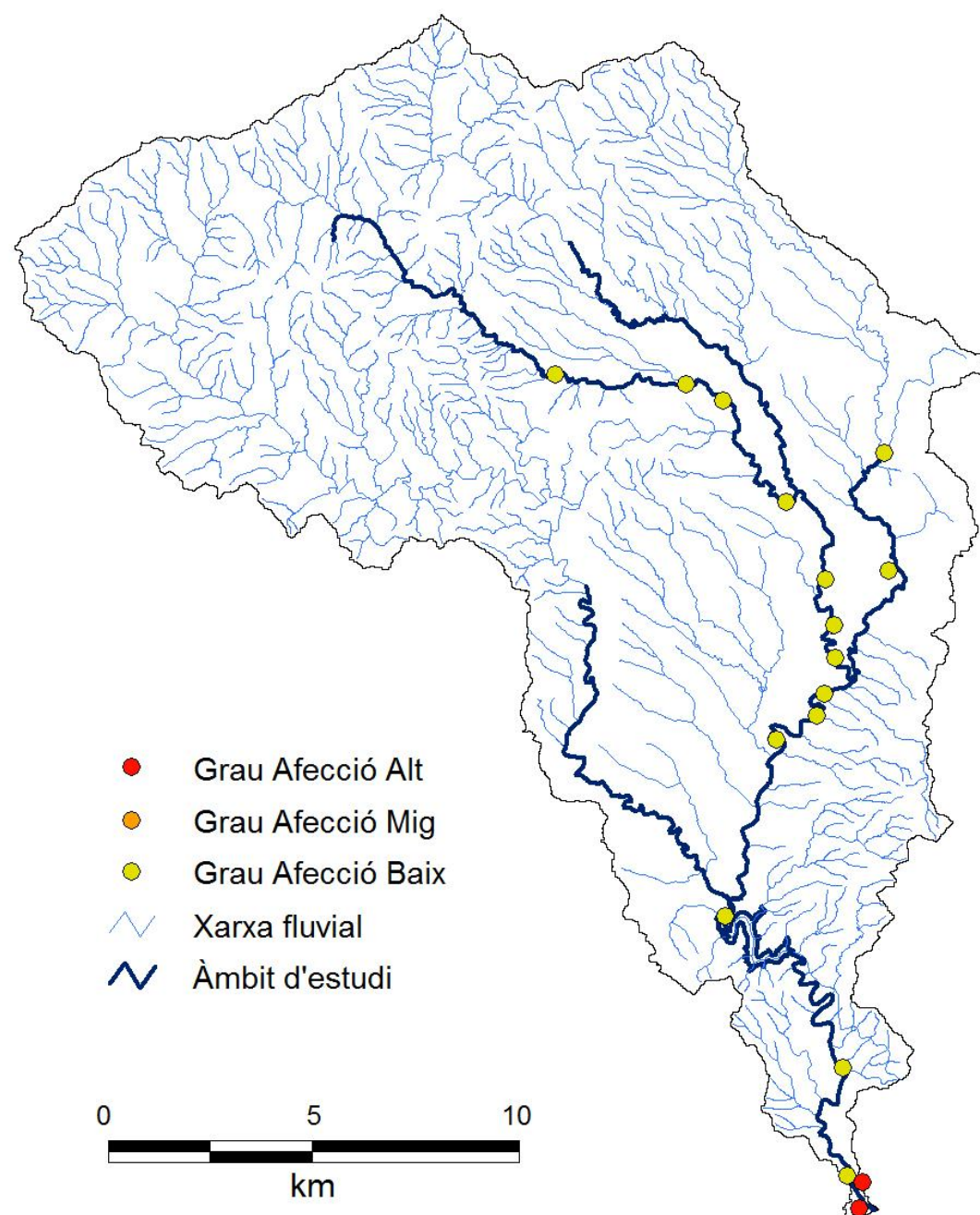


Figura 12 Grau d'afecció dels punts singulars hidràulics a la conca del Foix. Font: elaboració pròpia.

A més a més s'han diagnosticat un total de 41 infraestructures i 160 estructures, la diagnosi de les quals que es poden consultar respectivament a l'annex 02.D. Infraestructures i a l'annex 02.E. Estructures.

A continuació es presenta la diagnosi dels tres trams on s'han identificat afeccions puntuals més rellevants.

5.3.1.1.- Síntesi del tram 1 (la Roca – la Fassina)



Figura 13 Localització del tram comprès entre la Roca i la Fassina. Font: elaboració pròpia.

A la zona inicial del tram de la riera de Pontons, el sector més occidental del nucli urbà de la Roca al TM de Sant Martí Sarroca és susceptible a patir inundacions pel desbordament de la riera, afectant Can Carbó i els camins que li donen accés –veure Figura 13

Aigua amunt de la confluència de la riera de Pontons amb la riera de les Anguiles, es produeix la inundació en el marge esquerra de la riera, afectant diversos edificis i infraestructures del nucli urbà de la Fassina per avingudes amb cabals superiors a 200 m³/s, equivalent a un període de retorn de 500 anys.

Tot i que no és un sector que destaquï per una forta pressió urbanística, hi recorren nombroses estructures que poden sofrir danys per crescudes de la riera. La major part d'aquestes estructures es tracten de guals o passos sense suficient capacitat hidràulica per cabals relativament baixos de la riera de Pontons.

5.3.1.2.- Síntesi del tram 2 (Sta. Margarida i els Monjos – cimentera)

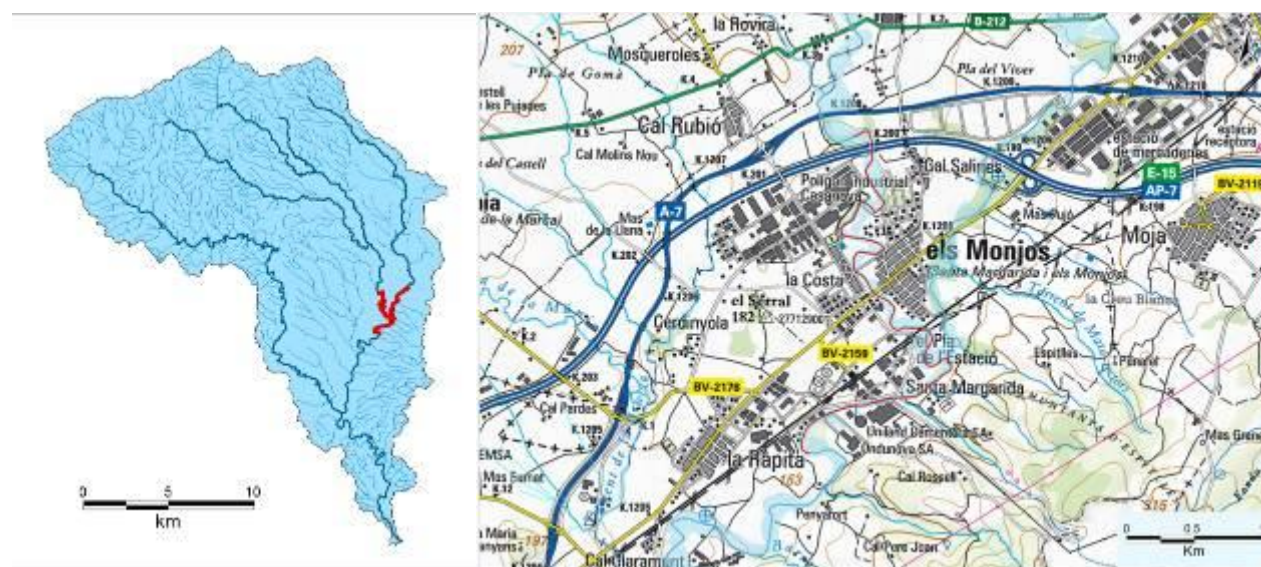


Figura 14 Localització del tram comprès entre Santa Margarida i els Monjos i la cimentera. Font: elaboració pròpia.

A la zona intermèdia del tram, el nucli urbà de Santa Margarida i els Monjos és susceptible de patir inundacions pel desbordaments del riu Foix, entre d'altres edificacions quedaria afectat l'Ajuntament del nucli urbà, situat aigua amunt de la confluència del Foix amb la riera de Llàtja. També cal destacar l'afecció que es produiria a la carretera nacional N-340a pel seu pas pel nucli urbà de Santa Margarida i els Monjos. Aquest sector queda afectat per una avinguda del riu Foix amb cabals superiors a $310 \text{ m}^3/\text{s}$, cabal equivalent a un període de retorn de 500 anys -veure Figura 14.

Aigua avall de la zona d'aiguabarreig del riu Foix i la riera de Llàtja, a la part sud del tram, destaca l'ocupació en els marges dret i esquerre, pel complex de la cimentera Uniland, que es pot veure afectat per avingudes del riu Foix amb cabals superiors a $320 \text{ m}^3/\text{s}$, equivalents a un període de retorn de 500 anys.

En aquest tram, hi recorren nombroses infraestructures que poden sofrir danys amb les crescudes del riu. Els ponts existents en el tram intermedi restringeixen la capacitat de desguàs del mateix, sobretot els ponts de l'autopista A-7, dels Ferrocarrils de Rodalies, el pont de la cimentera i dels ponts que s'ubiquen en el mateix nucli urbà de Santa Margarida i els Monjos, sense suficient capacitat hidràulica per cabals corresponents a una avinguda de 50 anys de període de retorn. Aquests ponts situats al nucli urbà, es troben ubicats aigua

amunt i avall de l'Ajuntament, sent el sector on es concentra la major problemàtica del tram intermedi de la conca del Foix.

5.3.1.3.- Síntesi del tram 3 (Mas Trader – Desembocadura)

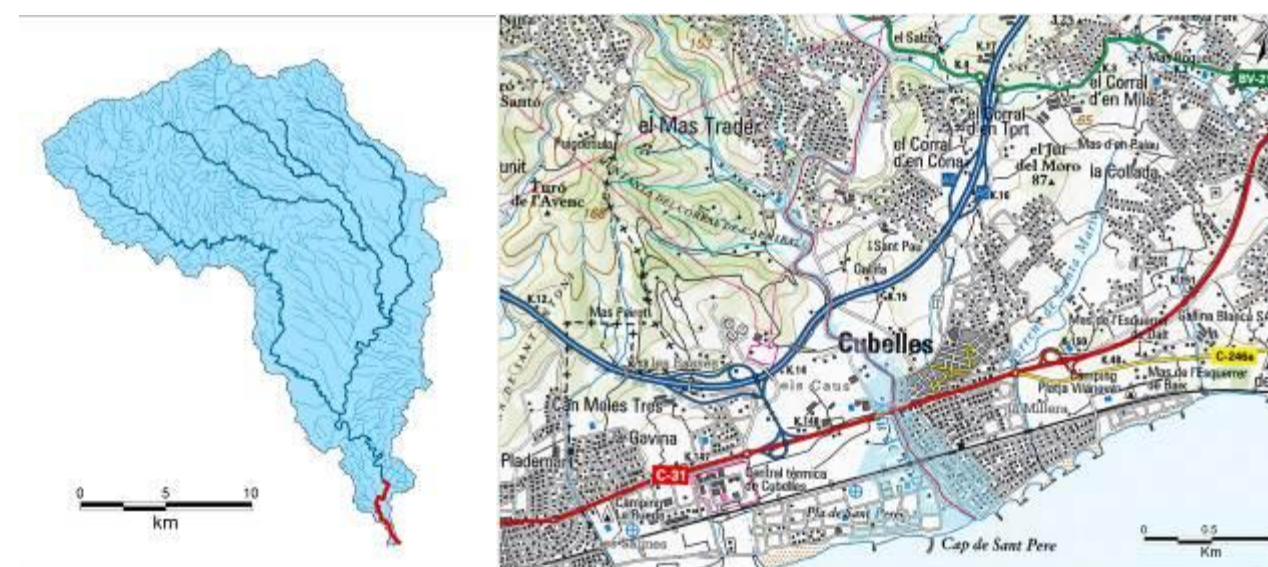


Figura 15 Localització del tram comprès entre la urbanització de Mas Trader i Cubelles. Font: elaboració pròpia.

A la zona nord del tram, el sector sud de la urbanització de Mas Trader és susceptible a patir inundacions pel desbordaments del riu Foix, per cabals superiors a $375 \text{ m}^3/\text{s}$, cabal equivalent a un període de retorn de 100 anys. Aquesta urbanització va ser una de les més afectades per la inundació del 25 de setembre de 2002-veure Figura 15-.

La desembocadura del Foix situada a Ponent del nucli urbà de Cubelles, destaca per la gran pressió urbanística que pateix, fins al punt de trobar un endegament rígid a l'últim tram del riu Foix, entre aigua amunt de la carretera comarcal C-246 i la desembocadura al Mediterrani. Al llarg del tram endegat, hi recorren nombroses infraestructures que poden sofrir danys amb les crescudes del riu. Els ponts existents a l'endegament restringeixen la capacitat de desguàs del mateix, sobretot els ponts del Ferrocarrils de Barcelona i el pont de la carretera de Barcelona a Valls, sense suficient capacitat hidràulica per avingudes extremes. Aquests ponts es troben situats a l'oest del nucli urbà de Cubelles abans d'arribar a la desembocadura.

En el marge esquerre del tram final del Foix és on es concentra la major problemàtica en cas d'avinguda del riu Foix, degut a la forta pressió urbanística exercida. En el moment que es

produís el desbordament del mur, s'inundaria gran part del barri Marítim i del barri del Molí de Baix, afectant la zona sud-oest del nucli urbà de Cubelles, a partir de cabals superiors a 160 m³/s (10 anys de període de retorn). També cal destacar l'afecció que es produiria en el sector urbanístic de la Mota de Sant Pere, en el marge dret del riu Foix per cabals superiors a 600 m³/s (500 anys de període de retorn).

5.3.2.- Diagnosi a nivell municipal

A partir de l'anàlisi realitzat dels curs de la conca del Foix, inventariant el conjunt de punts singulars estructurals, infraestructurals i hidràulics, així com modelitzant hidràulicament el curs, se'n pot extreure una síntesi de les afeccions, per a cada municipi confrontat amb el riu, a causa d'episodis de desbordament del mateix.

Del conjunt de 23 municipis que s'inclouen dins la conca del Foix, 11 confrontem amb l'àmbit d'estudi que es detallen els punts més rellevants de cadascun a continuació (veure **Error! No s'ha trobat l'origen de la referència.**).

Municipi	Superfície urbana (ha)	Superfície urbana afectada (ha)	% superfície urbana afectada	Descripció de les infraestructures més rellevants
Aiguamúrcia	4,97	0,00	0,0%	No s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Castellet i la Gornal	35,76	0,01	0,0%	Al terme municipal de Castellet i la Gornal, tot i que no es remarca greus afeccions sobre infraestructures, estructures o terrenys, destaca la presència de la Presa del Foix.
Castellví de la Marca	70,66	0,00	0,0%	A Castellví de la Marca, cal mencionar els 12 guals presents al curs de la riera de Marmellar, al ser estructures de pas amb insuficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
Cubelles	248,52	32,24	13,0%	Al terme municipal de Cubelles, el conjunt de terrenys que es troben a ambdós marges del Foix, es veuen afectats per desbordaments del curs. D'aquests, cal destacar els que es troben a la desembocadura, on al marge dret hi trobem el nucli urbà de Cubelles i a l'esquerre la urbanització de Sant Pere. A més, cal mencionar que el pont de la carretera C-246 a l'entrada del nucli urbà de Cubelles no té suficient capacitat hidràulica per avingudes extraordinàries, així com el pont de Mas Trader.
Cunit	0,79	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Cunit no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.

Municipi	Superfície urbana (ha)	Superfície urbana afectada (ha)	% superfície urbana afectada	Descripció de les infraestructures més rellevants
El Montmell	116,08	0,00	0,0%	Dins el terme municipal del Montmell no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Font-rubí	55,28	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Font-rubí no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
La Llacuna	28,60	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de la Llacuna no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
La Granada	27,21	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de la Granada no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
L'Arboç	39,89	0,00	0,0%	A l'Arboç destaquen el 6 guals presents a la riera de Marmellar al ser estructura de pas sense suficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
les Cabanyes	16,99	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de les Cabanyes no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Mediona	25,87	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Mediona no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Olèrdola	78,77	0,00	0,0%	Dins el terme municipal d'Olèrdola no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Pacs del Penedès	24,85	1,12	4,5%	Al terme municipal de Pacs del Penedès, desbordaments de la riera de Litrà afecten ambdós marges del polígon industrial de la Xarnada. A més destaquen les estructures del pont de l'Agrícola sense suficient capacitat hidràulica per avingudes extraordinàries i dos guals (localitats a la Bleda i al sud del nucli de Pacs) sense capacitat per cabals baixos.
Pontons	132,80	0,40	0,3%	A Pontons únicament cal remarcar la presència d'una única estructura tipus gual, situada al Molí de Baix, inundables per a períodes de retorn baixos.
Querol	545,88	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Querol no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Sant Jaume dels Domenys	6,58	0,00	0,0%	Al terme municipal de Sant Jaume dels Domenys, cal mencionar els 4 guals presents al curs de la riera de Marmellar, al ser estructures de pas amb insuficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
Sant Martí Sarroca	227,35	2,29	1,0%	A Sant Martí Sarroca, el nucli urbà de la Fassina, les Caves Rovellats, les Caves Revell i el Baixador, es veuen afectats per desbordaments de la riera de Potons. A més destaca la presència de 9 guals presents a la riera de Potons i dos més al curs del Foix, al ser estructura de pas sense suficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
Santa Margarida i els Monjos	172,93	0,40	0,2%	Al terme municipal de Santa Margarida i els Monjos, un conjunt d'habitatges del nucli urbà de Santa Margarida i els Monjos, el Parc urbà, la zona industrial del Pla de l'Estació i la Cimentera, i alguna masia aïllada es veuen afectats per

Municipi	Superfície urbana (ha)	Superfície urbana afectada (ha)	% superfície urbana afectada	Descripció de les infraestructures més rellevants
				desbordaments del riu Foix. A més destaca la presència del pont del nucli urbà de Santa Margarida i els Monjos i del pont de la cimentera sense suficient capacitat hidràulica per avingudes extraordinàries. Així com els 7 guals del riu Foix i els 2 de la riera de Llitrà inundables per a períodes de retorn baixos.
Torrelles de Foix	222,66	0,00	0,0%	A Torrelles de Foix, desbordaments de la riera de Pontons afecten el Molí de Morgades, situat al sud del nucli urbà de Torrelles. A més destaca la presència 4 guals presents a la riera de Potons i un més al curs del Foix, al ser estructura de pas sense suficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
Vilafranca del Penedès	152,11	0,00	0,0%	Al terme municipal de Vilafranca del Penedès, es veuen afectats per desbordaments de la riera de Llitrà els diversos masos situats a l'oest del nucli urbà de Vilafranca, així com la carretera de la xarxa comarcal B-212. A més es localitzen dos guals pas sense suficient capacitat hidràulica per a períodes de retorn baixos.
Vilanova i la Geltrú	26,93	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Vilanova i la Geltrú no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.
Vilobí del Penedès	62,05	0,00	0,0%	Dins el terme municipal de Vilobí del Penedès no s'ha trobat cap element destacable a estudiar.

Taula 5 Síntesi de les principals afeccions i superfícies urbanes potencialment afectades per l'avinguda corresponent a 500 anys de període de retorn.

6.- CONCLUSIONS

Les principals conclusions de la diagnosi de la inundabilitat són:

6.1.- ANÀLISIS D'ANTECEDENTS

- S'ha fet una recopilació de 12 avingudes històriques de les quals es destaquen 3.
- Al contrastar la informació elaborada referent a les zones inundables amb la cartografia prèvia existent (Normes d'explotació, cartografia regional de zones inundables per a l'elaboració de l'INUNCAT), es pot comprovar una millora en la precisió dels resultats, sobretot en els sectors més urbanitzats de la conca, on les diferències entre els límits de les cobertures d'inundació poden superar els 200 m.

6.2.- ESTUDI HIDROLÒGIC

- S'ha fet un caracterització hidrològica de la conca, que permet disposar d'una informació base que facilitarà la realització d'estudis d'àmbit local.
- Les dades de precipitació són escasses i inconsistentes.
- S'ha analitzat el comportament hidrològic en règim natural i alterat. El Pantà de Foix no és un embassament de regulació ni té capacitat de laminació. No es pot afirmar que estigui en règim natural, però el comportament de cabals sí que ho és.
- S'ha normalitzat els cabals d'avinguda de disseny de la xarxa estudiada per als períodes de retorn de 2,33, 5, MCO, 10, 50, 100 i 500 anys. Aquests són els cabals màxims (m^3/s) que s'han de considerar en els diferents punts de la xarxa fluvial per a l'estudi d'inundabilitat. En aquest cas s'han agrupat per trams de rius on aquest cabal es pot considerar homogeni.

6.3.- DIAGNOSI DE LA INUNDABILITAT

- S'han delimitat l'extensió i perillositat de les zones inundables de la xarxa principal per als diferents períodes de retorn estudiats.
- A partir de mapes de velocitats de propagació es pot calcular el temps de trànsit entre dos punts, és a dir quant triga en arribar la punta de l'hidrograma des d'un punt qualsevol de la xarxa fins a un altre. Aquesta informació és útil en treballs de prevenció d'inundacions de cara a estimar el temps disponible de reacció en cas d'avís de riuada sempre i quan s'hagi tingut en compte la configuració de la xarxa i els possibles cabals d'afecció.
- A l'àmbit de l'embassament s'ha considerat la inundabilitat potencial a partir de les dades de nivells d'explotació recollits a les normes d'explotació. S'ha pres com a condició de contorn del model hidràulic en aquest àmbit el MNN. La capacitat de desguàs del sobreixidor coincideix aproximadament amb l'avinguda de 500 anys de la PEF.
- No hi ha pràcticament influència de la marea sobre la capacitat de desguàs del riu Foix. S'ha considerat l'alçada de pleamar màxim equinocial (PMVE) juntament amb

l'alçada d'ona de 3 -5 anys de període de retorn (Altura d'alçada significant) pel càlcul de la condició de contorn de la desembocadura.

- No s'ha detectat cap efecte com a conseqüència de la possible formació de barres.
- Per a la delimitació de zones inundables no s'ha tingut en compte el possible trencament de l'embassament.

6.4.- PUNTS SINGULARS

- El fet que un element singular tingui una afecció només per inundacions extraordinàries (pe 500 anys), no vol dir que aquest no hagi de tenir definida una operativa, ja que tot i que sigui molt poc probable ha d'estar previst que caldria fer en cas que succeís.
- S'ha realitzat un inventari i diagnosi de les ocupacions principals de l'espai fluvial; s'han diagnosticat 17 punts singulars hidràulics delimitats en els àmbits colindants als cursos estudiats per a poder determinar el seu grau d'afecció. En general la seva distribució d'aquests a la conca del Foix és variable i està clarament associada amb el grau d'antropització del territori. Així gran part de les afeccions més importants que es produeixen al conca del Foix, es concentren a la part baixa, coincidint amb el municipi de Cubelles. Tot i que també cal comentar que també existeixen afeccions a altres àmbits de la conca, però amb una probabilitat d'ocurrència molt més baixa.
- Els punts singulars són la informació base essencial per a la identificació dels trams amb risc significatiu que dona compliment a la Directiva 2007/60/CE transposada mitjançant el Real Decret 903/2010 i caldrà tenir-los en compte en els Plans de gestió del risc d'inundacions.

7.- BIBLIOGRAFIA

Máximas lluvias diarias de la España peninsular publicat pel Ministerio de Fomento

Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'INUNCAT de l'any 2002

Rainfall Frequency Atlas of the United States, Technical Paper nº 40 Weather Bureau, US Department of Commerce, Washington DC.115 pp i Weiss LL publicats a A general relation between frequency and duration of precipitation. Mon. Weather Rev. 90

8.- SIGLES

ACA Agència Catalana de l'Aigua

Cv coeficient de variació

MCO màxima crescuda ordinària

MDT Model digital del terreny

MNN Màxim nivell normal

PMVE pleamar màxim equinocial

SAIH Sistema Automàtic d'Informació Hidrològica

SCS Soil Conservation Service

Tc Temps de concentració

ICC Institut Cartogràfic de Catalunya

INM Institut Nacional de Meteorologia