AJUNTAMENT DE SANT CARLES DE LA RÀPITA

PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL

APROVACIÓ INICIAL

VOLUM I	DIAGNOSI URBANÍSTICA. CRITERIS I OBJECTIUS GENERALS DEL PLANEJAMENT.
VOLUM II	ANNEX INFORMATIU. ÀMBITS D'ACTUACIÓ PROGRAMATS AL PGOU DE 1991.
VOLUM III	ANNEX INFORMATIU. ELS EQUIPAMENTS.
VOLUM IV	ANNEX INFORMATIU. FITXES DE L'INVENTARI DEL PATRIMONI ARQUEOLÒGIC I PALEONTOLÒGIC I DE L'INVENTARI DEL PATRIMONI ARQUITECTÒNIC DEL DEPARTAMENT DE CULTURA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA.
VOLUM V	MEMÒRIA DESCRIPTIVA I JUSTIFICATIVA.
VOLUM VI	MEMÒRIA SOCIAL.
VOLUM VII	AVALUACIÓ DE LA MOBILITAT GENERADA.
VOLUM VIII	AGENDA I AVALUACIÓ ECONÒMICA I FINANCERA DE LES ACTUACIONS A DESENVOLUPAR - SOSTENIBILITAT ECONÒMICA.
VOLUM IX	NORMATIVA URBANÍSTICA.
VOLUM X	ANNEX NORMATIU. ÀMBITS DE GESTIÓ I SECTORS DE PLANEJAMENT.
VOLUM XI	CATÀLEG DE BÉNS PROTEGITS I CATÀLEG DE MASIES EN SÒL NO URBANITZABLE.
VOLUM XII	**ANNEX JUSTIFICATIU DE ZONES INUNDABLES CONTIGÜES A RIERES AFECTADES EN SÒL URBÀ O URBANITZABLE.** (realitzat per GEOCAT Gestió de Projectes S.A.)
VOLUM XIII	ESTUDI DE RISCOS GEOLÒGICS.
VOLUM XIV	PLA ESPECIAL D´ORDENACIÓ URBANÍSTICA D´INFRAESTRUCTURES DE TELEFONIA MÒBIL (PETM).
VOLUM XV	INFORME DE SOSTENIBILITAT AMBIENTAL.

POUM
SANT CARLES DE LA RÀPITA

Estanislau Roca i Blanch - Dr. Arquitecte, director de l'equip

Joan Florit Femenias, Estanislau Roca i Calaf - Arquitectes
Raimon Roca i Calaf - Arquitecte T. / Ramon Arandes - Enginyer de C. C. P.
Francesc López Palomeque - Catedràtic d'Ànalisi Geogràfica Regional
Joan López Redondo - Geògraf, Director d'Estudis Urbans
Joan Miquel Piqué Abadal - Economista
Anna Saballs Nadal - Advocada
LAVOLA (serveis per a la sostenibilitat)

Índex

MEMÒRIA 5
1 Introducció 7
1.1 Objectius 8
1.2 Antecedents 8
1.3 Àmbit d'estudi 8
1.4 Metodologia 10
2 Hidrologia segons INUNCAT 13
3 Hidrologia segons la Guia Tècnica 15
3.1 Aspectes bàsics 15
3.2 Pluja de projecte 15
3.3 Pèrdues de precipitació 22
3.4 Transformació pluja-escorrentiu i Mètode de propagació de avingudes 31
3.5 Cabals 32
4 Hidràulica 43
4.1 Model digital del terreny 43
4.2 Cabals 44
4.3 Coeficient de rugositat 49
4.4 Tipus de modelització 61
4.5 Condicions de contorn 62
4.6 Estructures 64
4.7 Geometria de càlcul 89
5 Representació de resultats 95
5.1 Aspectes generals 95
5.2 Observacions 96
5.3 Resultats 99
6 Conclusions i recomanacions 108
PLÀNOLS 113
1 Zones inundables i zonificació de la inundabilitat 115
ANNEXOS 159
1 Zonificació i reglament d'usos de l'espai fluvial segons el Reglament de la Llei d'Urbanisme. 161
1.1 Introducció 161
1.2 Proposta d'usos 161
1.3 Zona fluvial 161
1.4 Sistema hídric 162

1.5 Zona inundable 163
1.6 Règims especials 165
2 Taules de n composta per lleres 167
2.1 Valors del coeficient de manning de base ($\mathbf{nb}$) per una llera recte, uniforme i materials naturals: 167
2.2 Valors del coeficient manning per factors que afecten la rugositat de les lleres ($\mathbf{n1}, \mathbf{n2}, \mathbf{n3}, \mathbf{n4}$): 168
3 Resultats del càlcul hidràulic 171
3.1 Període de retorn T-10 anys. 171
3.2 Període de retorn T-100 anys. 175
3.3 Període de retorn T-500 anys. 180
4 Resultats en les seccions transversals 185
4.1 Barranc dels Penjats 185
4.2 Barranc de l'Aiguassera 196
5 Informe tècnic relatiu a l'expedient UDPH 2006006020 referent a l'autorització de les obres del barranc dels Penjats al TM Sant Carles de la Ràpita 203
6 Capacitats 207
7 PEFCAT Francolí (Planificació de l'Espai Fluvial de la conca del Francolí) 209

MEMÒRIA

1 Introducció

La necessitat d'efectuar un estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita, es planteja per motius de planejament urbanístic.

Dins l'àmbit del pla de prevenció contra inundacions INUNCAT (escala de treball 1:50.000) estan delimitades les zones potencialment inundables segons criteris geomorfològics dels barrancs del Solito, dels Penjats, de l'Aiguassera i de l'Aljub, en els seus trams baixos (veure Figura 1).

Aquesta escala de treball no s'adequa als requeriments necessaris per la redacció del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal, per aquesta raó es realitza el present estudi.

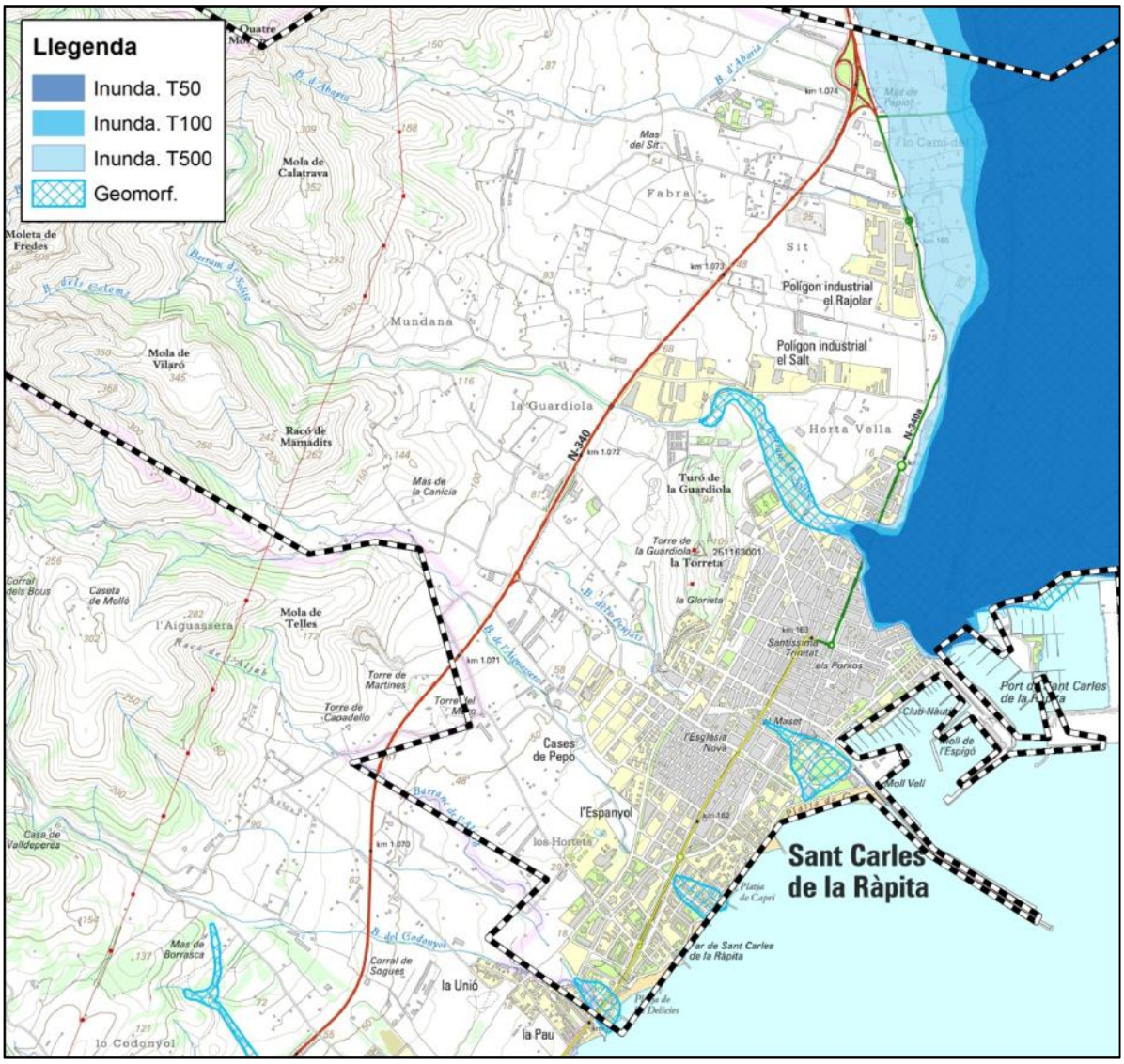


Figura 1. Delimitació de les zones potencialment inundables de l'INUNCAT al municipi de Sant Carles de la Ràpita (Any 2001).

1.1 Objectius

L'objectiu d'aquest estudi és determinar les zones inundables dels principals cursos fluvials al seu pas pel terme municipal de Sant Carles de la Ràpita, en la franja delimitada per la línia de cota d'inundació de les avingudes de període de retorn (T) de 10, 100 i 500 anys, per tal de detectar possibles afectacions a determinades àrees del municipi, així com determinar la perillositat associada als cabals del període de retorn de 500 anys, tal i com requereix el reglament de la Llei d'urbanisme (decret 305/2006, del 28 de juliol, article 6).

1.2 Antecedents

Per a la elaboració del present informe es compta amb els següents antecedents:

- "Projecte de canalització del tram inicial del barranc dels Penjats en Sant Carles de la Ràpita", GEYTECA, Setembre de 2006.
- Informe tècnic corresponent a l'expedient UDPH2006006020, que correspon a l'autorització de les obres en el barranc dels Penjats, TM Sant Carles de la Ràpita. Informe facilitat per l'ACA, amb data d'aprovació del desembre del 2006.
- Projecte PEFCAT (Planificació d'Espais Fluvials de Catalunya, Baix Ebre i Delta de l'Ebre, 2010)

1.3 Àmbit d'estudi

Les àrees estudiades, en funció de les delimitacions del Sòl Urbà i Urbanitzable extretes del Mapa urbanístic de Catalunya (MUC) del Departament de Territori i Sostenibilitat i de les necessitats plantejades per l'Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita, pertanyen als cursos fluvials abans esmentats que circulen pel terme municipal de Sant Carles de la Ràpita, que són el torrent del Sit, en la part nord, els barrancs del Solito, dels Penjats, de l'Aiguassera, i els barrancs de l'Aljub i el Codonyol, en la part sud.

El torrent del Sit i el barranc del Solito desemboquen a la sèquia natural que circula entre les carreteres N-340a i la TV-3408; mentre que els barrancs restants desemboquen al mar, sent en el cas dels barrancs dels Penjats i d'Aiguassera per mitjà de canalització soterrada.

En base als requeriments establerts per l'Ajuntament de Sant Carles de la Ràpita i a la documentació aportada també pel propi Ajuntament s'ha delimitat els sectors a estudiar dins

el terme municipal. En quant als barrancs del Sit i del Solito es modelitzen fins la seva desembocadura a la sèquia, els barrancs de l'Aljub i del Codonyol fins la seva desembocadura a mar, i en quant als barrancs dels Penjats i d'Aiguassera es modelitzen fins l'entrada a les canalitzacions soterrades. En la següent figura es mostra els sectors dels cursos a estudiar dins l'àmbit del terme municipal de Sant Carles de la Ràpita.

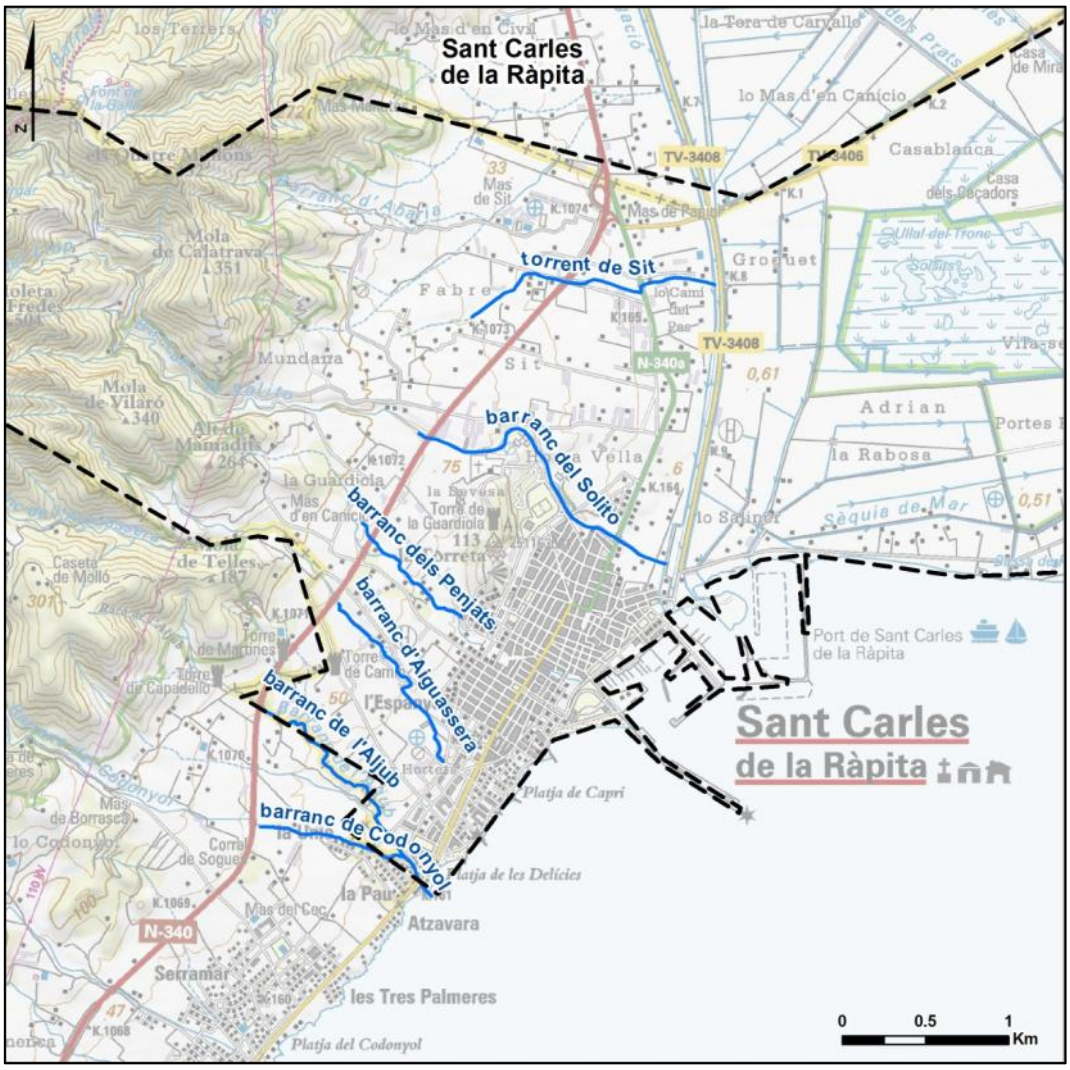


Figura 2. Situació dels trams dels cursos fluvials estudiats en el present treball, dins el terme municipal de Sant Carles de la Ràpita.

El terme municipal de Sant Carles de la Ràpita s'estén parcialment pel marge dret de la carretera TV-3408, expandint-se dins la zona del Delta de l'Ebre. Per aquesta raó, en el present document s'inclou la informació corresponent a aquest sector del Delta.

L'extensió de les zones inundables i els calats d'inundació de l'àmbit del Delta de l'Ebre, utilitzats en aquest treball, coincideixen amb els obtinguts en el projecte PEFCAT

(Planificació d'Espais Fluvials de Catalunya, Baix Ebre i Delta de l'Ebre, 2010). En la següent figura es mostra l'àmbit del delta de l'Ebre que s'engloba en el terme municipal de Sant Carles de la Ràpita.

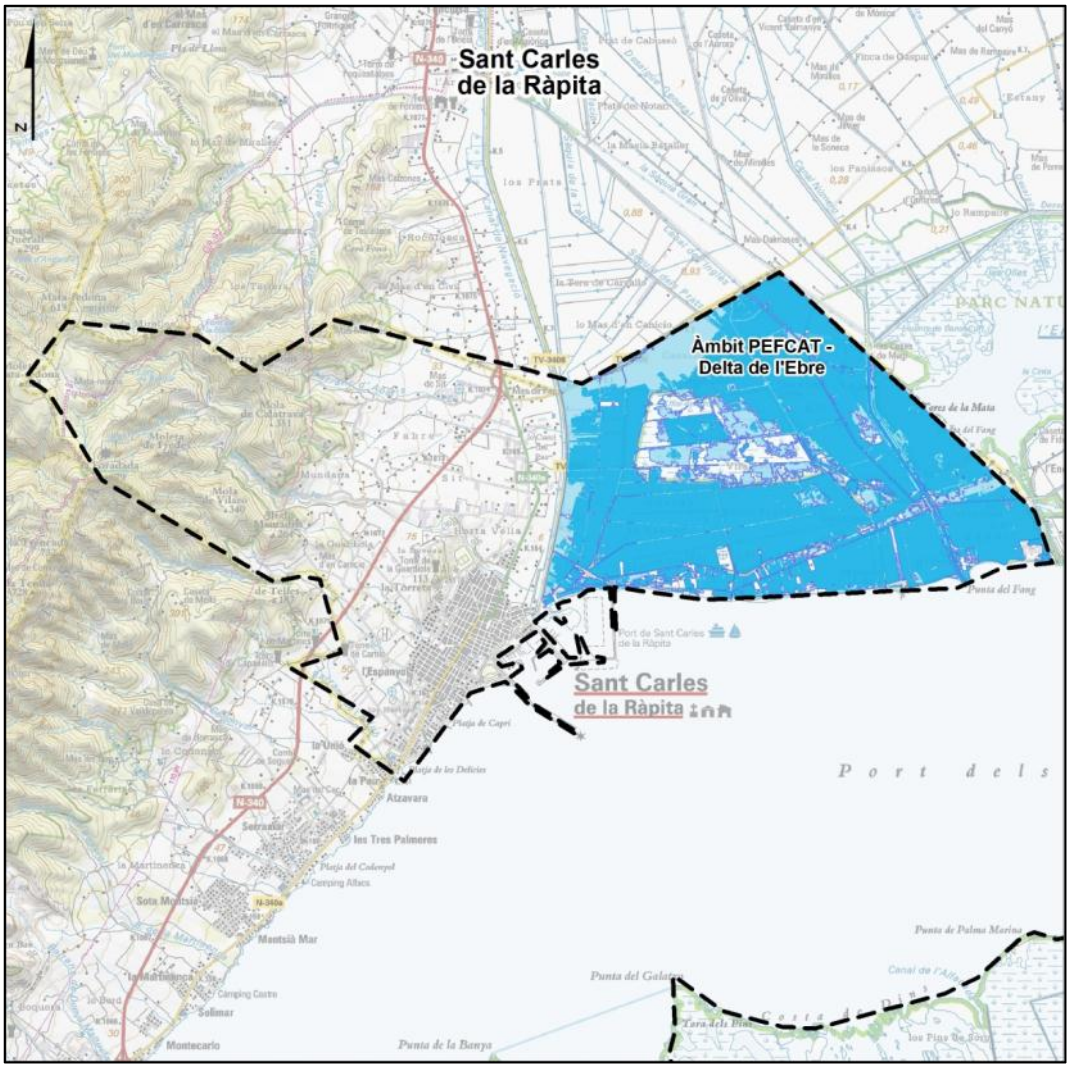


Figura 3. Àmbit del Delta de l'Ebre dins el terme municipal, estudiat en el projecte PEFCAT (Baix Ebre i Delta de l'Ebre, 2010).

1.4 Metodologia

Per delimitar les zones inundables és necessària la realització de càlculs hidrològics i hidràulics.

Els càlculs hidrològics s'efectuen per tal de determinar els cabals de cada subconca i període de retorn. Introduint els valors obtinguts al model hidràulic es pot simular el règim de funcionament de la xarxa fluvial.

Per realitzar els càlculs és necessari disposar d'un model digital del terreny en 3D i de la informació de les estructures hidràuliques (guals, ponts, motes...) que puguin interferir en les avingudes.

Segons les característiques geomorfològiques de cada curs, i la forma com es distribueixen els volums d'aigua en diferents escenaris d'inundació, s'adoptarà una simulació hidràulica unidimensional o bidimensional.

En la simulació unidimensional es dibuixen les geometries que defineixen el curs fluvial. Són l'eix fluvial del riu, els límits de la llera, les línies de flux i les seccions transversals, entre d'altres, que serveixen per efectuar la modelització hidràulica.

Aquestes geometries, que es delimiten en l'entorn SIG, s'importen al programa Hec-Ras i s'introdueixen els valors de cabal obtinguts mitjançant els càlculs hidrològics i altres variables com rugositats, coeficients de contracció i/o expansió, a més de les característiques geomètriques de les estructures hidràuliques presents en la zona de l'estudi. El model numèric d'aquest programa permet calcular les zones inundables en règim permanent i gradualment variat per als diferents períodes de retorn.

En la simulació bidimensional, amb el model digital del terreny en 3D, es discretitza l'àmbit d'estudi amb una malla de triangules i/o quadrilàters i s'assignen a cadascun d'aquests elements les variables de rugositat, condicions inicials i de contorn que li corresponguin.

Finalment, es grafien els resultats obtinguts en un entorn SIG, per tal d'obtenir els plànols dels límits inundables pels períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys i les zones de perillositat pel període de retorn de500 anys a escala 1.5000. La metodologia s'explica amb més detall als apartats 2 i 3 per a la Hidrologia i a l'apartat 4 per a la Hidràulica.

2 Hidrologia segons INUNCAT

L'Estudi hidrològic, "Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'Inuncat", va ser realitzat l'any 2002 per l'Agència Catalana de l'Aigua amb el motiu de la realització de la delimitació de les zones inundables per al desenvolupament del pla d'emergències contra inundacions. La Taula 1 recull les dades de dues estacions en la conca de la Galera, que s'utilitzaran com a referència per fer la comparació de dades amb els torrents analitzats.

La zona d'estudi d'aquest treball s'ha dividit en diferents subconques per l'obtenció de les precipitacions i posteriorment dels cabals, les quals presenten superfícies molt inferiors respecte les conques comparatives de l'INUNCAT, localitzades en zona d'interior, però que tanmateix presenten una precipitació molt similar a la recollida en l'àmbit del terme municipal de Sant Carles de la Ràpita.

La Taula 2 mostra les precipitacions de les conques a les estacions 1044 i 1045 (a l'estació, no del promig de la conca) i la Taula 3 els cabals resultants extrets de l'estudi hidrològic de l'INUNCAT.

Estació subconca	Superfícies km²	Descripció
1044	151	la Galera en Godall
1045	159.6	la Galera complet

Taula 1 Estacions de l'estudi hidrològic.

Pd (mm)	*T* (anys)		
estació	10	100	500
1044	149.6	250.9	333.0
1045	147.9	247.7	328.4

Taula 2 Precipitació màxima en 24 hores de la conca.

Q (m³/s)	*T* (anys)		
estació	10	100	500
1044	116	302	567
1045	178	455	848

Taula 3 Cabals de l'estudi hidrològic INUNCAT.

3 Hidrologia segons la Guia Tècnica

3.1 Aspectes bàsics

D'acord amb la Guia Tècnica "Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local", editada per l'Agència Catalana de l'Aigua, per a la redacció dels estudis hidrològics es poden utilitzar dades recollides als "Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn", del Servei Meteorològic de Catalunya i dades recollides als mapes inclosos a la guia del Ministerio de Fomento (DGC, 1999), "Máximas lluvias diarias en la España peninsular".

Per a la realització de la hidrologia s'ha utilitzat el model digital del terreny Lidar de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Es tracta d'una informació en format malla regular (ràster) i, en aquest cas, es compon a partir de tres models. El primer d'ells, amb un pas de malla d'1x1 metres (precisió de 15-30 cm en altimetria), que abasta tot l'àmbit dels trams dels cursos a estudiar, el segon amb un pas de malla d'2x2 metres, (també amb una precisió de 15-30 cm en altimetria), que abasta la zona restant del terme municipal, i el tercer amb un pas de mall d'5x5 metres, que abasta l'extrem sud-oest de l'àmbit d'estudi per la realització de la hidrologia.

3.2 Pluja de projecte

Per al càlcul dels valors de precipitació diària P_d es realitza un tractament estadístic de les sèries de pluges històriques obtingudes dels registres de les estacions meteorològiques properes. El tractament estadístic utilitza dades de mesures a punts concrets, les estacions meteorològiques. Si s'utilitzen els resultats del tractament estadístic per assignar un únic valor de precipitació P_da una zona amb una certa extensió, i no a un punt, cal reduir els resultats del tractament estadístic aplicant un coeficient adimensional. Aquest coeficient és K_A, coeficient de simultaneïtat, que té l'expressió:

$$\text{si } S \leq 1\ \text{km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{si } S > 1\ \text{km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log S}{15}$$

On S és la superfície de la conca expressada en km². L'aplicació del coeficient de simultaneïtat està motivada perquè, sobre una zona extensa, la precipitació mitjana és menor quan més superfície té la zona. En aquest cas, per la definició de la pluja de projecte,

la zona d'estudi s'ha dividit en cinc conques (veure Figura 4), donada la separació dels cursos fluvials a estudiar (els quals desemboquen o bé al mar o la sèquia del marge dret de la carretera TV-3408) i la orografia del terreny.

La superfície de la conca que engloba el torrent del Sit (conca Sit, en endavant) és de 1.04 km^2, amb un coeficient K_A de 0.999; la superfície de la conca que engloba el curs del barranc del Solito (conca Solito, en endavant) és de 4.95 km^2, amb un coeficient K_A de 0.954; la superfície de la conca que engloba el curs del barranc dels Penjats fins la desembocadura a mar (conca Penjats, en endavant) és de 1.36 km^2, amb un coeficient K_A de 0.991; la superfície de la conca que engloba el curs del barranc d'Aiguassera fins la desembocadura a mar (conca Aiguassera, en endavant) és de 2.70 km^2, amb un coeficient K_A de 0.971; i la superfície de la conca que engloba els cursos dels barrancs de Codonyol i l'Aljub (conca Codonyol, en endavant) és de 5.71 km^2, amb un coeficient K_A de 0.950, sent el barranc de Codonyol el torrent que desemboca a mar.

La Taula 4 mostra els valors dels altres paràmetres hidromorfomètrics i el temps de concentració de les cinc conques.

	Àrea (km^2)	K_A	Longitud *L* (m)	Cota màx. (m)	Cota mín. (m)	Pendent *j* (m/m)	Temps *Tc* (h)	Temps *Tc* (min)
Conca Sit	1.04	0.999	3424	212.00	1.00	0.062	1.30	78
Conca Solito	4.95	0.954	8859	626.00	0.00	0.071	2.60	156
Conca Penjats	1.36	0.991	3974	256.00	0.00	0.064	1.44	86
Conca Aiguassera	2.70	0.971	6002	718.00	18.00	0.117	1.76	106
Conca Codonyol	5.71	0.950	5743	717.00	0.00	0.125	1.68	101

Taula 4. Paràmetres hidromorfomètrics i temps de concentració per les conques definides per la determinació de la pluja de projecte.

A la Taula 5 es poden observar els valors de P_d segons la guia del Ministerio de Fomento (DGC,1999), "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" i segons les dades recollides en els "Mapes de precipitació màxima diària esperada a Catalunya per a diferents períodes de retorn", del Servei Meteorològic de Catalunya, i els valors de P'_d una vegada aplicat el coeficient de simultaneïtat K_A ($P'_d = P_d \times K_A$). Finalment, es mostra el valor deP'_d adoptat per cada període de retorn (corresponent al valor més desfavorable entre ells).

	Període de retorn	Pd		Pd' (=Pd x KA)		Pd' adoptada
		Guia del Servei Meteorològic de Catalunya	Guia Máximas lluvias diarias en la España Peninsular	Guia del Servei Meteorològic de Catalunya	Guia Máximas lluvias diarias en la España Peninsular	
Conca Sit	T10	114	134	114	134	134
	T100	155	228	155	228	228
	T500	212	304	212	304	304
Conca Solito	T10	114	134	109	128	128
	T100	155	228	148	217	217
	T500	211	304	201	290	290
Conca Penjats	T10	112	134	111	133	133
	T100	152	228	151	226	226
	T500	208	304	206	301	301
Conca Aiguassera	T10	111	134	108	130	130
	T100	151	228	147	221	221
	T500	206	304	200	295	295
Conca Codonyol	T10	110	134	104	127	127
	T100	148	228	141	216	216
	T500	202	304	192	289	289

Taula 5. Precipitacions associades a cada període de retorn.

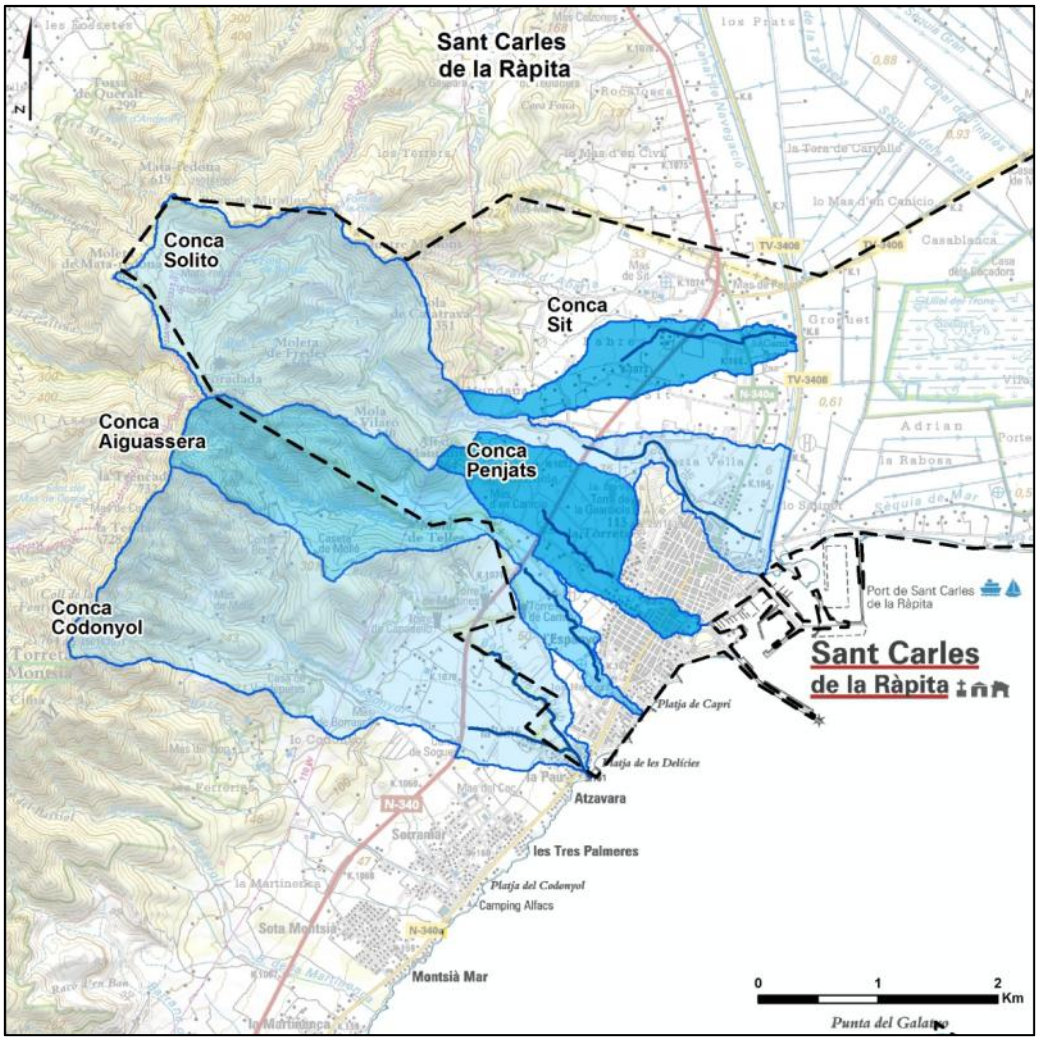


Figura 4. Situació de les subconques en el terme municipal per a la determinació de la pluja de projecte.

Els valors obtinguts presenten lleugeres diferencies respecte als valors adoptats per l'estudi hidrològic a les subconques que s'han escollit per fer la comparativa (1044, 1045), analitzada en l'estudi INUNCAT (Taula 6). Aquesta diferència pot estar condicionada per la distància geogràfica entre les conques comparades, o les seves superfícies.

T (anys)	Resultat del càlcul hidrològic	Resultats a l'estudi INUNCAT	
		1044	1045
10	134	149.6	147.9
100	228	250.9	247.7
500	304	333	328.4

Taula 6. Precipitacions associades a cada període de retorn comparades amb les conques INUNCAT.

Una vegada coneguda la precipitació diària P'_d (apartat 3.2) es calcula la intensitat de pluja corresponent a una durada de l'episodi de pluja igual a 24 hores (quan no es disposa de cap

dada per a calibrar el model hidrològic, es recomana considerar una duració de la pluja de 24 hores, per ser més conservador), per a cada període de retorn. S'utilitzen les corbes intensitat – durada – freqüència, també anomenades corbes IDF proposades per Témez:

$$\frac{I}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{(28^{0.1}-D^{0.1})}{(28^{0.1}-1)}}$$

On:

- I Intensitat de precipitació per a una durada efectiva de la pluja de durada $D = 24$ hores corresponent al període de retorn considerat, expressada en mm/h.
- I_1/I_d Quocient característic de la zona d'estudi, a Catalunya es pot considerar un valor mitjà de 11, d'acord amb MOPU (1990).
- I_d Intensitat mitjana diària per al període de retorn considerat, que és el volum de precipitació recollit en un dia natural, dividit per 24 (hores). S'expressa en mm/h.
- D Durada efectiva de la pluja igual a 24 hores.

Els cabals utilitzats per a la determinació de les zones inundables segons la terminologia de l'Agència Catalana de l'Aigua són el de T= 10 anys, T= 100 anys i T= 500 anys. La Taula 7 recull la intensitat de precipitació resultant, per als tres períodes de retorn.

	Període de retorn	Pd' adoptada	ID (Sintètica) (Tc=24 h)
Conca Sit	T10	134	6.35
	T100	228	10.80
	T500	304	14.40
Conca Solito	T10	128	6.06
	T100	217	10.31
	T500	290	13.75
Conca Penjats	T10	133	6.30
	T100	226	10.72
	T500	301	14.29
Conca Aiguassera	T10	130	6.17
	T100	221	10.50
	T500	295	14.00
Conca Codonyol	T10	127	6.03
	T100	216	10.27
	T500	289	13.69

Taula 7. Intensitat de disseny, associada a cada període de retorn.

El càlcul del hietograma de precipitació, un cop coneguda la P_d' i la corba IDF aplicable es realitza amb el mètode conegut com dels blocs alternats. Els hietogrames per a totes les conques i els diferents períodes de retorn es mostren entre la Figura 5 a la Figura 9.

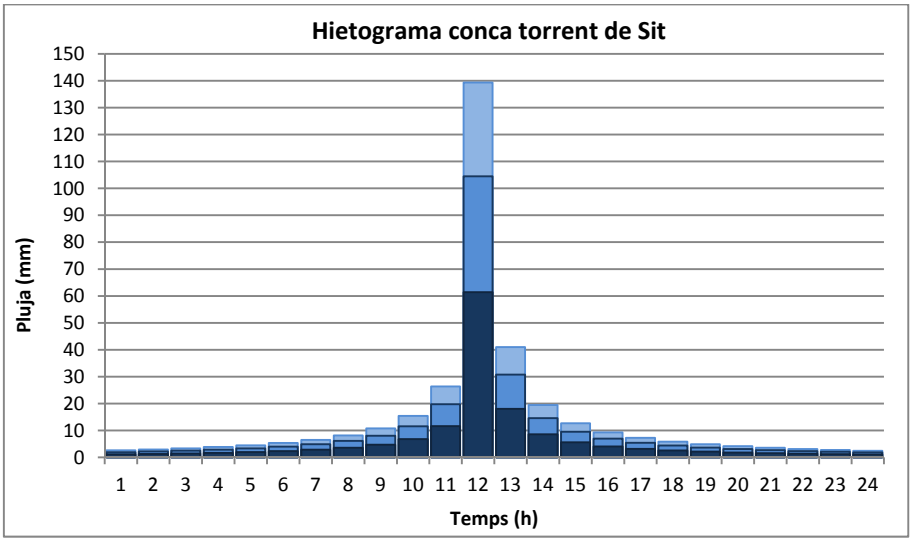


Figura 5. Hietogrames de pluja per a la conca Sit, T=10, T=100 i T=500 anys.

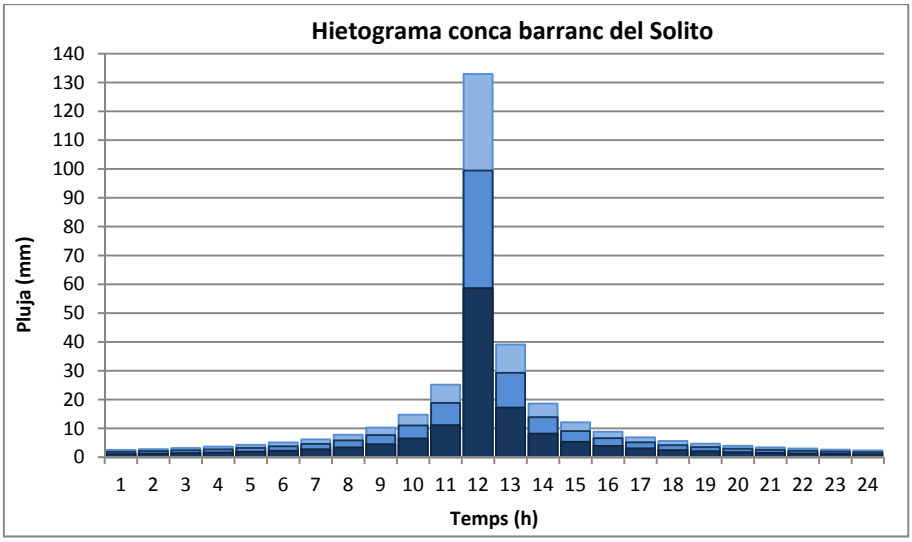


Figura 6. Hietogrames de pluja per a la conca Solito, T=10, T=100 i T=500 anys.

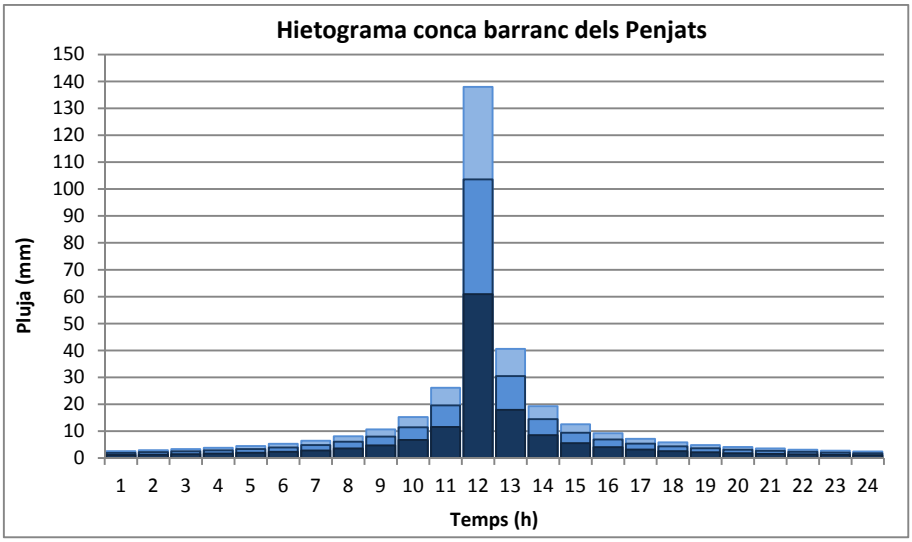


Figura 7. Hietogrames de pluja per a la conca Penjats, T=10, T=100 i T=500 anys.

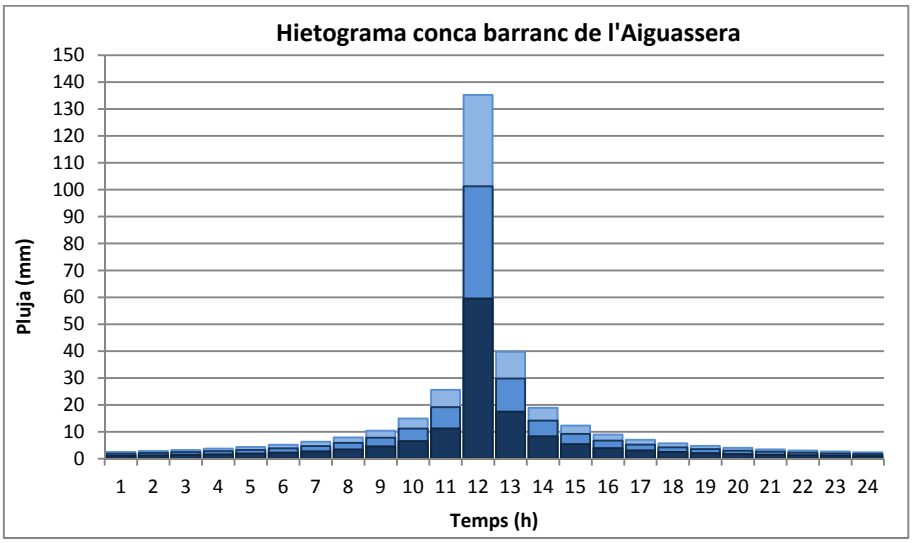


Figura 8. Hietogrames de pluja per a la conca Aiguassera, T=10, T=100 i T=500 anys.

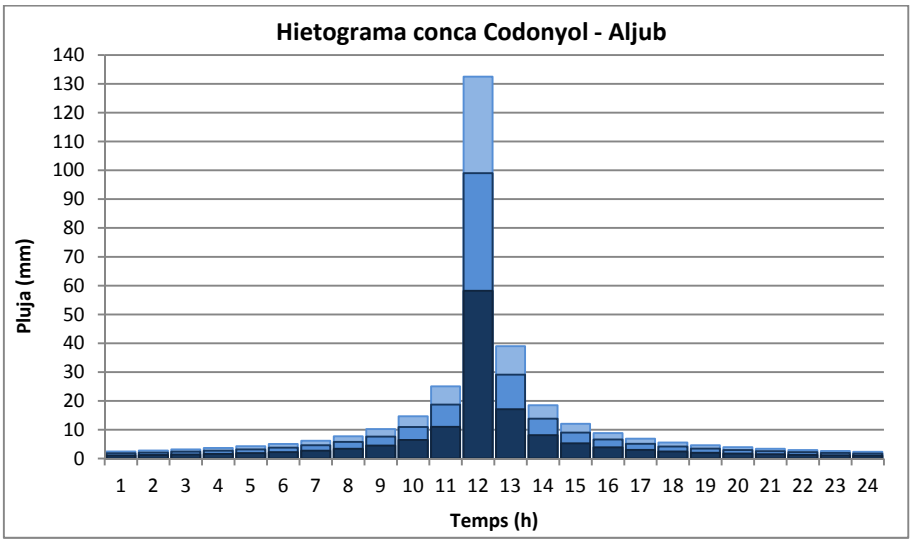


Figura 9. Hietogrames de pluja per a la conca Codonyol, T=10, T=100 i T=500 anys.

3.3 Pèrdues de precipitació

Per a la determinació de les pèrdues de precipitació la Guia Tècnica segueix el mètode desenvolupat pel Soil Conservation Service (SCS, depenent del Servei Geològic dels Estats Units, USGS). D'aquesta forma per a cada subconca es pondera el nombre de corba NC. El nombre de Corba pot variar entre 0 i 100, i s'estableix que l'NC=100 correspon a una superfície totalment impermeable. El Soil Conservation Service (SCS), va tabular els NC segons l'ús del sòl, el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl.

La relació entre el P_0(llindar d'escorrentiu a partir del qual es produeix escorrentiu superficial) i l'NC utilitzada habitualment a la Península és la proposada per Témez:

$$P_0 = \frac{5000}{NC} - 50$$

On P_0 és el llindar d'escorrentiu en condicions d'humitat de tipus II, condicions d'humitat normals. S'expressa en mm, i *NC* el nombre de corba, és adimensional.

Segons el Mapa Geològic de Catalunya a escala 1:250.000 de l'Institut Geològic de Catalunya (Figura 10), la geologia dels materials aflorants a les conques d'estudi està formada per materials del Cretaci Inferior, representat mitjançant una trama verdosa, del Juràssic, en tonalitats blavoses, i del Plistocè i Holocè, en tonalitats rosades.

D'acord amb la Guia Tècnica de l'Agència Catalana de l'Aigua, les litologies del tipus J3C1B i Q3D (margocalcàries, margues i calcàries) s'inclouen en el grup de sòls tipus A, les litologies del tipus Q2F (conglomerats, gresos i lutites) s'inclouen en els sòls tipus B, i les litologies del tipus C2B, C4B, i C6D (calcàries, dolomies, margues, gresos, lignits i conglomerats) s'inclouen en els sòls tipus C; mentre que les zones corresponents a masses d'aigua s'inclouen en els sòls tipus D.

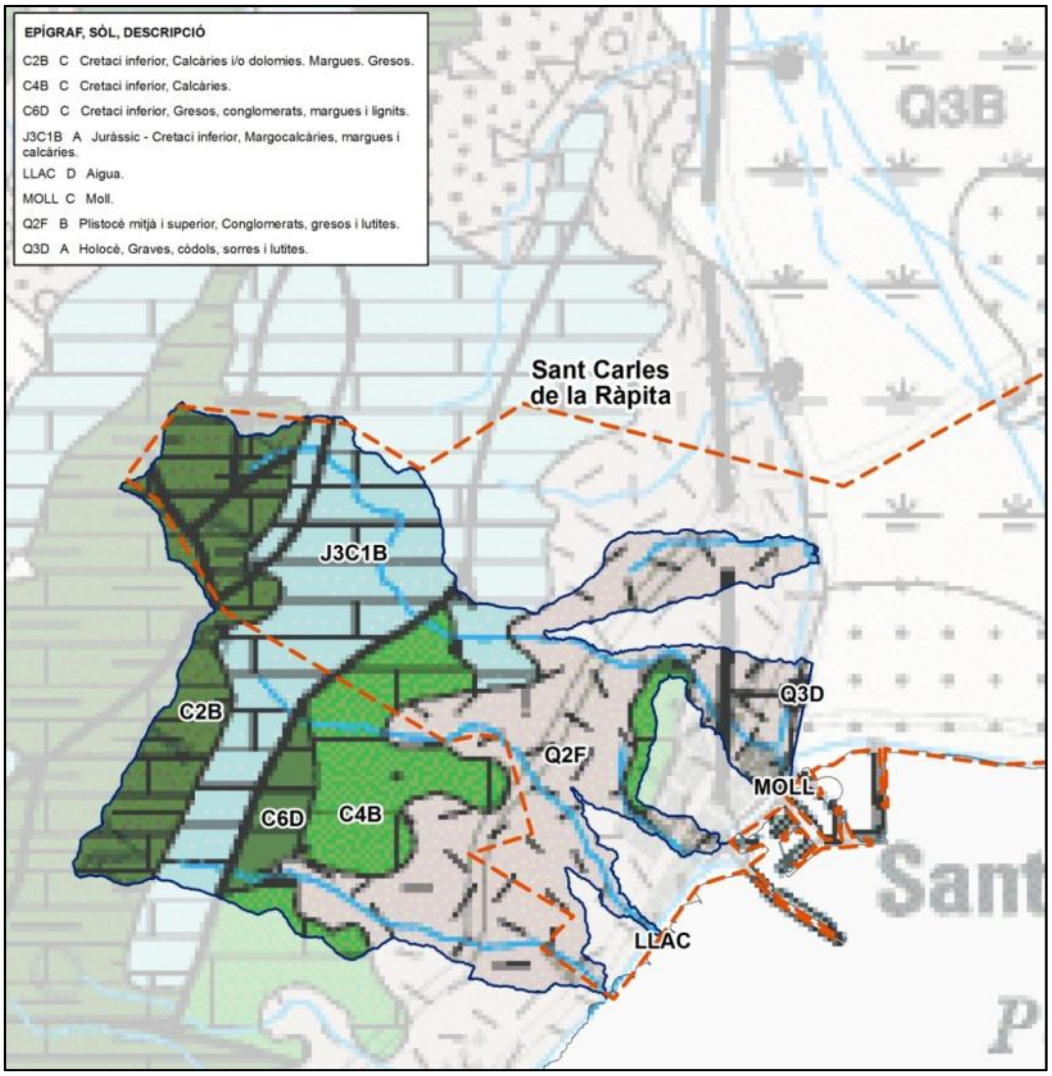


Figura 10. Geologia de les conques.

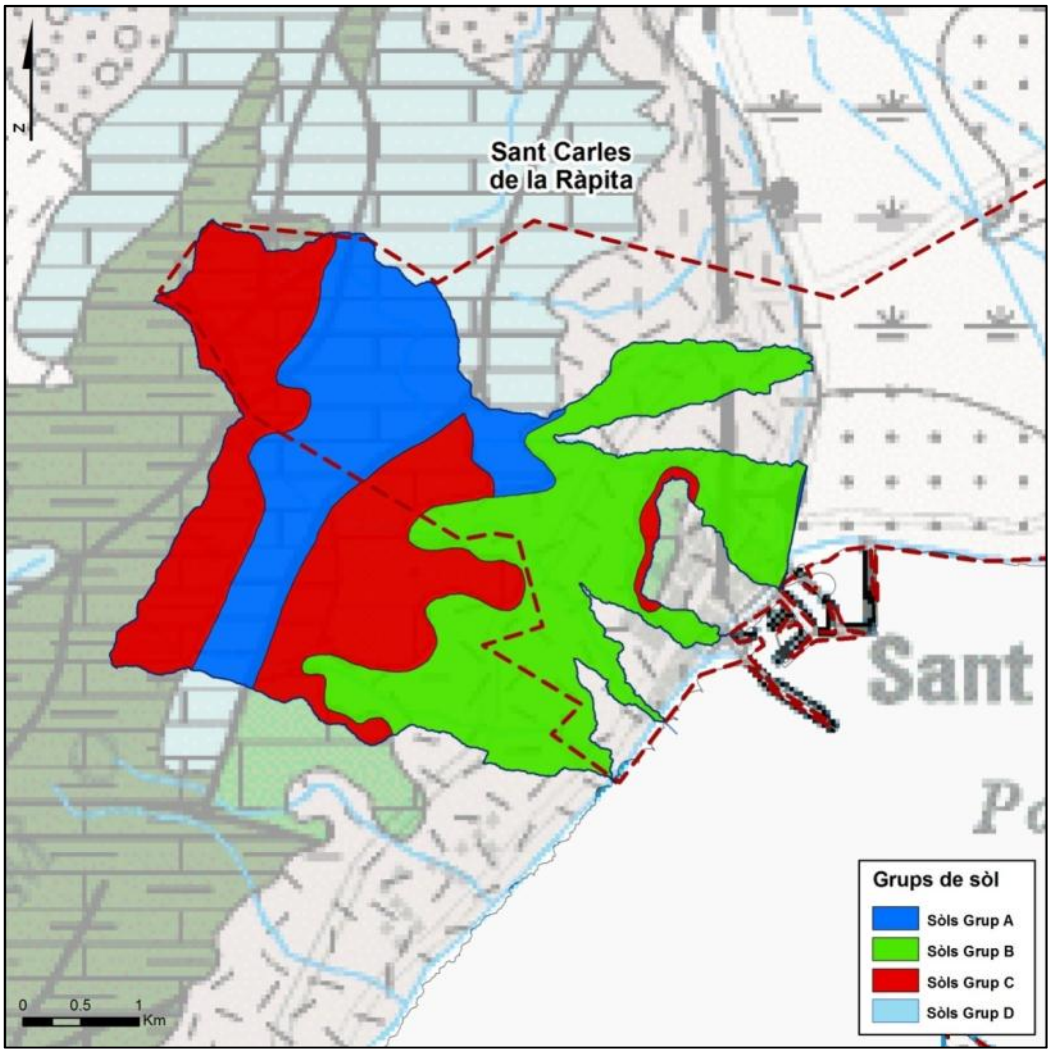


Figura 11. Zonificació segons grup de sòl.

Els sòls del grup A admeten més infiltració que els del grup C. La Figura 11 mostra la zonificació segons el grup de sòl. El grup A es representa amb color blau, el grup B amb color verd i el grup C amb color vermell.

Els usos del sòl que predominen en aquesta zona són catorze, segons el mapa de cobertes del sòl de Catalunya, que s'han agrupat en set, d'acord amb la Taula 8, entre els quals destaquen àmplies superfícies de matollars i conreus, principalment en les zones més planeres i pròximes a la zona urbana, i en les zones més feréstecs i de majors pendents predominen les masses boscoses i matollars. La Figura 12 mostra la zonificació segons els tipus de cobertura.

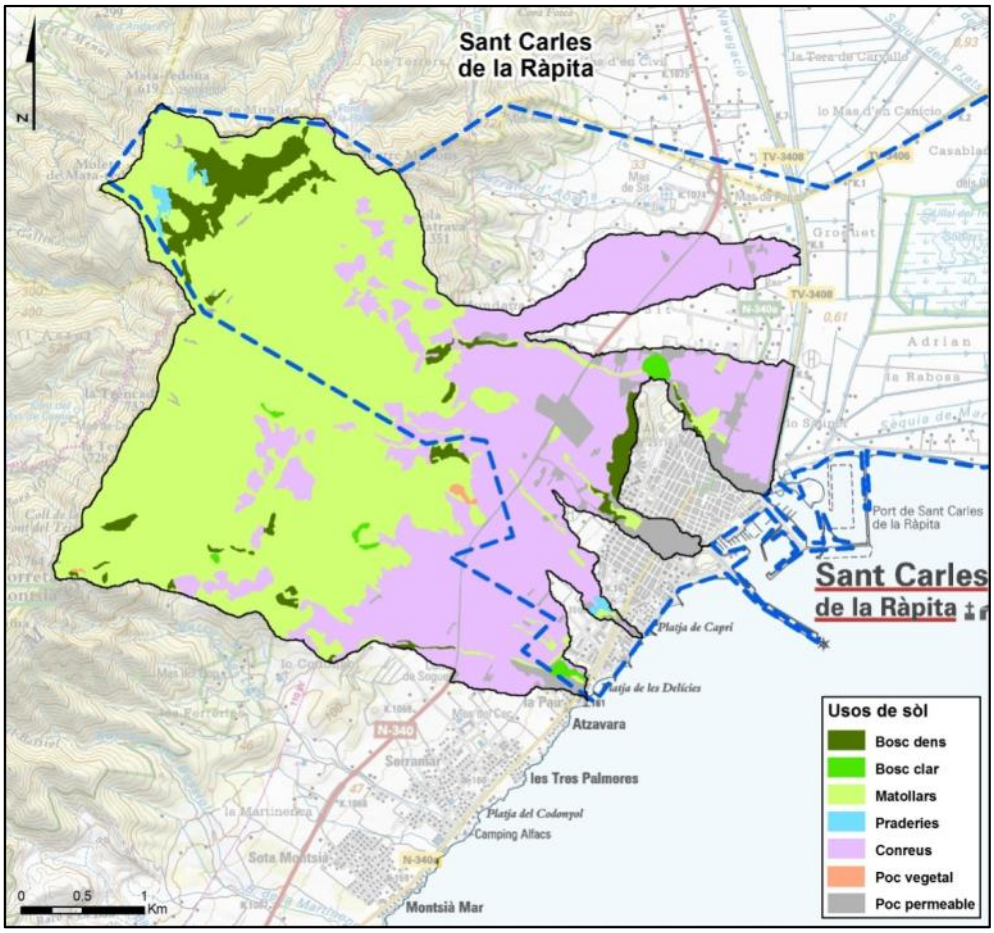


Figura 12. Zonificació segons els usos del sòl.

MCSC		Càlcul de cabals	
Ús	Codi	Ús	Codi
Boscos densos (no ribera)	1	Bosc dens	1
Boscos clars (no ribera)	6	Bosc clar	2
Matollars	7	Matollars	3
Prats i herbassars	9	Praderies	4
Roquissars	11	Poca infiltració	7
Tarteres	12	Poca vegetació	6
Sòls nus forestals	13	Poca infiltració	7
Platges	14	Poca infiltració	7
Aigües continentals	16	Poca infiltració	7
Conreus	17	Conreus	5
Zones urbanitzades	19	Poca infiltració	7
Vies de comunicació	21	Poca infiltració	7
Zones esportives i lúdiques	22	Poca infiltració	7
Zones d'extracció minera	23	Poca vegetació	6

Taula 8. Equivalència entre els usos del sòl del mapa de cobertes del sòl i els sintetitzats.

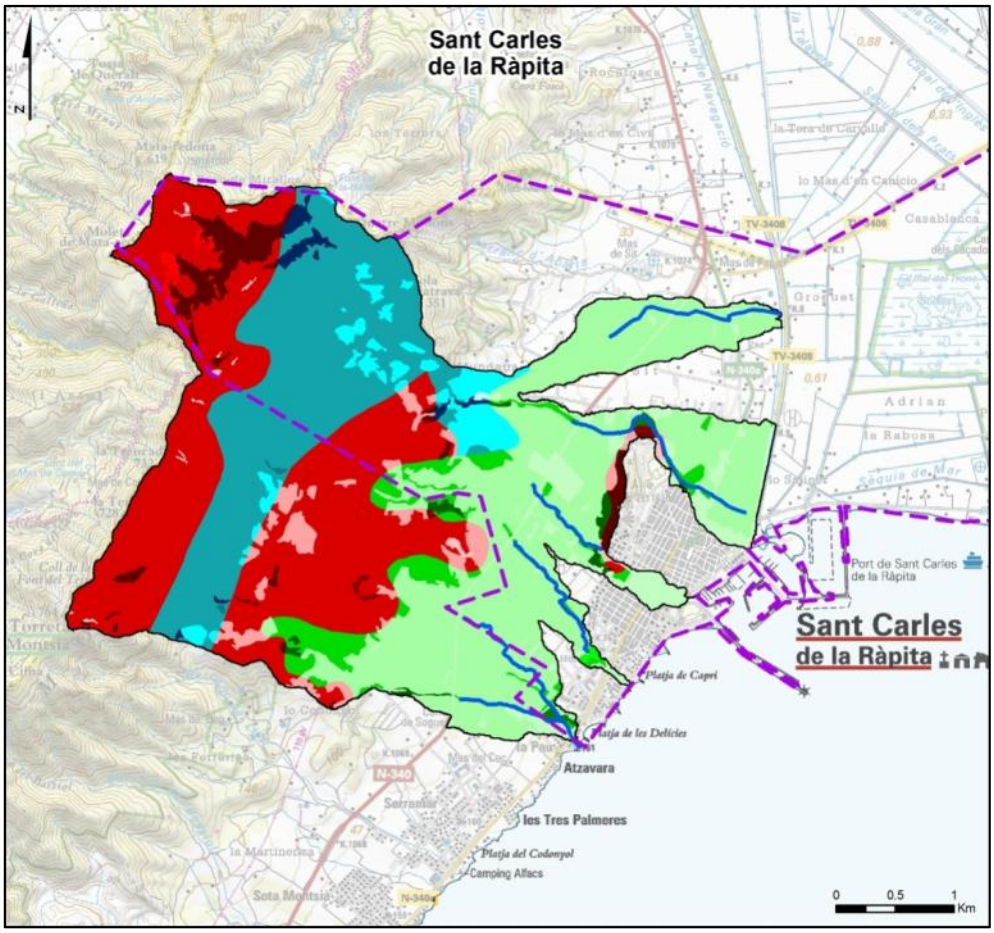


Figura 13. Zonificació que recull els tres criteris: ús de sòl, grup de sòl i subconca.

La Figura 13 mostra la zonificació que resulta de recollir els criteris; ús de sòl (cobertura), grup del sòl (litologia aflorant) i subconca. El color és el del grup del sòl (blau, A; verd, B; vermell, C), i la tonalitat segons l'ús del sòl: més fosc és menys escolament (més retenció i/o infiltració) i més clar és més escolament.

Per a cada grup de sòl i cada ús del sòl, la Taula 9 recull els valors adoptats del nombre de corba NC, en condicions d'humitat de tipus II (condicions normals).

Ús sòl	Grup sòl	Nombre de Corba NC	
		Estimació baixa	Estimació alta
Bosc dens	A	29	36
	B	43	52
	C	54	62
	D	60	68
Bosc clar	A	36	40
	B	52	60
	C	62	69
	D	68	76
Matollar	A	40	45
	B	60	68

Ús sòl	Grup sòl	Nombre de Corba NC	
		Estimació baixa	Estimació alta
	C	69	78
	D	76	83
Praderia	A	42	49
	B	60	68
	C	74	85
	D	79	85
Conreu	A	54	66
	B	68	77
	C	78	85
	D	82	89
Poc vegetat	A	71	77
	B	78	86
	C	82	89
	D	86	93
Poc permeable	A	91	96
	B	91	96
	C	91	96
	D	91	96

Taula 9. Valors del nombre de corba NC adoptats.

La delimitació de conques i subconques feta per a la determinació de les pèrdues de precipitació, i més endavant, per a la determinació de cabals, és la que es mostra en la Figura 14, per les cinc conques d'estudi, conca Sit, conca Solito, conca Penjats, conca Aiguassera, i conca Codonyol.

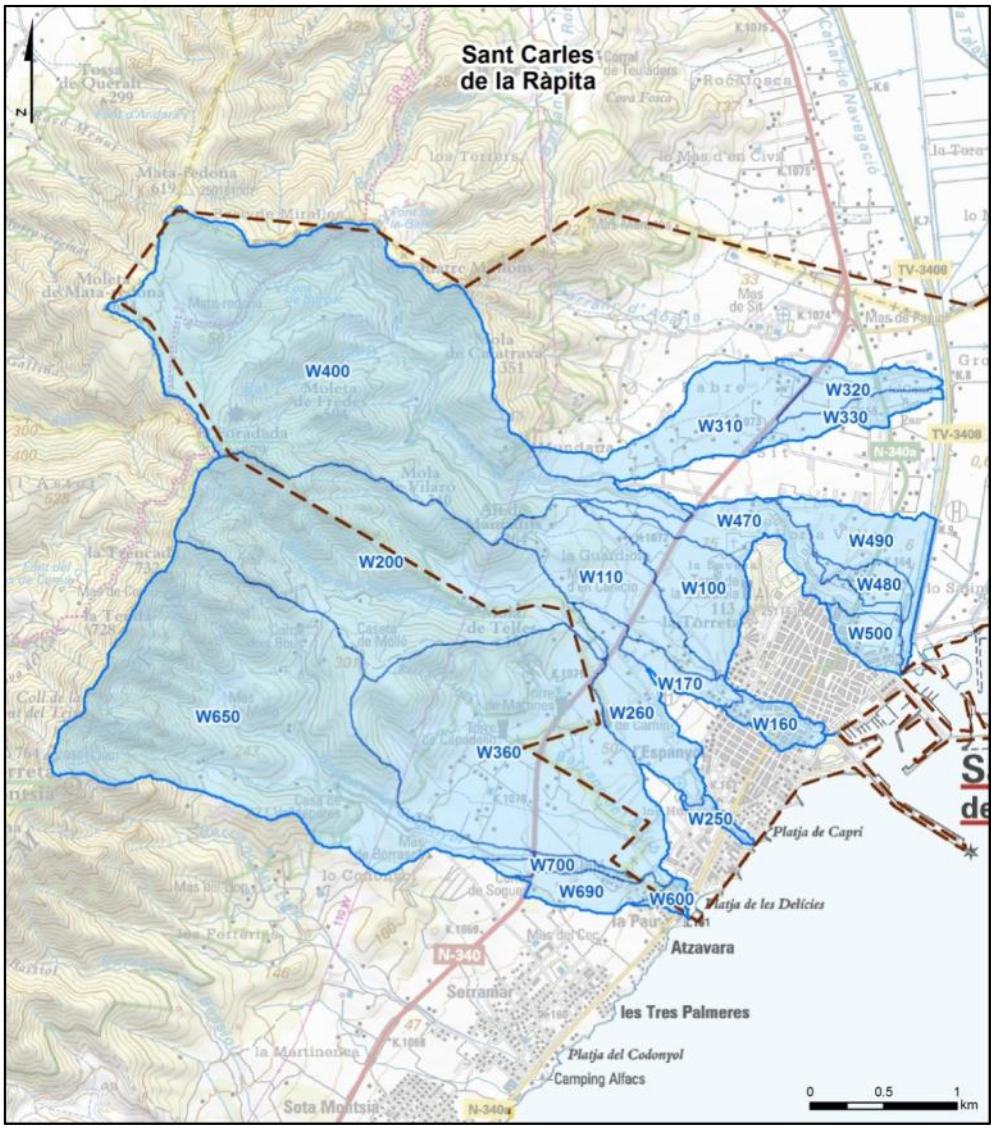


Figura 14. Situació de les conques respecte el terme municipal de Sant Carles de la Ràpita.

Així doncs, atenent a l'ús del sòl, predominantment bosc dens i matollars en zones més feréstecs, i conreus en zones més planeres, i al grup del sòl, la distribució de la superfície de les diferents conques es mostra a la Taula 10, en termes de superfície total i a la Taula 11, com distribució percentual.

Ús sòl	Grup sòl	Conca																			
		100	**110**	**160**	**170**	**200**	**250**	**260**	**310**	**320**	**330**	**360**	**400**	**470**	**480**	**490**	**500**	**600**	**650**	**690**	**700**
Bosc dens	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
	B	2.6	0.6	0.0	1.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0
	C	6.2	0.3	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bosc clar	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Matollar	A	0.0	1.6	0.0	0.0	71.8	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	173.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.9	0.0	0.0
	B	0.0	5.8	0.9	0.2	13.0	0.9	2.1	0.0	0.0	0.0	18.0	2.5	4.3	0.6	0.7	0.1	0.4	19.4	0.0	1.2
	C	0.0	1.9	0.3	0.7	100.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.5	123.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	163.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Praderia	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Conreu	A	0.8	15.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	24.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0
	B	28.7	29.9	0.0	7.3	23.4	0.4	38.8	54.7	19.5	17.5	136.9	5.3	20.6	9.4	31.0	7.9	0.5	17.6	13.9	7.4
	C	1.9	1.1	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	4.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	20.9	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poc vegetat	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poc permeable	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	7.7	5.0	12.7	2.8	0.0	1.9	1.7	1.5	2.2	0.8	3.6	0.8	7.7	2.3	5.8	7.4	2.8	0.0	4.0	0.4
	C	0.1	0.0	0.3	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	0.3	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Taula 10. Distribució de la superfície segons grup i ús de sòl i subconca, en hectàrees.

Ús sòl	Grup sòl	Conca																			
		100	**110**	**160**	**170**	**200**	**250**	**260**	**310**	**320**	**330**	**360**	**400**	**470**	**480**	**490**	**500**	**600**	**650**	**690**	**700**
Bosc dens	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
	B	5.3	0.9	0.0	9.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.3
	C	12.9	0.5	0.1	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bosc clar	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0	5.4	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Matollar	A	0.0	2.7	0.0	0.0	32.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	44.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	0.0
	B	0.0	9.5	6.4	1.3	5.8	18.8	4.8	0.0	0.0	0.0	7.6	0.6	10.5	4.9	1.7	0.8	8.2	6.4	0.2	12.9
	C	0.0	3.1	1.9	5.1	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	31.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	54.1	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Praderia	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Conreu	A	1.6	24.4	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	0.0	6.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
	B	59.7	48.8	0.0	56.7	10.5	8.9	90.7	85.4	90.0	95.6	57.6	1.4	50.2	74.7	80.0	51.2	10.5	5.9	73.4	82.0
	C	4.0	1.9	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	1.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poc vegetat	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Poc permeable	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	16.1	8.2	89.6	21.6	0.0	40.3	3.9	2.3	10.0	4.4	1.5	0.2	18.8	18.4	14.9	47.8	64.9	0.0	21.0	4.8
	C	0.2	0.0	2.1	4.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.7	2.1	0.7	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Taula 11. Distribució percentual de superfície segons grup de sòl i ús de sòl a cada conca.

Ponderant en superfície, els valors del nombre de corba per cada conca es mostren en la Taula 12.

	Estimació baixa		Estimació alta	
Subconca	CN	Po	CN	Po
Conca Sit				
W310	67	25.0	76	15.9
W320	70	21.1	79	13.4
W330	69	22.4	78	14.2
Conca Solito				
W400	53	44.8	60	33.5
W470	71	20.7	78	13.9
W480	72	19.1	80	12.2
W490	72	19.4	80	12.3
W500	79	13.3	86	8.1
Conca Penjats				
W100	69	22.7	76	15.4
W110	65	27.1	74	17.6
W160	89	6.4	94	3.3
W170	71	20.2	78	13.9
Conca Aiguassera				
W200	59	35.0	66	25.4
W250	73	18.2	80	12.4
W260	68	23.0	77	14.7
Conca Codonyol				
W360	68	23.1	77	14.8
W600	80	12.8	86	8.3
W650	62	30.8	70	21.7
W690	72	19.5	80	12.5
W700	68	23.5	77	15.2

Taula 12. Valors del nombre de corba resultants.

3.4 Transformació pluja-escorrentiu i Mètode de propagació de avingudes

La hidrologia es modela amb el programa Hec-Hms, programa desenvolupat pels *"US Army Corps of Engineers"*. El mètode de transformació pluja escorrentiu que s'ha seguit és el mètode desenvolupat pel Soil Conservation Service (SCS), mètode que també recull la Guia Tècnica de l'ACA. L'SCS es basa en l'estudi del comportament de multitud de conques petites dels EEUU, s'obté un hidrograma adimensional, en el qual s'expressa la relació del cabal respecte al cabal punta, versus la relació entre el temps i el temps pic.

Quan es modelitza una conca dividint-la en subconques, és necessari propagar els hidrogrames d'avinguda obtinguts de la transformació pluja-escorrentiu, en les subconques que no tinguin el seu desguàs justament en el punt de sortida de la conca general. En aquest cas la propagació d'avingudes s'ha modelat amb el mètode de propagació agregada de Muskingum-Cunge. Aquest mètode està basat en el mètode de Muskingum, i és una tècnica de propagació no lineal, que considera la difusió d'un hidrograma basat en les propietats físiques de la llera i l'hidrograma d'aigües amunt.

3.5 Cabals

La Figura 15 mostra, altra vegada, la delimitació de les conques, feta per a la determinació de cabals, sobre el mapa topogràfic comarcal de Catalunya a escala 1:50.000, de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, així com la posició dels rius que aporten en cada conca.

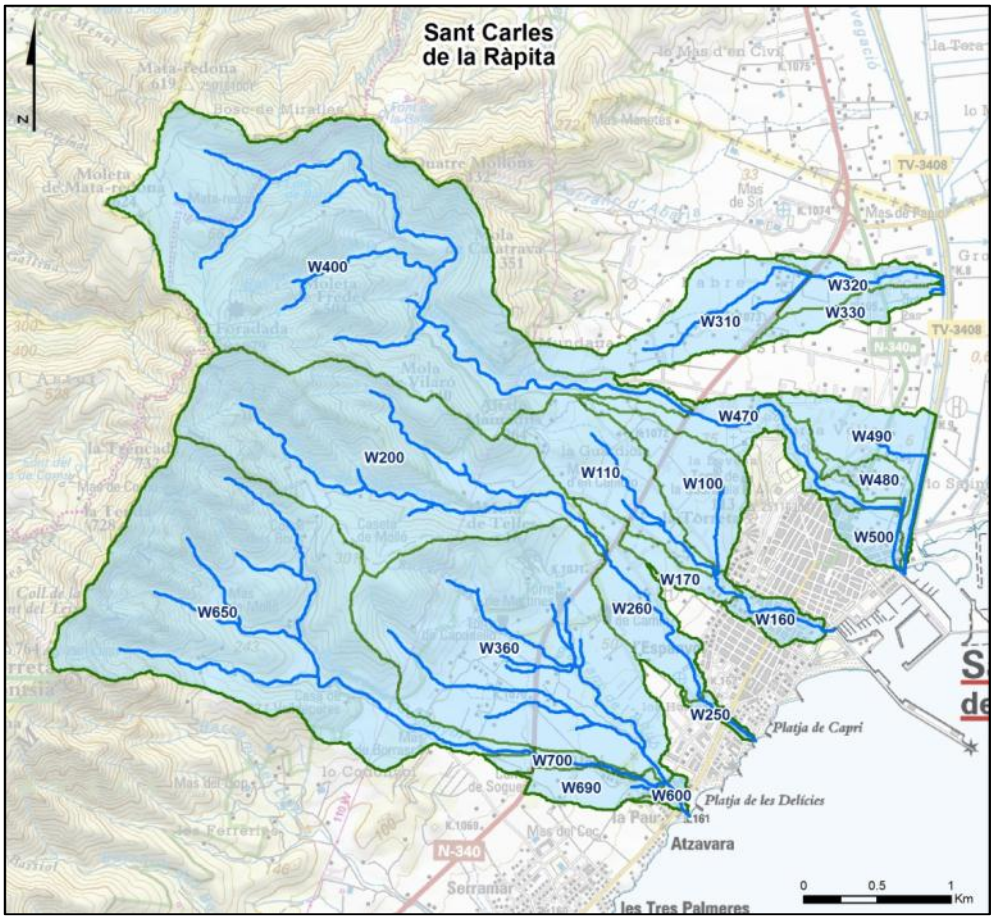


Figura 15. Situació de les conques respecte el terme municipal deSant Carles de la Ràpita.

Els paràmetres geomètrics de la conca (paràmetres hidromorfomètrics) són; l'àrea de la conca S, la longitud del curs principal L, la cota màxima a la superfície de la conca, la cota mínima a la superfície de la conca, el desnivell i el pendent mitjà del curs principal j.

El temps de concentració T_c és el temps que transcorre entre la finalització de l'episodi de precipitació i la sortida de la darrera gota d'escorrentiu superficial. S'agafa com el temps que tarda una gota de pluja neta caiguda a l'extrem superior del curs principal a sortir pel punt de sortida. En tractar-se d'una conca, s'utilitza la fórmula proposada per J.R.Témez. El temps de concentració T_c s'expressa en hores.

$$T_c = 0.3 \times \left(\frac{L}{j^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Pel temps de retard, t_{lag}, la Guia Tècnica proposa la següent formulació:

$$t_{lag} \approx 0{,}31\, T_c$$

La Taula 13 mostra els valors dels paràmetres hidromorfomètrics, el temps de concentració i el temps de retard de cada conca. Per calcular el recorregut de cada torrent es té en compte el trajecte hidràulicament més allunyat dins la conca d'estudi, tot i que pel càlcul hidràulic el recorregut posteriorment a estudiar és limita més a les proximitats del nucli urbà d'estudi.

Referent a la conca del Sit, el recorregut del curs objecte d'estudi i que adopta el mateix nom de la zona, té un recorregut de 1.6 km, des de capçalera a la zona de Mundana fins la desembocadura a la sèquia en la zona de Groguet, amb una conca aportant de 0.86 km^2, i un temps de concentració de 39 minuts.

En quant al barranc de la conca de Solito, des de capçalera en el pic de Moleta de Mata-redona, fins la seva desembocadura a la sèquia, la qual desemboca finalment al mar en la zona del port, el barranc del Solito presenta un trajecte de recorregut de 8.8 km, sent la superfície drenant de 4.29 km^2, sent el temps de concentració de 156 minuts fins a la sèquia.

En quant al barranc dels Penjats, presenta un recorregut de 2.2 km des del Racó de Mamadits fins a l'entrada al nucli urbà aigües amunt del carrer 8 de gener (boca d'entrada d'una canalització soterrada), on la conca aportant presenta una superfície de 0.61 km^2, amb un temps de concentració de 50 minuts.

El barranc d'Aiguassera, des de les proximitats del pic de la Trencada fins la seva entrada al nucli urbà a l'altura de l'Avinguda de Codonyol, on també queda canalitzat mitjançant una

canalització soterrada que desemboca directament al mar, presenta una recorregut de 5.3 km, amb una conca aportant de 2.7 km^2, i el temps de concentració de 95 minuts.

En la zona de més al sud, ja en els límits del terme municipal, en quant als torrents que conformen la conca de Codonyol, el recorregut del barranc del l'Aljub, des de capçalera en les proximitats de la Caseta Molló, fins la confluència amb el barranc de Codonyol a l'altura del carrer de la Granja, té un recorregut de 2.9 km, amb una conca aportant de 2.38 km^2, i el temps de concentració de 64 minuts; mentre que el barranc de Codonyol, des de capçalera als voltants del pic de la Trencada fins la seva desembocadura al mar en la platja del Suís, presenta una trajecte d'uns 4.7 km, on l'àrea drenant és de 3.34 km^2, i el temps de concentració és de 84 minuts.

Conca	Àrea *S* (km2)	Cota màxima (m)	Cota mínima (m)	Longitud *L* (m)	Pendent *j* (m/m)	Temps *tc* (h)	*tlag* (min)
Conca Sit							
W310	0.64	212.00	27.00	2409	0.077	0.95	18
W320	0.22	45.00	1.00	1392	0.032	0.74	14
W330	0.18	58.00	1.00	1562	0.036	0.79	15
Conca Solito							
W400	3.88	626.00	71.00	6763	0.082	2.06	38
W470	0.41	123.00	0.00	2985	0.041	1.26	23
W480	0.12	33.00	1.00	1075	0.030	0.62	11
W490	0.39	56.00	0.00	2206	0.025	1.10	20
W500	0.15	19.00	0.00	861	0.022	0.55	10
Conca Penjats							
W100	0.48	121.00	37.00	1918	0.044	0.89	17
W110	0.61	256.00	36.00	2178	0.101	0.84	16
W160	0.14	37.00	0.00	1676	0.022	0.92	17
W170	0.13	80.00	33.00	1049	0.045	0.56	10
Conca Aiguassera							
W200	2.23	718.00	72.00	3970	0.163	1.21	22
W250	0.05	25.00	0.00	845	0.030	0.52	10
W260	0.43	105.00	18.00	2076	0.042	0.95	18
Conca Codonyol							
W360	2.38	295.00	4.00	2949	0.099	1.06	20
W600	0.04	21.00	0.00	518	0.041	0.33	6
W650	3.01	717.00	55.00	4193	0.158	1.27	24
W690	0.19	67.00	4.00	1215	0.052	0.61	11
W700	0.09	77.00	16.00	1185	0.051	0.60	11

Taula 13. Paràmetres hidromorfomètrics, temps de concentració i temps de retard.

Els hidrogrames resultants dels torrents anomenats anteriorment: torrent de Sit, barranc del Solito, barranc dels Penjats, barranc d'Aiguassera, i barrancs de Codonyol i l'Aljub, es mostren entre la Figura 16 a la Figura 9.

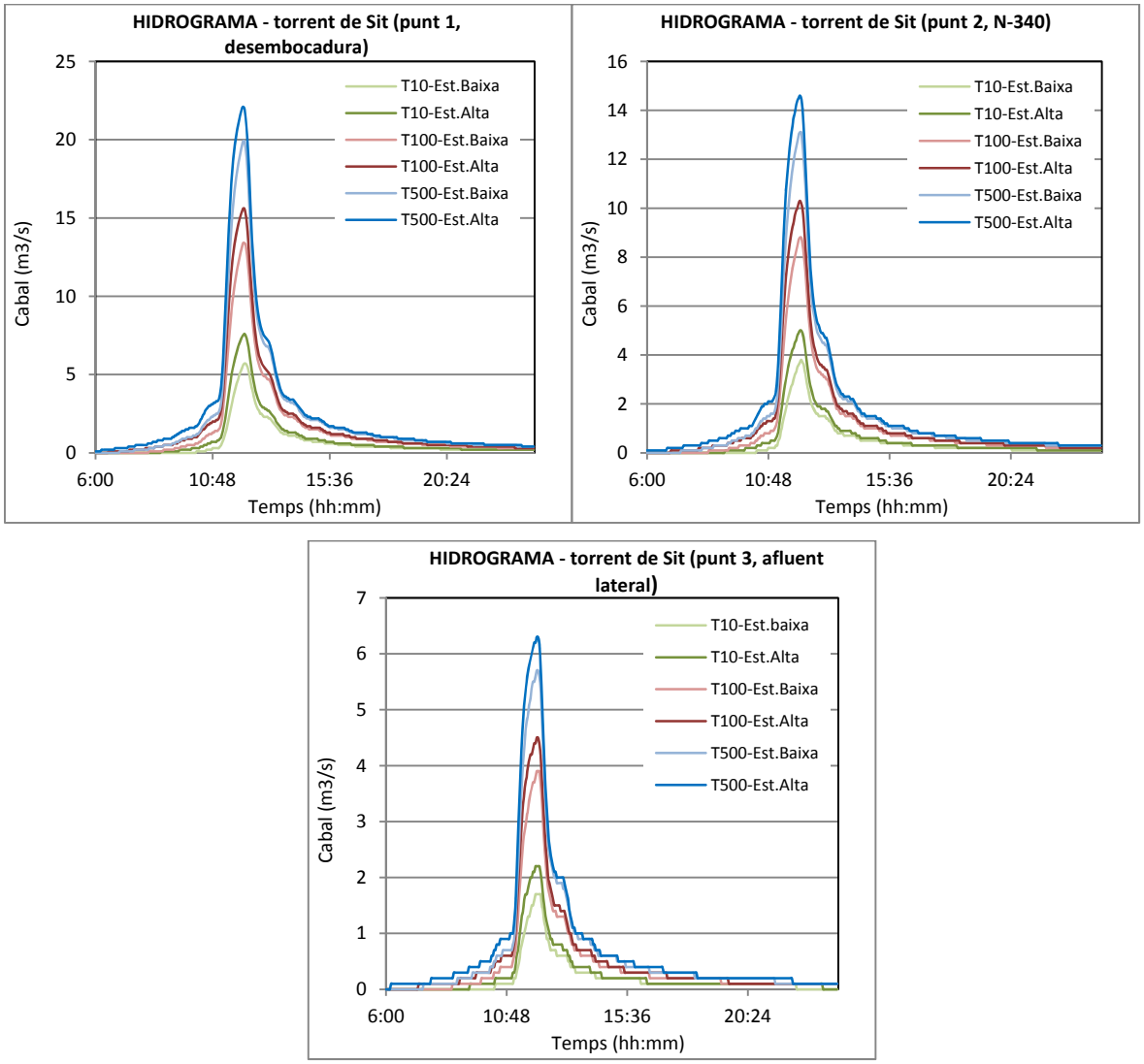


Figura 16. Hidrogrames resultants T=10, T=100 i T=500 anys. Conca Sit.

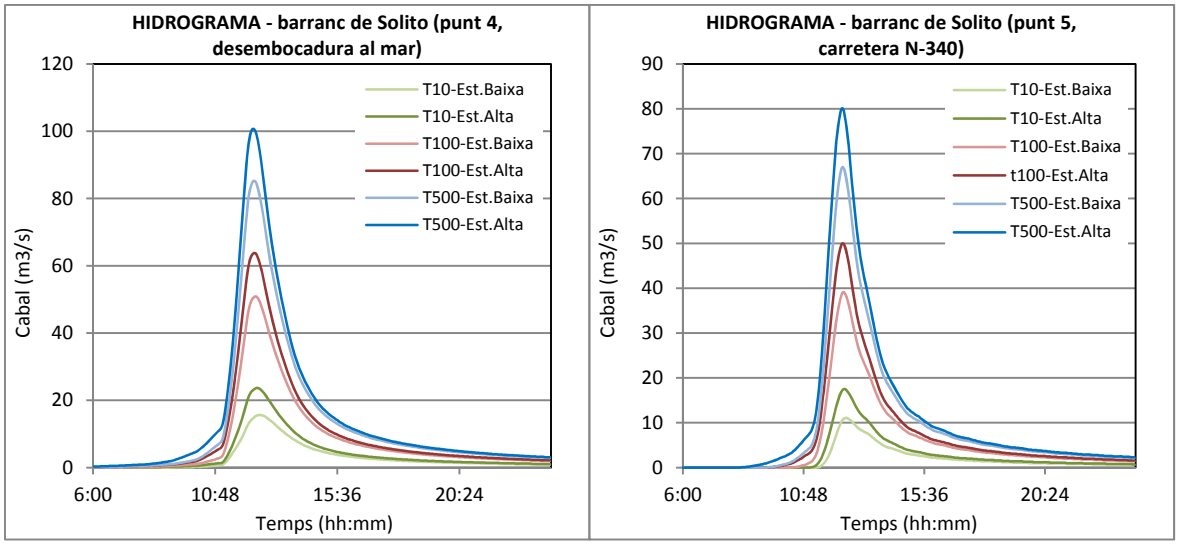


Figura 17. Hidrogrames resultants T=10, T=100 i T=500 anys. Conca Solito.

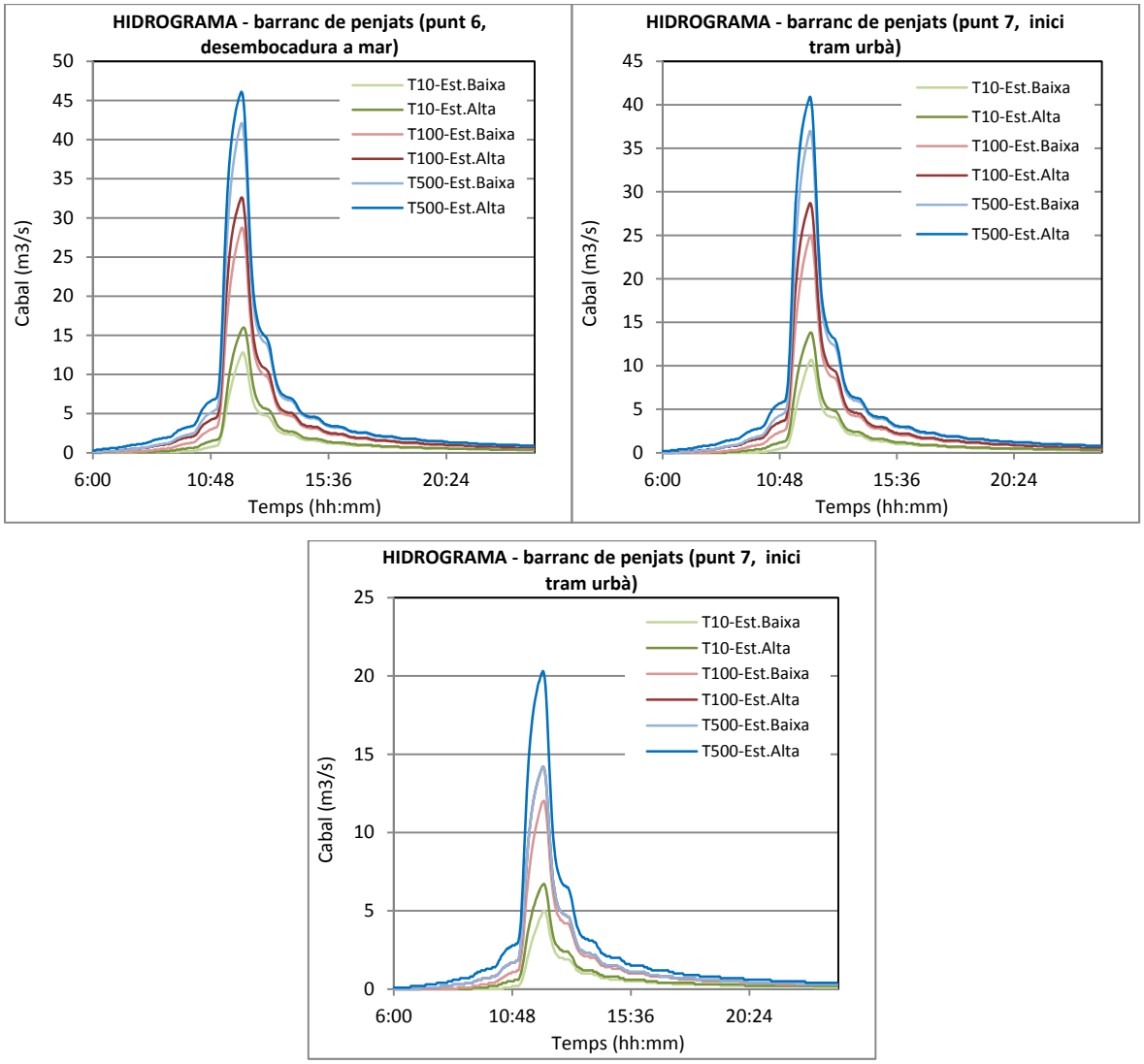


Figura 18. Hidrogrames resultants T=10, T=100 i T=500 anys. Conca Penjats.

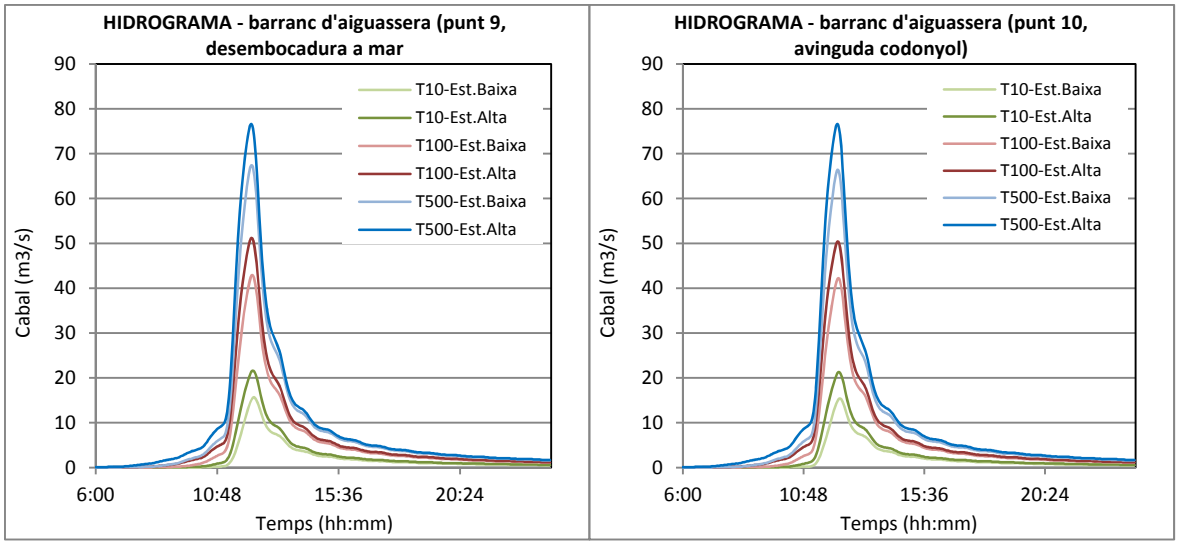


Figura 19. Hidrogrames resultants T=10, T=100 i T=500 anys. Conca Aiguassera.

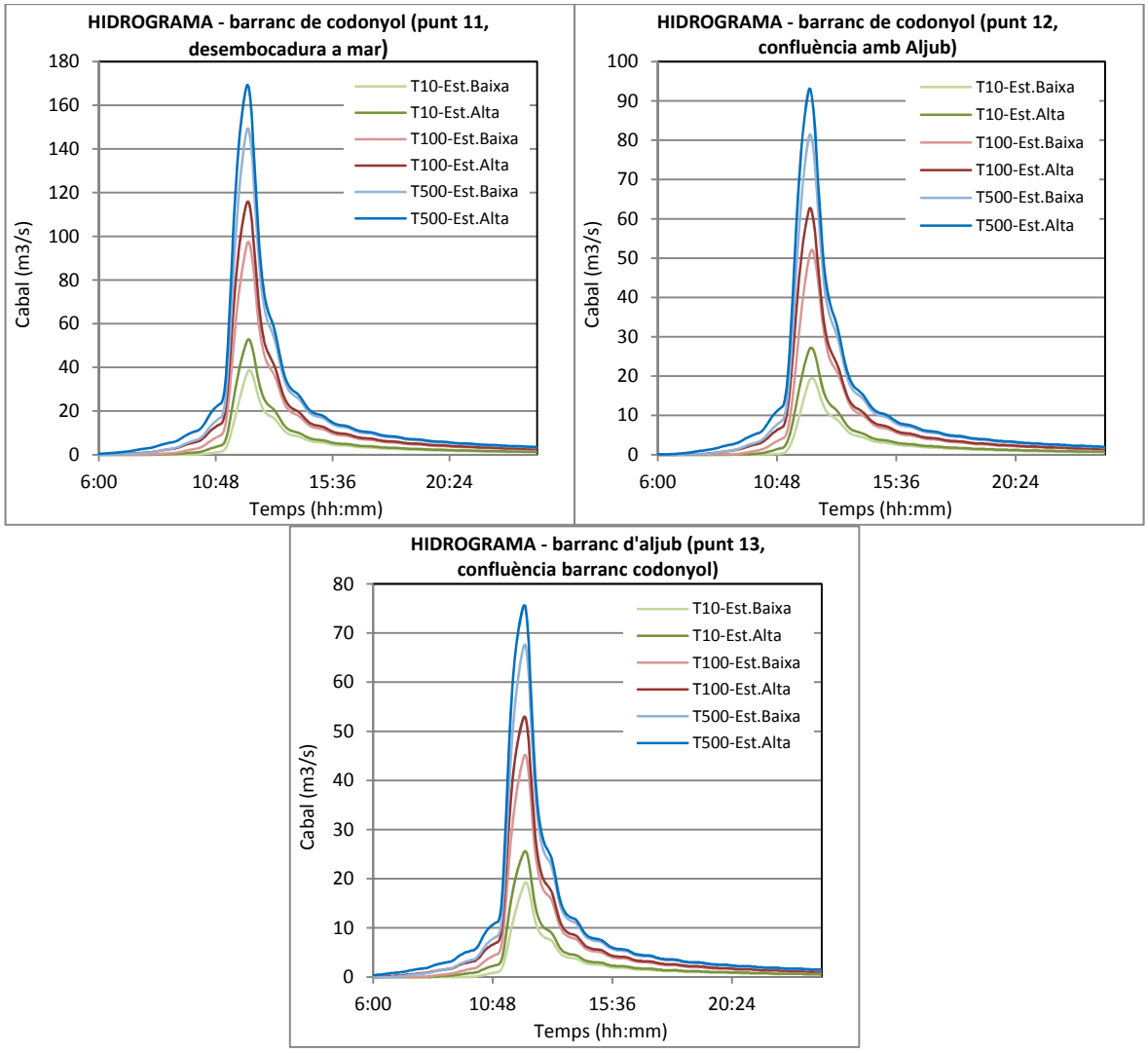


Figura 20. Hidrogrames resultants T=10, T=100 i T=500 anys. Conca Codonyol.

En la Taula 14 i la Figura 21 es mostra els punts definits per a la determinació dels cabals:

Curs	Punt	Descripció	conca aportant
Conca Sit			
Torrent Sit	1	Punt de desguàs de la conca del torrent del Sit, desembocadura a la sèquia, en la zona de Groguet	W310+W320
	2	Carretera N-340, aigües amunt del Polígon Industrial El Rajolar	W310
	3	Punt de desguàs torrent lateral, desembocadura a la sèquia	W330
Conca Solito			
Barranc Solito	4	Punt de desguàs de la conca del barranc del Solito, primerament a la sèquia natural, i finalment al mar, en la zona del port del municipi	W400+W470+W480+W490+W500
	5	Carretera N-340, aigües amunt del Cementiri de Sant Carles de la Ràpita	W400
Conca Penjats			
Barranc Penjats	6	Punt de desguàs de la conca del barranc dels Penjats, en la zona del port del municipi, entre el club Nàutic i el Moll Vell	W100+W110+W170+W160
	7	Punt d'entrada a la canalització soterrada, per sota el carrer vuit de Gener, aportant la conca del barranc dels Penjats i un barranc lateral	W100+W110+W170
	8	Aigües amunt de la canalització soterrada, recollint les aigües del barranc dels Penjats	W110
Conca Aiguassera			
Barranc Aiguassera	9	Punt des desguàs de la conca del barranc d'Aiguassera, entre la platja de Capri i de Gros	W200+W250+W260
	10		W200+W260
Conca Codonyol			
Barranc Codonyol	11	Punt desguàs de la conca del barranc del Codonyol, entre la platja del Suís i la platja de les Delícies	W360+W600+W650+W690+W700

Curs	Punt	Descripció	conca aportant
	12	Punt de confluència amb el barranc de l'Aljub, a l'altura del carrer de la Granja, recollint la conca aportant del barranc del Codonyol	W650+W690+W700
	13	Punt de confluència amb el barranc del Codonyol, a l'altura del carrer de la Granja, entrada a la urbanització de la Pau, recollint la conca aportant del barranc de l'Aljub	W360+W600+W650+W690+W700

Taula 14. Punts definits per a la determinació de cabals.

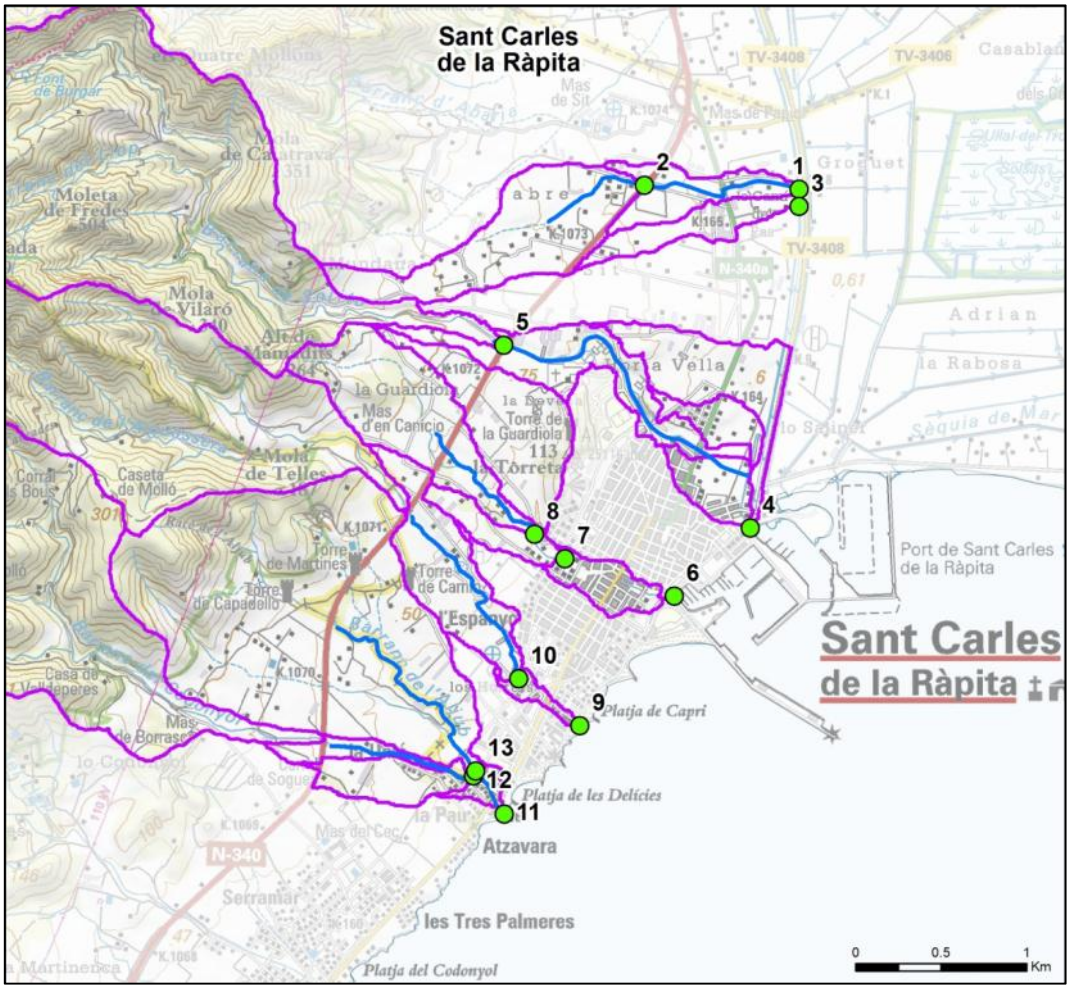


Figura 21. Punts definits per a la determinació de cabals.

La Taula 15 recull els cabals màxims dels hidrogrames anteriors resultants de l'aplicació del mètode de pèrdua de precipitació i mètode de transformació pluja escorrentiu, descrits en els apartats 3.3 i 3.4 respectivament, per a tres períodes de retorn. La Taula 15 a més

compara aquests cabals màxims amb els cabals de l'estudi INUNCAT. Com que no es disposa de cabals INUNCAT en tots els punts s'ha utilitzat la fórmula que relaciona cabals i superfícies de conca entre dos rius de conques hidrològiques similars: $Q_1/Q_2 = (S_1/S_2)^{0.5-0.6}$. Amb l'exponent 0.5 és la mateixa fórmula que s'ha utilitzat a l'INUNCAT. Els cabals base utilitzats per a la interpolació són els corresponents a les estacions 1044 i 1045.

Les estacions INUNCAT emprades per dur a terme aquesta comparativa de cabals presenten una localització lleugerament allunyada a les subconques delimitades pel càlcul de la pluja de projecte de l'àrea d'estudi, les quals corresponen a dues conques que recullen les aigües del riu Galera, que circula per l'interior i desemboca al riu Ebre, mentre que el municipi de Sant Carles de la Ràpita es troba assentat a la banda est de la Serra del Montsià, desembocant a mar, i ocupant una petita superfície del delta de l'Ebre per les proximitats de la bassa de l'Encanyissada. Alhora, les estacions INUNCAT presenten superfícies força superiors a les cinc subconques delimitades en aquest estudi, que oscil·len entre els 1.04 km2 i els 5.71 km2, en comparació als més de 100 km2 que presenten les conques INUNCAT utilitzades en la comparativa. Tot i les diferències entre conques, ja sigui per la distància geogràfica i/o superfícies, referent als valors de precipitació mitja s'observen petites diferències entre els valors INUNCAT i els valors obtinguts a partir de la Guia tècnica de recomanacions per a la realització d'estudis d'inundabilitat d'àmbit local de l'Agència.

Cal tenir en compte que, segons dades de l'INUNCAT, els valors de cabals han set obtinguts sota condicions d'humitat tipus II, és a dir, normals, i amb valors de nombre de corba pròxims al 65, sent, per tant, similars als valors obtinguts per aquest estudi segons la Guia Tècnica, que oscil·len entre 62 (valor del nombre de corba per l'estimació baixa) i 70 (valor del nombre de corba per l'estimació alta).

Comparant els resultats i per les conques del Solito, Penjats i Codonyol s'observa força similitud entre els valors obtinguts segons la Guia Tècnica i els extrapolats de l'INUNCAT, i, més concretament, pel cas de l'estimació alta, on els valors de cabals oscil·len entre els rangs de valors de les dues conques INUNCAT per tots els punts estudiats. En la conca del Sit és on s'observen majors diferències entre els valors de cabals, que podrien ser degudes a les diferències entre superfícies.

D'aquests resultats se'n pot extreure que pel cas de conques de superfícies menors els valors de cabals són més dispars, respecte aquells punts col·lectors de conques més grans, fent-se més evident amb l'augment del període de retorn.

Cabal (m3/s)	Període de retorn											
Punt / Conca	T10				T100				T500			
	Estimació guia				Estimació guia				Estimació guia			
	baix	alt	1044	1045	baix	alt	1044	1045	baix	alt	1044	1045
Conca Sit												
Punt 1	5.7	**7.60**	8.74	13.05	13.40	**15.60**	22.76	33.35	19.90	**22.10**	42.73	62.16
Punt 2	3.8	**5**	7.56	11.28	8.80	**10.30**	19.68	28.83	13.10	**14.60**	36.94	53.74
Punt 3	1.7	**2.2**	4.03	6.02	3.90	**4.50**	10.50	15.39	5.70	**6.30**	19.72	28.69
Conca Solito												
Punt 4	15.7	**23.7**	21.01	31.36	50.90	**63.80**	54.70	80.16	85.20	**100.70**	102.70	149.40
Punt 5	11.1	**17.5**	18.59	27.75	39.10	**50.00**	48.40	70.93	67.00	**80.10**	90.87	132.19
Conca Penjats												
Punt 6	12.8	**16**	11.02	16.45	28.70	**32.60**	28.69	42.05	42.10	**46.10**	53.87	78.37
Punt 7	10.7	**13.8**	10.43	15.57	25.00	**28.70**	27.16	39.81	37.00	**40.90**	51.00	74.19
Punt 8	5	**6.7**	7.39	11.03	12.00	**14.20**	19.23	28.18	18.10	**20.30**	36.11	52.52
Conca Aiguassera												
Punt 9	15.7	**21.6**	15.52	23.17	42.90	**51.20**	40.41	59.22	67.40	**76.60**	75.87	110.37
Punt 10	15.4	**21.3**	15.39	22.97	42.20	**50.40**	40.06	58.70	66.40	**75.40**	75.21	109.41
Conca Codonyol												
Punt 11	**38.6**	52.8	22.57	33.68	**97.40**	115.80	58.75	86.10	**149.30**	169.30	110.30	160.46
Punt 12	**19.5**	27.2	17.13	25.57	**52.10**	62.70	44.60	65.36	81.40	**93.10**	83.73	121.81
Punt 13	**19.2**	25.6	14.56	21.73	**45.20**	52.90	37.90	55.54	67.60	**75.60**	71.15	103.51

Taula 15. Cabal de disseny, associat a cada període de retorn.

4 Hidràulica

4.1 Model digital del terreny

Per a la modelització hidràulica s'ha utilitzat el model digital del terreny Lidar de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Com ja es comenta en l'apartat d'Hidrologia, es tracta d'una informació en format malla regular (ràster) i, en aquest cas, es compon a partir de dos models. El primer d'ells, amb un pas de malla d'1x1 metres (precisió de 15-30 cm en altimetria), que abasta pràcticament tot l'àmbit dels cursos a estudiar, i el segon amb un pas de malla d'2x2 metres (precisió de 15-30 cm en altimetria). Alhora, s'ha tingut en compte també la cartografia topogràfica a escala 1:1000 (Figura 22).

Respecte l'àmbit del Delta de l'Ebre, modelitzat dins el projecte PEFCAT (Conca del Baix Ebre i Delta de l'Ebre, 2010), està modelat igualment amb el model digital del terreny Lidar (ICC), sent informació en format mallar regular amb un pas de malla d'1x1 metres (precisió de 15-30 cm en altimetria).

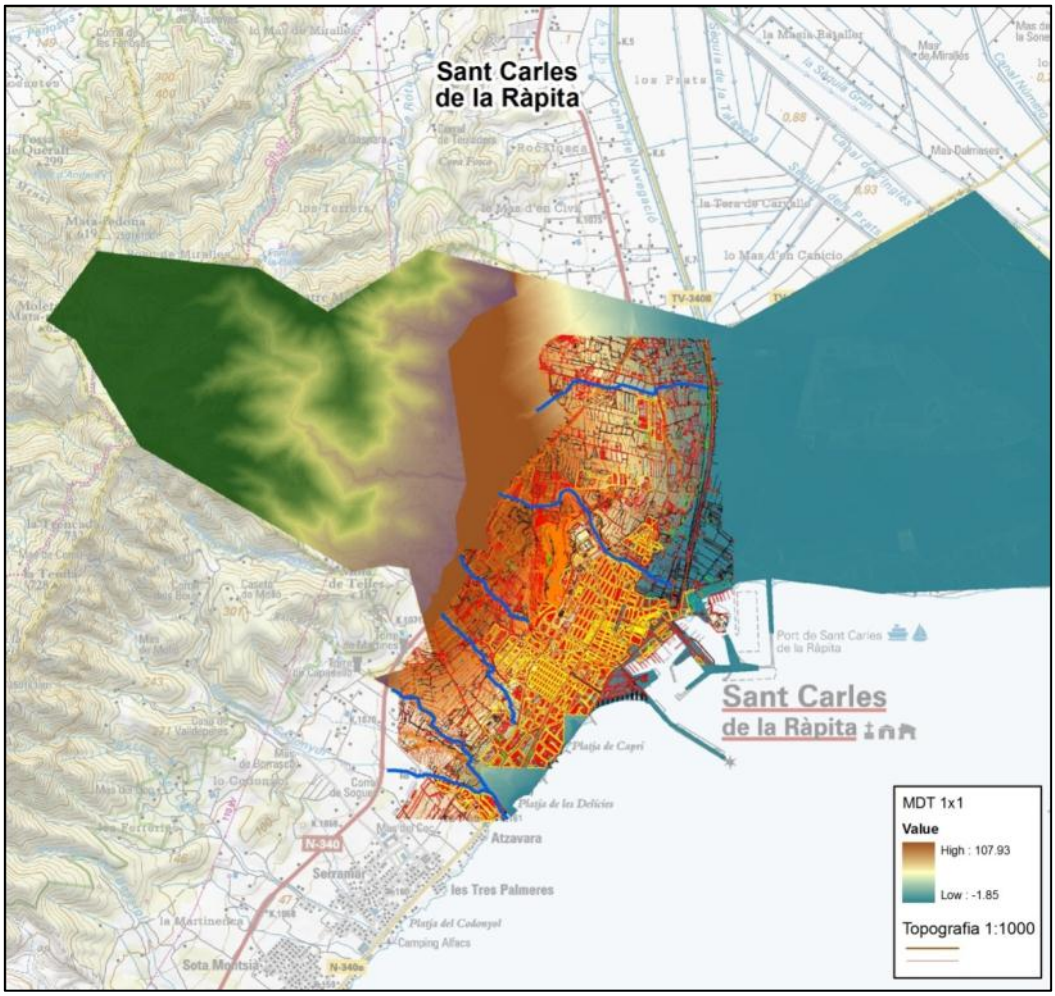


Figura 22. Cartografies utilitzades de l'ICC i MDT obtingut.

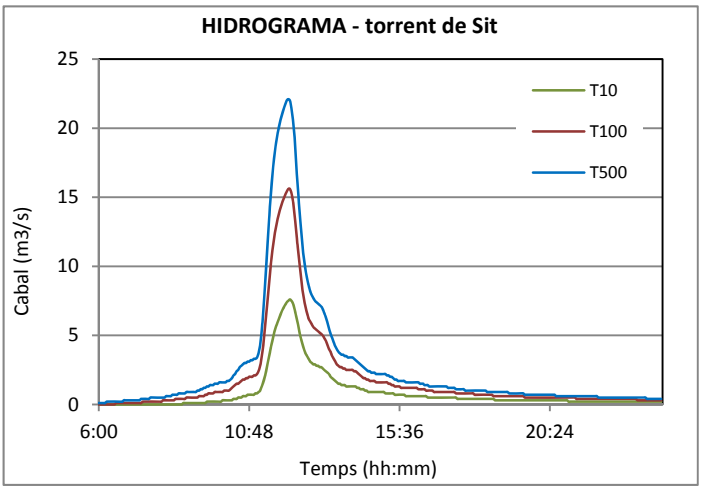
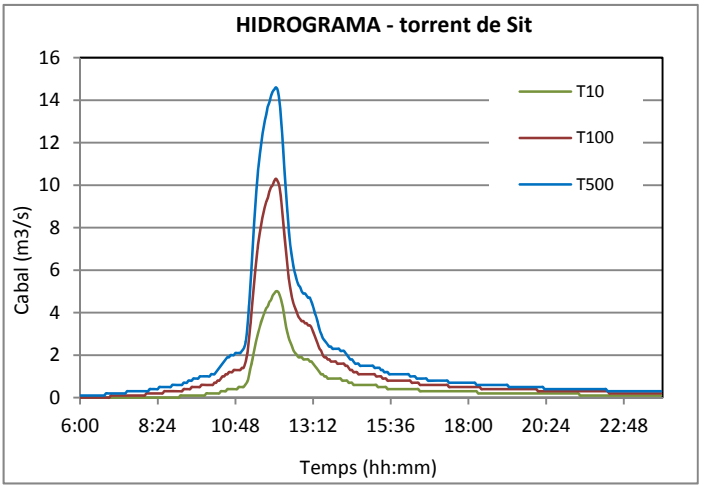
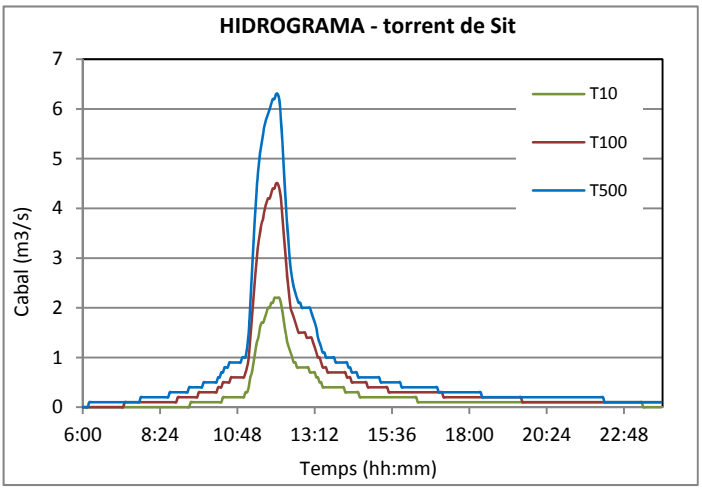
4.2 Cabals

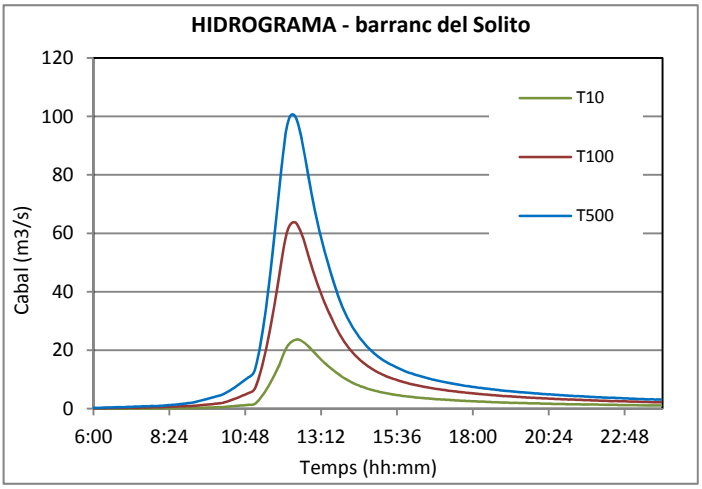
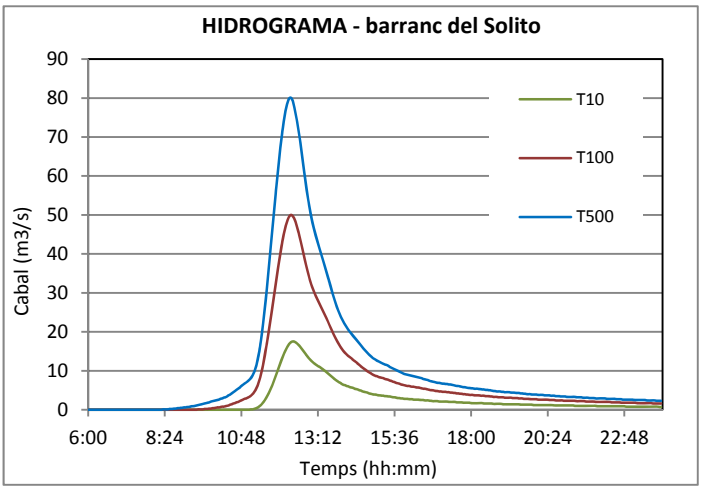
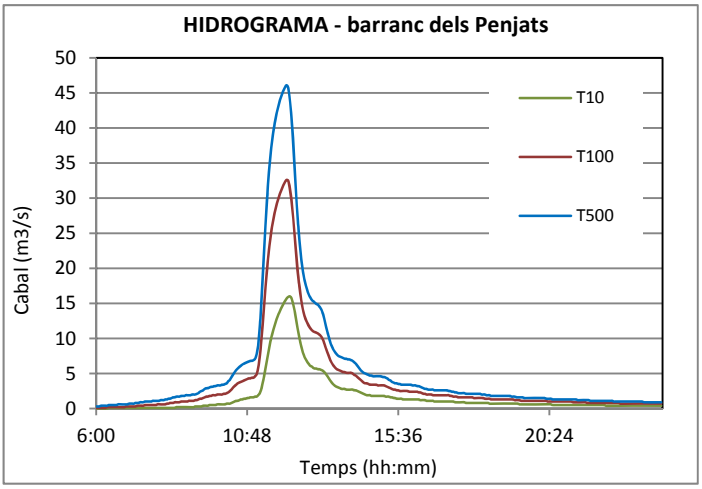
Els cabals màxims dels hidrogrames utilitzats pels períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys es resumeixen en la Taula 16, d'acord amb el que s'ha exposat al capítol 3 (Hidrologia segons la Guia tècnica de recomanacions per a la realització d'estudis d'inundabilitat d'àmbit local de l'Agència Catalana de l'Aigua) per les conques de Sit, Solito, Penjats, Aiguassera i Codonyol.

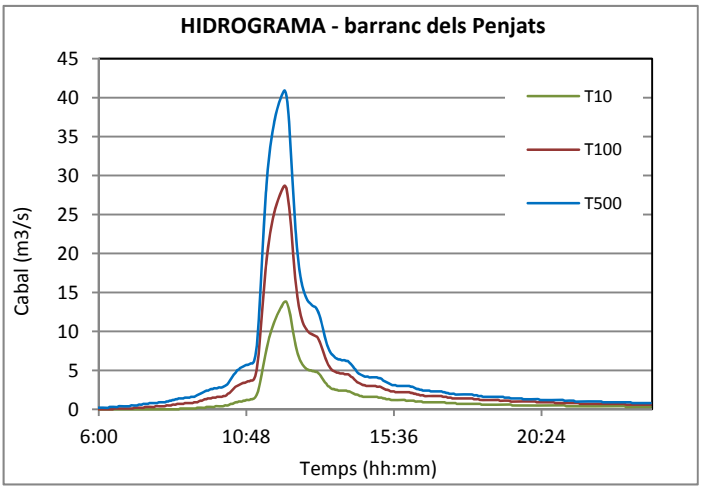
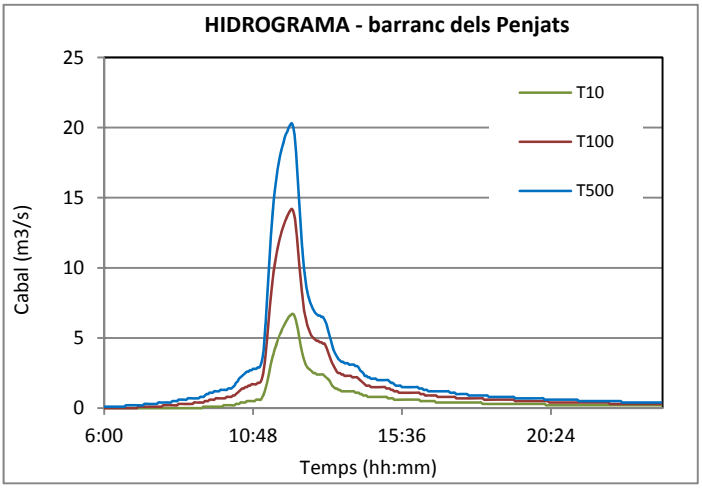
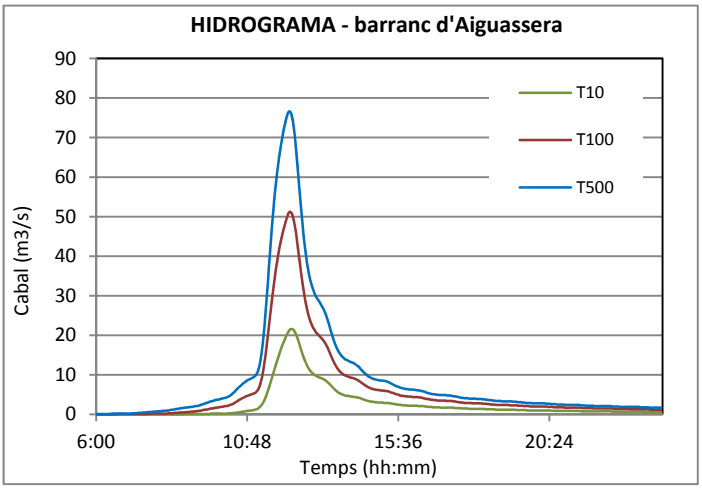
S'han utilitzat els cabals segons l'estimació alta per les conques Sit, Solito, Penjats i Aiguassera, i l'estimació baixa per la conca Codonyol, seguint la Guia Tècnica de l'Agència Catalana de l'Aigua, donat que són els valors que més s'assimilen als cabals extrapolats de l'INUNCAT, en els diferents punts d'estudi usats en la comparativa.

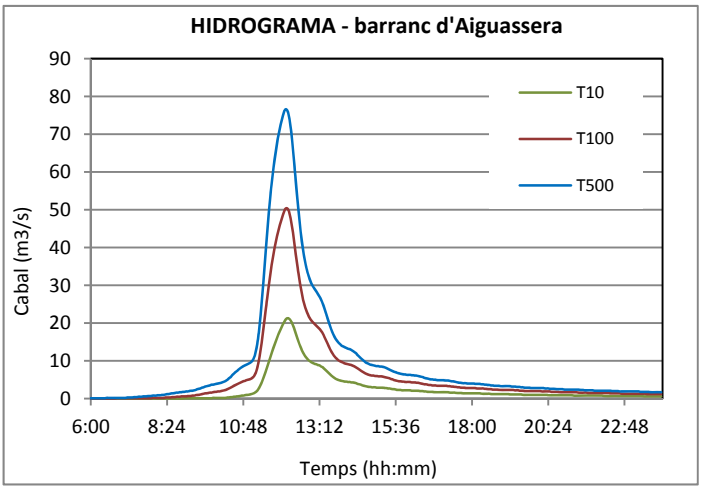
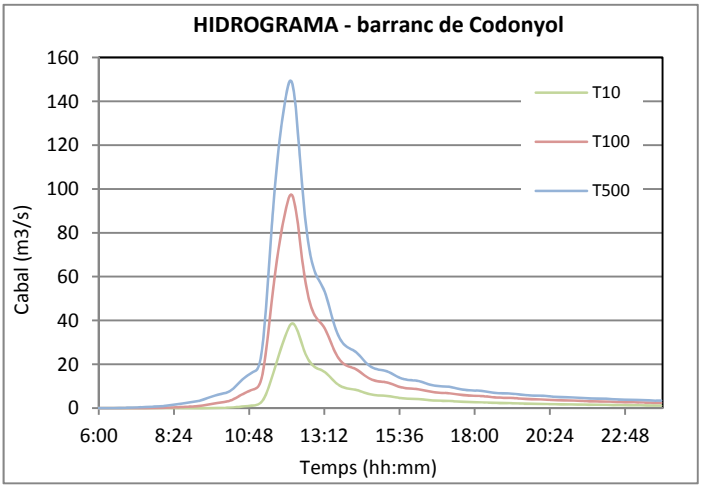
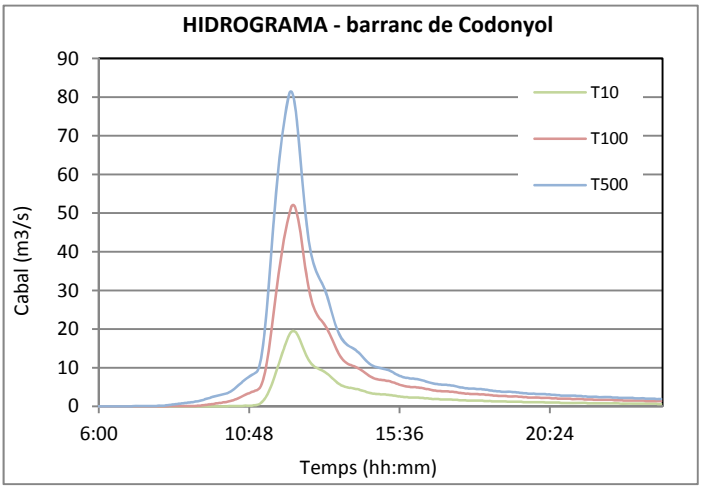
Cabal (m3/s)	Període de retorn		
Punt / Conca	T10	T100	T500
Conca Sit			
Punt 1	7.6	15.6	22.1
Punt 2	5.0	10.3	14.6
Punt 3	2.2	4.5	6.3
Conca Solito			
Punt 4	23.7	63.8	100.7
Punt 5	17.5	50.0	80.1
Conca Penjats			
Punt 6	16.0	32.6	46.1
Punt 7	13.8	28.7	40.9
Punt 8	6.7	14.2	20.3
Conca Aiguassera			
Punt 9	21.6	51.2	76.6
Punt 10	21.3	50.4	75.4
Conca Codonyol			
Punt 11	38.6	97.4	149.3
Punt 12	19.5	52.1	81.4
Punt 13	19.2	45.2	67.6

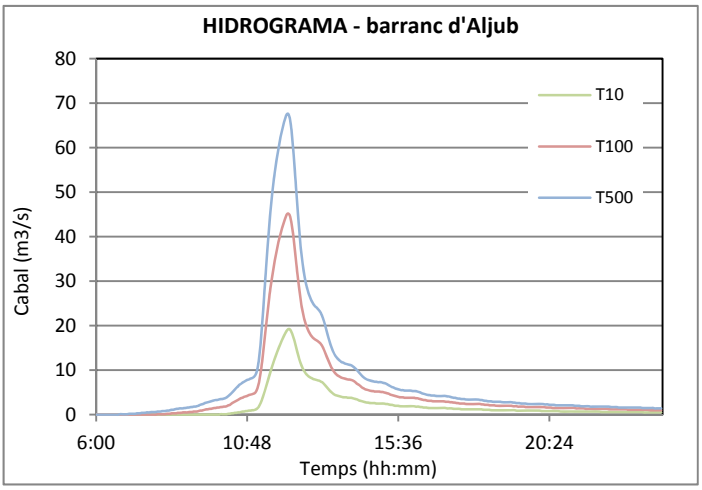
Taula 16. Cabals màxims (m³/s) utilitzats a la modelització.

Conca/Punt	*Hidrograma*
Conca Sit – torrent de Sit, punt desguàs conca (Punt 1)	
Conca Sit – torrent de Sit, punt desguàs conca (Punt 2)	
Conca Sit – torrent de Sit, punt desguàs conca lateral (Punt 3)	

Conca Solito–barranc delSolito, punt desguàs conca (Punt 4)	
Conca Solito–barranc delSolito, carretera N-340 (Punt 5)	
Conca Penjats – barranc dels Penjats, punt desguàs conca (Punt 6)	

Conca Penjats – barranc dels Penjats, punt entrada canalització soterrada (Punt 7)	
Conca Penjats – barranc dels Penjats, punt aigües amunt pont camí veïnal (Punt 8)	
Conca Aiguassera – barranc d'Aiguassera, punt desguàs conca (Punt 9)	

Conca Aiguassera – barranc d'Aiguassera, punt entrada canalització soterrada (Punt 10)	
Conca Codonyol – barranc de Codonyol, punt desguàs conca (Punt 11)	
Conca Codonyol – barranc de Codonyol, confluència amb barranc de l'Aljub (Punt 12)	

Conca Codonyol – barranc de l'Aljub, confluència amb barranc de Codonyol (Punt 13)	

Taula 17. Hidrogrames (m³/s) utilitzats a la modelització.

4.3 Coeficient de rugositat

El nivell d'aigua en un tram de riu no depèn únicament de la secció transversal, el pendent i el cabal, doncs també depèn de la vegetació i altres factors que s'engloben en un paràmetre de rugositat de la llera (coeficient de Manning).

Per assignar aquest coeficient s'ha seguit diferents criteris diferenciant la llera del riu, de la plana d'inundació.

Els coeficients de Manning de la plana d'inundació s'han obtingut a partir del Mapa de Cobertes de Sòl de Catalunya del CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals), assignant un valor de rugositat a cada tipus de coberta. Aquests valors es poden veure a la Taula 18 i una representació del mapa de cobertes a la Figura 23.

Referència	Descripció	Manning
1	Boscos densos (no ribera)	0.090
6	Boscos clars (no ribera)	0.075
7	Matollars	0.060
9	Prats i herbassars	0.050
11	Roquissars	0.030
12	Tarteres	0.030
13	Sòls nus forestals	0.040
14	Platges	0.030
16	Aigües continentals	0.025
17	Conreus	0.050
19	Zones urbanitzades*	0.15

Referència	Descripció	Manning
21	Vies de comunicació**	0.02
22	Zones esportives i lúdiques	0.08
23	Zones d'extracció minera	0.1

Taula 18. Coeficients de rugositat de Manning utilitzats.
**Aquest valor s'ha disminuit a 0.050 en aquelles zones on s'han extret les edificacions del model digital del terreny.*
***Aquest valor s'ha disminuït a 0.020, degut a que les infraestructures podrien actuar com a canal en situació d'avinguda.*

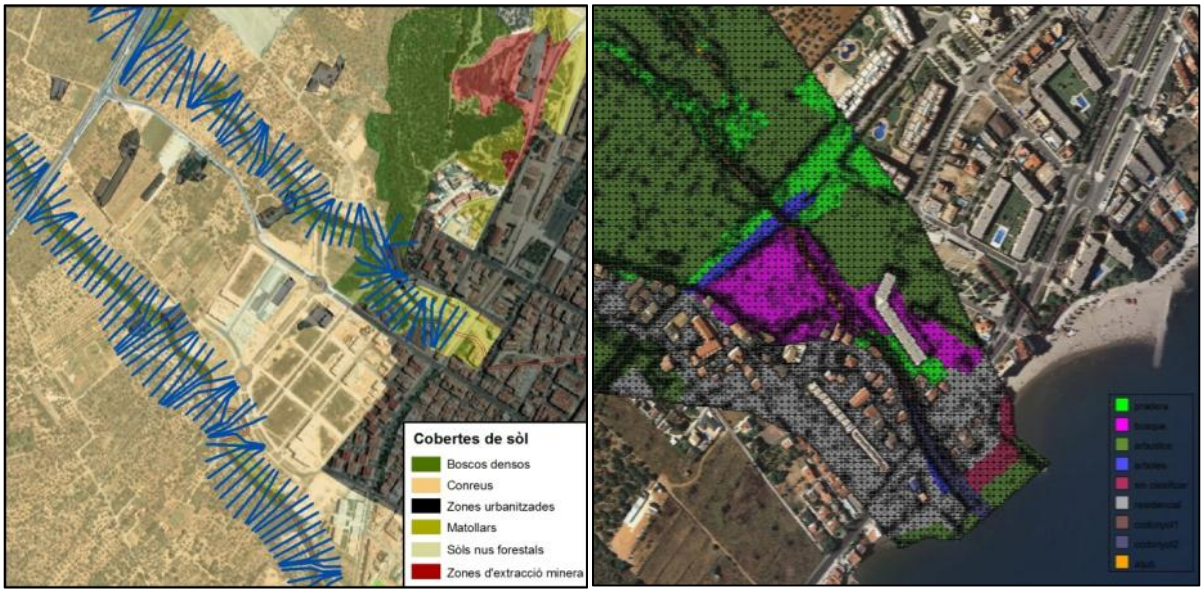


Figura 23. Exemple del mapa de cobertes de sòl en dues de les àrees d'estudi, barrancs dels Penjats i d'Aiguassera (parte esquerra) i barranc de Codonyol (part dreta).

A la zona de la llera s'ha seguit el protocol de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) per a estudis de detall mig, amb n multiparamètrica, basats en l'estudi "*Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains*" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

Es tenen en compte diferents paràmetres de la geometria de la llera i dels elements presents que puguin influir durant les avingudes.

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

on:

- n_b: valor de n per una llera recte, de seccions uniformes i materials naturals.
- n_1: factor de correcció per incorporar irregularitats de la superfície de la llera.

- n_2: factor de correcció per incorporar irregularitats en la forma i tamany de la secció transversal.
- n_3: factor de correcció per incorporar obstruccions al flux.
- n_4: factor de correcció per incorporar l'efecte de vegetació.
- m: factor de correcció per incorporar l'efecte de la sinuositat en planta (meandres) de la llera.

Les taules per a l'obtenció dels valors es mostren a l'annex 2.

Els valors calculats de coeficient de Manning de la llera dels torrents de les conques d'estudi, conca Sit, conca Solito, conca Penjats, conca Aiguassera, i conca Codonyol es mostren a continuació (veure fotografia de la llera de la Figura 24 a la Figura 29). Els valors dels paràmetres utilitzats i els seus resultats es mostren en la següent taula.

	torrent del Sit	barranc del Solito	barranc dels Penjats	barranc de l'Aiguassera	barranc de l'Aljub	barranc del Codonyol (tram 1)	barranc del Codonyol (tram 2)
nb	0.026	0.024	0.024	0.027	0.025	0.025	0.022
n1	0.006	0.005	0.007	0.006	0.007	0.006	0.001
n2	No cal incorporar n_2 ja que s'inclou al model en el coeficient d'expansió i contracció.						
n3	0.008	0.006	0.007	0.01	0.005	0.005	0.004
n4	0.01	0.01	0.02	0.02	0.025	0.024	0.011
m	1	1.05	1	1	1	1	1
Descripció	Llera força estreta, que alterna entre trams encaixats i trams de més profunditat, i trams on els marges de la primera terrassa presenten poca diferència de cota. Planes d'inundació molt planes. Poca vegetació a la llera.	Llera molt encaixada, de marges pronunciats i planes de pendents elevades fins a l'estructura del carrer de Sant Josep. Aigües avall, el seu traçat natural es veu alterat per la presència de camps de cultius. Poca vegetació a la llera.	La canal baixa circula molt encaixada al llarg de tot el recorregut, amb planes d'inundació de pendents variables, fent que els límits inundables es solapin pels tres cabals.	La llera es troba molt encaixada, fent que la inundació pels tres cabals no desbordi més enllà del canal principal. Els marges de la llera presenten certa irregularitat. Planes inundables gairebé inexistents.	Llera bastant ampla, però força encaixada. Planes d'inundació de pendents variables. Presència de vegetació abundant, on la llera i els vessants mostren certa irregularitat.	La llera baixa és força oberta, on els marges de la primera terrassa ascendeixen de forma suau i progressiva, afavorint el desbordament per tots els cabals. Planes d'inundació amples. Vegetació bastant abundant al canal principal.	Tram final del barranc, aigües avall de la confluència amb el carrer de la Granja. Llera molt ampla, i canalitzada fins la desembocadura al mar. Tram recte, regular, amb poca vegetació.
Pendent Mig	0.032	0.030	0.049	0.044	0.035	0.052	0.014
n	0.050	0.047	0.058	0.063	0.062	0.060	0.038

Taula 19. Paràmetres icoeficients de rugositat de Manning utilitzats.

Figura 24. Vista de la llera del torrent de Sit (d'aigües amunt, a aigües avall).

Figura 25. Vista de la llera del barranc del Solito (d'aigües amunt, a aigües avall).

Figura 26. Vista de la llera del barranc dels Penjats (d'aigües amunt, a aigües avall).

Figura 27. Vista de la llera del barranc d'Aiguassera (d'aigües amunt, a aigües avall).

Figura 28. Vista de la llera del barranc de l'Aljub (d'aigües amunt, a aigües avall).

Figura 29. Vista de la llera del barranc de Codonyol (d'aigües amunt, a aigües avall).

4.4 Tipus de modelització

Atenent les característiques geomorfològiques de la llera i especialment de la plana d'inundació, s'ha optat per realitzar una modelització unidimensional en règim permanent en els cursos del barranc dels Penjats i el barranc d'Aiguassera, i bidimensional en els cursos de les conques restants: torrent del Sit, barranc del Solito, i barrancs del Codonyol i l'Aljub, utilitzant els cabals màxims de l'hidrograma (veure Apartat 4.2).

4.4.1 Model unidimensional

L'entorn de simulació escollit és l'aplicació HEC RAS, del USACE, una agència estatal del govern dels Estats Units d'Amèrica. El model HEC RAS és un programa àmpliament utilitzat per la comunitat hidràulica, amb una gran experiència d'us i ben contrastat.

El model adopta els següents principis fonamentals:

- El principi de conservació de la massa estableix que la massa es conserva, és a dir, que no es crea ni es destrueix dins del sistema que s'analitza. La conservació de la massa en un sentit volumètric significa que el volum que passa per una determinada posició també passarà per un altra posició aigües avall, amb els canvis deguts a emmagatzematge, entrades i sortides dels tributaris, evaporació, etc. entre les dues posicions degudament avaluades.
- El principi de conservació de la quantitat de moviment (momentum) es deriva de la Segona Llei de Newton i estableix que la suma de forces aplicades en un volum de control sigui igual a la suma de la taxa de canvi del momentum emmagatzemat dins el volum de control més el flux de momentum a través de la seva superfície.

A més d'aquests dos principis fonamentals, el models fluvials també estan basats en les hipòtesis simplificatives següents:

- Flux gradualment variat. Els calats i les velocitats canvien gradualment en el curs del riu. Aquestes condicions permeten considerar una distribució hidrostàtica de pressions al ser les línies de corrent aproximadament paral·leles.
- Flux unidimensional. Les variacions de les característiques del flux en direccions diferents a la de l'eix del riu es menyspreen i un únic nivell representa la làmina d'aigua en cada secció transversal del riu perpendicular al flux.
- Pendents petits. El pendent ha de ser petit perquè la hipòtesi de distribució hidrostàtica es calcula mesurant el calat d'aigua verticalment.

- Llera fixa. La secció de flux no canvia de forma o rugositat durant la crescuda. Tot i que aquesta hipòtesi s'usa sovint, força corrents al·luvials poden canviar considerablement la forma de la llera i de les planes en episodis de crescuda.

4.4.2 Model bidimensional

La modelització bidimensional s'ha dut terme amb el programari IBER v1.5, desenvolupat conjuntament pel Centre d'Estudis Hidrogràfics del CEDEX; el grup d'investigació FLUMEN, de la E.T.S. d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona, de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC); el grup d'Enginyeria de l'Aigua i el Medi Ambient, GEAMA, de la Universitat de A Coruña (UDC); i el Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria, CIMNE, de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

El programari IBER és una eina de càlcul numèric, de flux d'aigua en làmina lliure i règim variable, que ha estat desenvolupat per dur a terme estudis hidrodinàmics en geometries irregulars, que integra les aproximacions en dues dimensions amb diferents possibilitats de connexió entre dominis.

IBER utilitza esquemes numèrics d'alta resolució, que permeten el càlcul de fluxos discontinus i que permet treballar en dues dimensions, amb malles de càlcul irregulars no estructurades, formades per quadrilàters i/o triangles.

També implementa mecanismes per a considerar el mullat i assecat del domini en estudi, així com la rugositat del terreny variable en l'espai i en funció de les característiques del flux.

4.5 Condicions de contorn

Aigües amunt s'han establert, d'una banda, els cabals que corresponen a l'inici del tram, resumits en la Taula 16, sent pel cas unidimensional dels barrancs dels Penjats i d'Aiguassera el cabal màxim, i pel cursos restants, cas bidimensional, l'hidrograma corresponent a cada període de retorn.

D'altra banda, es considera la condició de calat crític aigües amunt en tots els cursos. Pel cas unidimensional, barranc dels Penjats i d'Aiguassera, s'ha valorat les dues condicions possibles, de calat crític i calat normal, aplicant-se finalment la condició més desfavorable en cada cas. Cal comentar que la diferència en els calats resultants respecte considerar calat normal no influeix més enllà de les primeres seccions de cada tram, sent aquestes diferències inferiors als 10 cm en capçalera.

Pel cas dels cursos bidimensionals es considera igualment la condició de calat crític/subcrític aigües amunt, donat que es tracta de cursos que presenten baixes pendents a l'inici dels trams d'estudi.

Aigües avall, en el torrent del Sit i barranc del Solito, modelitzats bidimensionalment, s'ha imposat la condició de calat crític/supercrític, donada, en primer lloc, per la presència de la sèquia natural, que es troba a menor cota, afavorint un canvi brusc, i en segon lloc, per la presència del terraplè de la carretera, que podria actuar com a obstacle a l'avanç del flux.

En el barranc del Codonyol, modelitzat bidimensionalment, s'imposa la condició de nivell del mar a 1.50 metres, per tots els períodes de retorn (10, 100 i 500 anys).

En els cursos que desemboquen al mar, les condicions de partida del model venen determinades per la presència del mar. Les dades s'han obtingut prenent com a referència l'estudi PEF del Francolí (Planificació de l'Espai Fluvial de la conca del Francolí), ja que s'ha considerat els valors adients per proximitat entre conques d'estudi, així com per similitud en quant a la orografia i geomorfologia entre conques. Es tracta de conques litorals de característiques similars, conques relativament petites, i forts desnivells en curtes distàncies, on esdeveniments de crescudes de riu extremes amb esdeveniments extrems de nivell mar podrien coincidir. Tot i la proximitat de la zona d'estudi en el present informe amb l'àmbit del Delta de l'Ebre (estudiat dins el PEFCAT del Baix Ebre i Delta de l'Ebre), no s'han tingut en compte les condicions aplicades durant la realització de la modelització del delta, ja que es tracta d'una conca de característiques particulars, d'una superfície molt extensa i molt plana, on els esdeveniments extrems podrien no donar-se de forma simultània.

Finalment, en el cas dels torrents modelitzats unidimensionalment, pel barranc dels Penjats s'imposa la condició de calat crític, donada l'inici de la canalització soterrada, mentre que pel barranc de l'Aiguassera no té incidència, ja que el règim predominant en la part final és el ràpid.

El càlcul hidràulic mitjançant l'HECRAS és en règim mixte subcrític-supercrític i amb el mètode de recerca de múltiples profunditats crítiques.

En la següent taula es mostra un resum de les condicions exposades anteriorment:

	Condició de contorn	
Curs	Aigües amunt	Aigües avall
Torrent del Sit	Calat Crític/Subcrític	Calat Crític/Supercrític
Barranc del Solito	Calat Crític/Subcrític	Calat Crític/Supercrític
Barranc dels Penjats	Calat crític	Calat crític
Barranc d'Aiguassera	Calat crític	Calat crític
Barranc de l'Aljub	Calat Crític/Subcrític	Confluència amb el barranc del Codonyol
Barranc del Codonyol	Calat Crític/Subcrític	Nivell del mar: 1.5 m

Taula 20. Condicions de contorn.

4.6 Estructures

S'ha localitzat un total de 19 estructures hidràuliques en els trams dels torrents objecte d'estudi, les quals s'han tingut en compte en la modelització hidràulica, corresponents a: cinc en el torrent del Sit, vuit en el barranc del Solito, dues en el barranc dels Penjats, una en el barranc d'Aiguassera, una en el barranc de l'Aljub, i dues en el barranc del Codonyol.

En la següent figura es mostra la localització d'aquestes estructures les quals s'han tingut en compte en les modelitzacions, incorporant-se en els models hidràulics (ja que poden actuar com una obstrucció al flux). A la Taula 21 es descriu la seva localització més detallada, diferenciant per subconques i torrents.

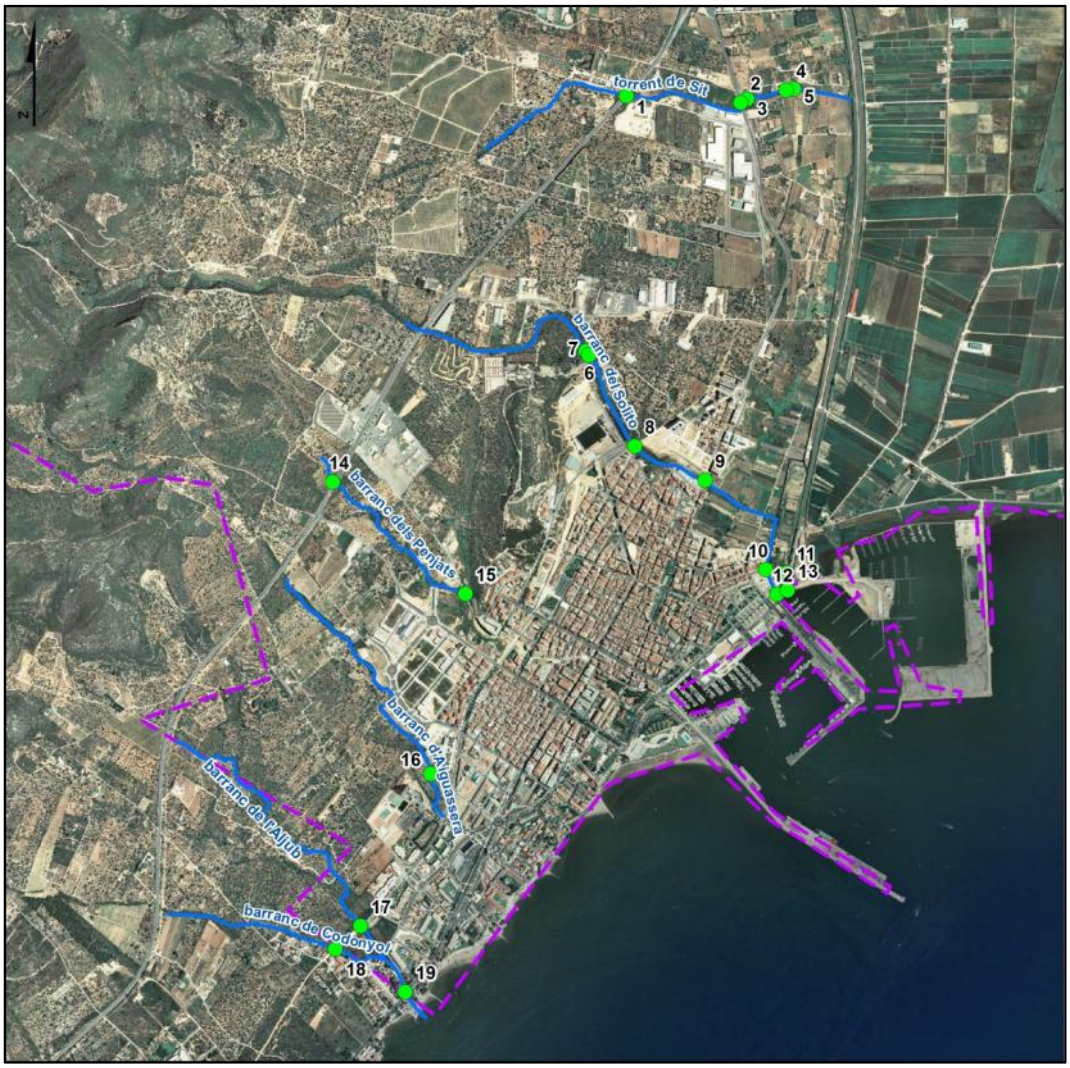


Figura 30. Localització de les estructures incorporades en el model hidràulic.

Donat l'elevat nombre d'estructures dins l'àmbit d'estudi, en la figura anterior s'han enumerat correlativament des d'aigües amunt a aigües avall per cada curs, i en la següent taula es descriu breument la localització d'aquelles estructures incorporades en la modelització hidràulica.

Conca	Riu	Núm. Estructura	Localització
Conca Sit	torrent del Sit	1	Pont a l'encreuament del torrent amb la carretera N-340, en els voltants de Montsià Verd, SA
		2	Gual a l'encreuament del torrent amb la carretera N-340a, en les proximitats del Polígon Industrial del Rajolar
		3	Pont aigües avall del Polígon Industrial del Rajolar, en un camí veïnal

Conca	Riu	Núm. Estructura	Localització
		4	Pont a mig camí entre la carretera N-340a i el canal de navegació
		5	Pont a mig camí entre la carretera N-340a i el canal de navegació
Conca Solito	barranc del Solito	6	Gual entre el cementiri de Sant Carles de la Ràpita i la zona esportiva
		7	Pont de l'antiga carretera, prolongació del carrer Sagrat Cor, que deriva al camí de Matarredona
		8	Pont a l'altura de la zona esportiva, en el carrer de Jaume Pere Pons
		9	Pont del carrer de Sant Josep
		10	Pont del carrer del Bisbe Aznar, sobre la sèquia
		11	Pont sobre la carretera de Villafranco
		12	Pont de l'Avinguda dels Alfacs, sobre la sèquia, punt de sortida al mar
		13	Pont de l'Avinguda dels Alfacs, sobre la sèquia, punt de sortida al mar
Conca Penjats	barranc dels Penjats	14	Pont de la carretera N-340
		15	Pont del camí de la Guardiola, aigües amunt de la Deixalleria de Sant Carles de la Ràpita
Conca Aiguassera	barranc d'Aiguassera	16	Pont del carrer de Rosselló, entre la zona de l'Espanyol i la zona de los Hortets
Conca Codonyol	barranc de l'Aljub	17	Pont sobre l'Avinguda de Codonyol
	barranc del Codonyol	18	Gual sota la prolongació de l'Avinguda de Codonyol, aigües amunt de la urbanització de la Pau
		19	Pont sobre la carretera N-340a, aigües amunt de la desembocadura a mar en la platja del Suís

Taula 21. Localització de les estructures en l'àmbit d'estudi.

4.6.1 Estructures hidràuliques incorporades en la modelització hidràulica

De la Figura 31 a la Figura 49 es mostren les fotografies de les estructures localitzades, presentades per cada torrent de capçalera a desembocadura, la secció d'aigües amunt i aigües avall, en els casos de les estructures on l'accés ho ha facilitat, o bé on és significatiu les diferències entre ambdues seccions, o alguna de les dues seccions, en els casos restants.

Figura 31. Pont del torrent del Sit, vista d'aigües avall (Punt 1).

Figura 32. Gual del torrent del Sit (Punt 2).

Figura 33. Pont del torrent del Sit, vista d'aigües avall (Punt 3).

Figura 34. Pont del torrent del Sit, vista d'aigües avall (Punt 4).

Figura 35. Pont del torrent del Sit, vista d'aigües amunt (Punt 5).

Figura 36. Pont del barranc del Solito (Punt 6).

Figura 37. Pont del barranc del Solito, vista d'aigües amunt (Punt 7).

Figura 38. Pont del barranc del Solito (Punt 8).

Figura 39. Pont del barranc del Solito (Punt 9).

Figura 40. Pont del barranc del Solito (Punt 10).

Figura 41. Pont del barranc del Solito (Punt 11).

Figura 42. Pont del barranc del Solito (Punt 12).

Figura 43. Pont del barranc del Solito, vista d'aigües amunt (Punt 13).

Figura 44. Pont del barranc dels Penjats, vista d'aigües avall (Punt 14).

Figura 45. Pont del barranc dels Penjats, vista d'aigües avall (Punt 15).

Figura 46. Pont del barranc d'Aiguassera (Punt 16).

Figura 47. Pont del barranc de l'Aljub, vista d'aigües avall (Punt 17).

Figura 48. Gual del barranc del Codonyol, vista d'aigües amunt (Punt 18).

Figura 49. Pont del barranc del Codonyol (Punt 19).

4.6.2 Canalitzacions soterrades

Tal i com s'especifica a l'inici d'aquest informe (veure Apartat 1.3), fora l'àmbit objecte del present estudi existeixen canalitzacions soterrades en els barrancs dels Penjats i d'Aiguassera, en els trams baixos i finals d'aquests torrents, al seu pas per zona urbana consolidada de Sant Carles de la Ràpita (aigües avall de l'Avinguda de Codonyol).

En el cas del barranc dels Penjats, en base a la informació facilitada per l'Ajuntament, referent al Projecte de Canalització del tram inicial d'aquest barranc, així com l'informe tècnic facilitat per l'ACA, corresponent a l'autorització d'obres en zona de DPH pel cobriment de la llera (veure Annex 5), el tram que transcorre per zona urbana presenta una geometria variable, amb un tram al descobert, fent que les capacitats siguin també variables.

En el cas del barranc d'Aiguassera, i en base a les dades obtingudes i els càlculs efectuats, l'estructura presentaria capacitat suficient pel T=500 anys. En la Figura 55 es mostra una imatge de la boca d'entrada i sortida de la canalització.

En la següent figura es mostra la localització d'aquestes canalitzacions soterrades valorades en la realització d'aquest estudi, i a continuació s'exposa una breu descripció sobre les característiques dels diferents trams i endegaments.

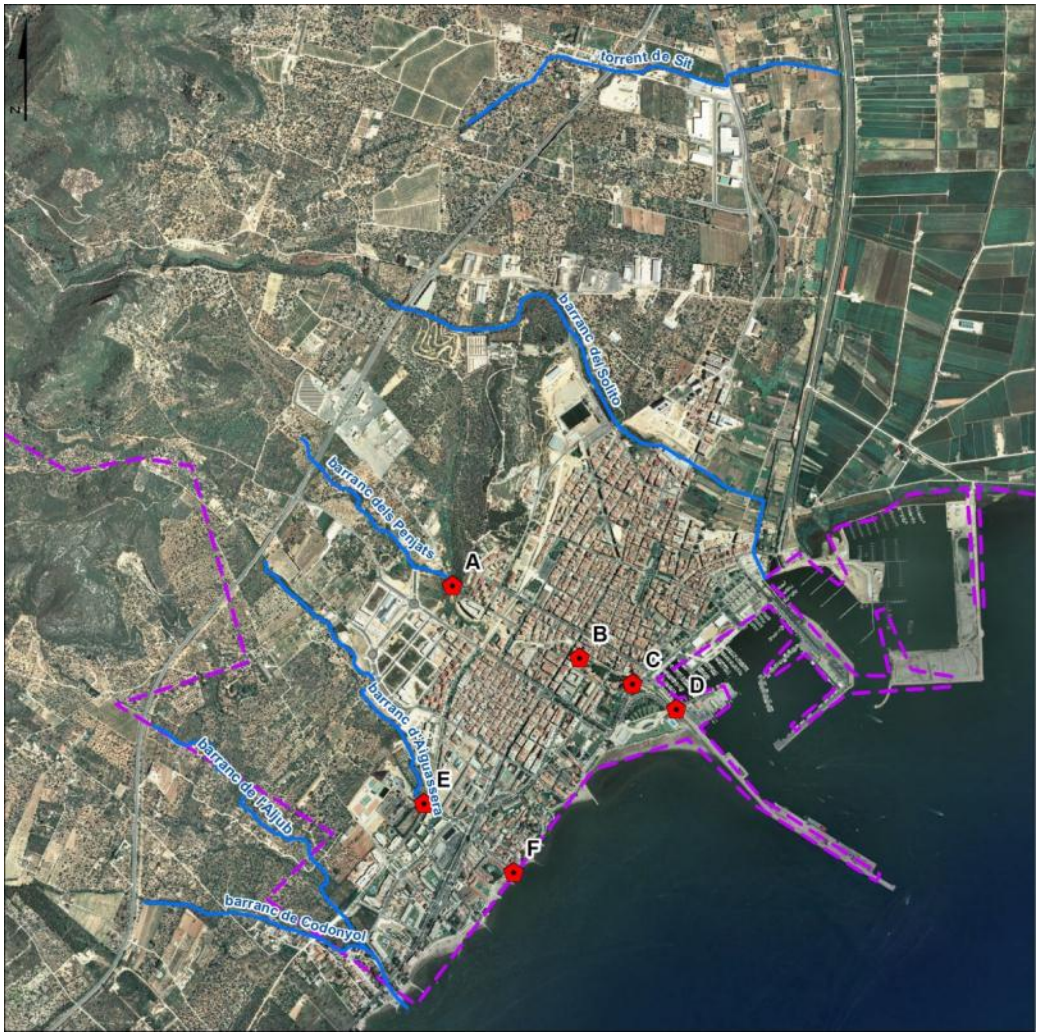


Figura 50. Localització de les canalitzacions valorades en l'estudi, entrada i sortida.

En el cas del **barranc dels Penjats**, cal diferenciar tres trams. En el primer tram, el torrent queda canalitzat un cop passat el pont del camí de la Guardiola, aigües avall de la Deixalleria de Sant Carles de la Ràpita. En aquest primer tram, la canalització presenta seccions de geometria variable. En la següent figura es mostra la geometria en la boca d'entrada a la canalització, amb un calaix de dimensions 2.5 m d'amplada per 3 m d'altura.

Figura 51. Entrada canalització del barranc dels Penjats, aigües avall de l'encreuament del curs amb el camí de la Guardiola (Punt A).

En la següent figura es mostra la boca de sortida de la canalització abans esmentada, que, tal i com es pot observar, presenta dimensions diferents respecte el tram d'entrada. El calaix de sortida té unes dimensions de 6 m d'ample per 6.5 m d'altura, mentre que la secció d'arc de volta és de 2 m d'ample per 2 m d'altura, sent l'altura brancal de 1.45 m.

Figura 52. Sortida canalització del barranc dels Penjats, a l'altura del carrer de Sant Isidre (Punt B).

Aigües avall, en el segon tram, el barranc dels Penjats queda de nou al descobert, entre els carrers de Sant Isidre i el Passeig Marítim. En aquest tram el barranc dels Penjats transcorre igualment força encaixat, on s'hi localitza una altra estructura, un pont a la part mitja d'aquest tram.

Figura 53. Barranc dels Penjats, aigües avall del carrer de Sant Isidre, tram descobert.

Finalment, en el tercer tram, que transcorre entre el Passeig Marítim i la seva sortida a l'altura de la piscina municipal, aquest barranc es troba de nou canalitzat mitjançant soterrament. L'entrada i la sortida es mostren en les següents imatges, sent les dimensions de 3 m per 1.5 m d'altura a l'entrada, i de 3.40 m per 1.50 m a la sortida.

Figura 54. Barranc dels Penjats, entrada i sortida de la canalització soterrada que travessa el parc de Garbí (Punt C, figura superior; Punt D, figura inferior).

Segons l'informe tècnic facilitat per l'ACA corresponent a l'autorització d'obres del barranc dels Penjats al TM de Sant Carles de la Ràpita, que s'adjunta en l'Annex 5 (Expedient UDPH2006006020) les primeres seccions del primer tram canalitzat, abans descrit, presentarien capacitat pel període de retorn de T=500 anys.

Respecte al barranc d'Aiguassera, el torrent transcorre al descobert fins arribar al nucli urbà, quedant soterrat aigües avall de l'Avinguda Codonyol fins la seva desembocadura al mar, per sota el carrer de l'Aiguassera. En les següents imatges es mostra l'entrada i la sortida de la canalització, la qual presenta un calaix de dimensions de 2.5x6 m, presentant una capacitat suficient pel període de retorn de T=500 anys (veure Annex 6. Càlcul de capacitats).

Figura 55. Barranc d'Aiguassera, entrada i sortida de la canalització (Punt E, figura superior, Punt F, figura inferior).

4.7 Geometria de càlcul

4.7.1 Model unidimensional

La geometria de les lleres, amb el programari unidimensional, es caracteritza per un conjunt de seccions transversals de la llera principal i la plana d'inundació aproximadament perpendiculars a la direcció del flux. El nombre de seccions necessàries depèn de consideracions físiques i matemàtiques. Les seccions s'han extret a partir dels models digitals del terreny disponibles.

Aquestes seccions han de ser prou properes com per reproduir qualsevol variació significativa en la geometria de la llera de manera que la hipòtesi de linealitat dels paràmetres entre seccions que estableix l'algoritme de resolució sigui vàlida. D'altra banda, el fet de tractar-se d'un model discret imposa limitacions de modelització - el nivell d'aigua és horitzontal al llarg de les seccions transversals - que fa redundants les seccions si l'espaiament és molt petit.

Les seccions de càlcul cobreixen el barranc dels Penjats en una longitud de 0.9 km i el barranc d'Aiguassera en una longitud de 1.3 km.

La següent figura mostra la distribució en planta de les seccions de càlcul, mostrant com a exemple els cursos estudiats unidimensionalment en aquest estudi.

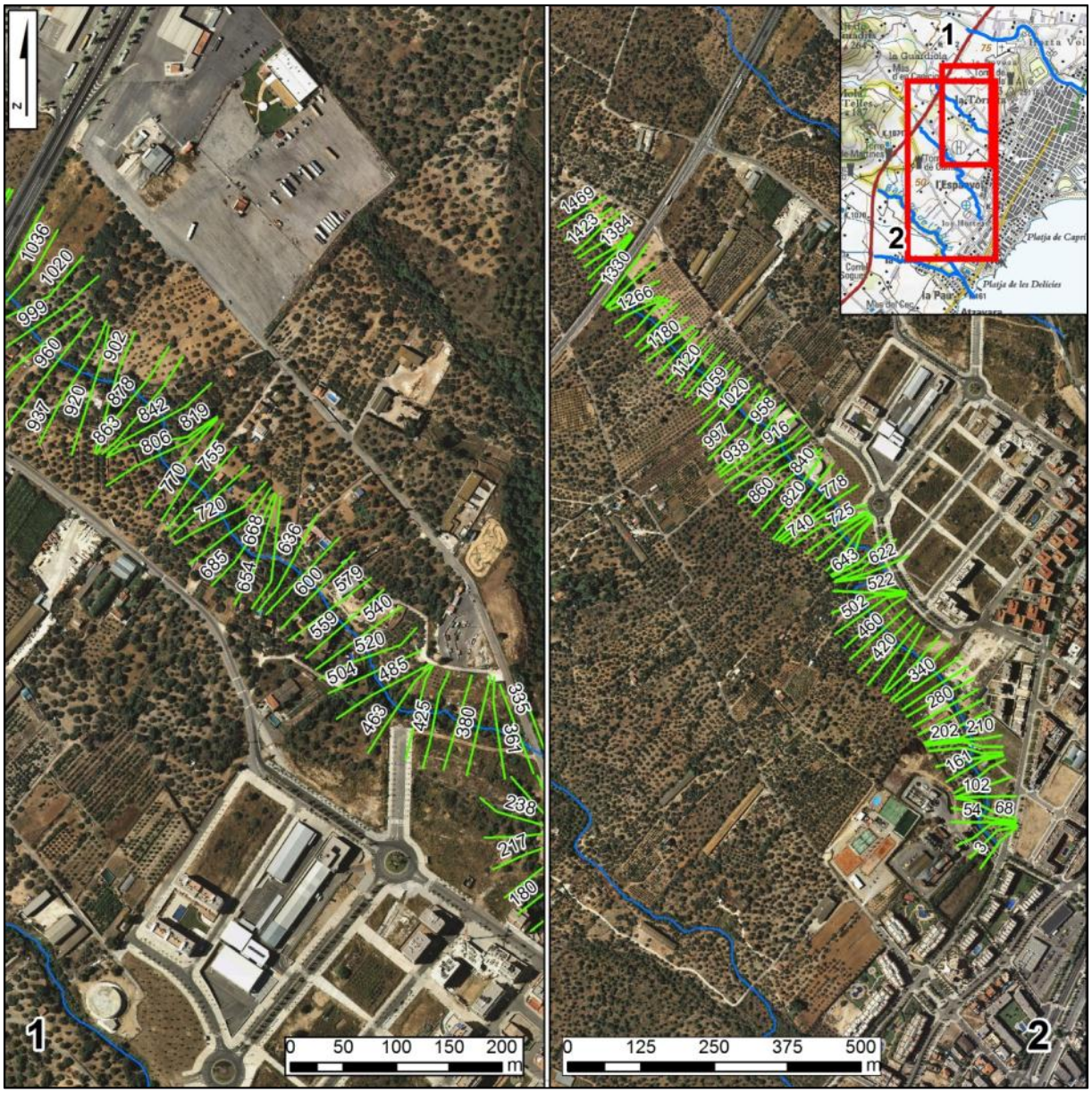


Figura 56. Exemple de la posició en planta de les seccions en el barranc del Penjats (figura esquerra) i el barranc d'Aiguassera (figura dreta).

4.7.2 **Model bidimensional**

Per als models bidimensionals de la conca del Sit, conca del Solito i conca del Codonyol, la zona de dispersió dels cabals es cobreix amb una malla de càlcul. Per tal de poder establir la resolució necessària, s'ha realitzat diverses iteracions, per tal d'ajustar el domini de càlcul a l'esmentada zona de dispersió.

La malla de càlcul es construeix a partir del model digital del terreny, emprant malles no estructurades amb el criteri d'assignació de grandàries per error cordal. En quant a les característiques de la malla, al torrent del Sit i el barranc del Solito s'imposa un màxim error cordal relatiu d'un 10% i absolut de 0.15 m i una grandària mínima dels elements de 1 m, per

tots els períodes de retorn. Referent als barrancs del Codonyol i l'Aljub, pels períodes de retorn de T10 i T100 anys s'aplica un màxim error cordal relatiu d'un 10% i absolut de 0.20 m i una grandària mínima dels elements de 1.5 m, mentre que pel període de retorn de T500 anys s'aplica un màxima error cordal relatiu d'un 10% i absolut de 0.15 i una grandària mínima dels elements de 1 m.

En les següents taules s'exposa les característiques de la malla per cada àmbit d'estudi, corresponent a la quantitat de triangles i nodes per a cadascuna d'elles. Alhora, també es mostra una figura d'un tram de cada àmbit d'estudi, observant-se una major densitat al pas per la zona edificada, en els trajectes de les infraestructures i en els rases entre camps de cultius.

Torrent del Sit:

Model	Superfície del domini (Ha)	Nombre d'elements	Nombre de nodes
Q_10	126	318451	164765
Q_100	126	318451	164765
Q_500	126	318451	164765

Figura 57. Torrent del Sit. Malla de càlcul per tots els períodes de retorn.

Barranc del Solito:

Model	Superfície del domini (Ha)	Nombre d'elements	Nombre de nodes
Q_10	67	154127	84196
Q_100	67	154127	84196
Q_500	67	154127	84196

Figura 58. Barranc del Solito. Malla de càlcul per tots els períodes d'e retorn.

Barranc del Codonyol i l'Aljub:

Model	Superfície del domini (Ha)	Nombre d'elements	Nombre de nodes
Q_10	57	94587	49444
Q_100	57	94587	49444
Q_500	57	191412	99670

Figura 59. Barranc del Codonyol. Malla de càlcul pel període de retorn de T=10 anys.

Com s'observa en les diferents figures mostrades, Figura 57 a la Figura 59, en l'elaboració de la malla s'ha tingut en compte les edificacions existents, mitjançant la seva extracció de la malla de càlcul, ja que es consideren com un volum impermeable.

5 Representació de resultats

5.1 Aspectes generals

L'extensió de les zones inundables i els calats d'inundació de l'àmbit del Delta de l'Ebre utilitzats en aquest estudi, coincideixen amb els obtinguts en el projecte PEFCAT Baix Ebre i Delta de l'Ebre (2010), dins el conveni de col·laboració ACA-ICC. Les cobertures finals corresponents a la zonificació de l'àmbit del PEFCAT es poden consultar en la pàgina web de l'ACA.

Al torrent del Sit, barranc del Solito i barrancs del Codonyol i l'Aljub els resultats s'han obtingut a partir d'una modelització bidimensional, amb el programari IBER.

Als barrancs dels Penjats i d'Aiguassera els resultats s'han obtingut a partir d'una modelització unidimensional, amb el programari HECRAS.

Per tots els cursos d'estudi, torrent del Sit, barranc del Solito, barranc dels Penjats, barranc d'Aiguassera, barranc del Codonyol i barranc de l'Aljub s'obtenen malles en format ràster amb els valors de calats i cotes d'inundació per als períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys. Per al període de retorn de 500 anys, cal afegir la informació de velocitats del flux per tal d'obtenir les perillositats associades.

Aquests resultats de calats (Y) i velocitats (V), s'han processat per tal d'obtenir els mapes de perillositat per al període de retorn de 500 anys i els límits inundables corresponents pels períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys.

Per l'obtenció de les cobertures finals s'ha utilitzat la metodologia definida per l'Agència Catalana de l'Aigua, en la qual es defineixen tres categories de perillositat: lleu, moderada i greu:

- Perillositat lleu ➔ $Y < 0.4$ m i $V < 0.4$ m/s ó $Y \times V < 0.08$ m²/s
- Perillositat moderada ➔ $Y \geq 0.4$ m i $V \geq 0.4$ m/s ó $Y \times V \geq 0.08$ m²/s
- Perillositat greu ➔ $Y \geq 1$ m i $V \geq 1$ m/s ó $Y \times V \geq 0.5$ m²/s

En els àmbits modelats a partir d'una modelització bidimensional, torrent del Sit, barranc del Solito, i barrancs del Codonyol i l'Aljub els resultats han estat processats filtrant els calats menors als 10 cm, per tal d'evitar zones inundables que semblaven excessivament àmplies, i que en molts casos es troben inconnexes. No obstant, aquest filtrat és assumible, degut a

que 10 cm correspon, en el cas més favorable, a un 50% de la precisió en altimetria del model digital del terreny.

Cal tenir en compte que es tracta de zones on s'assoleixen volums d'aigua poc significatius, i que, per tant, haurien de ser recollits pels sistemes de drenatge existents, principalment en les zones urbanes.

5.2 Observacions

- El Model Digital del Terreny (MDT) disponible de l'Institut cartogràfic de Catalunya, està processat amb l'objectiu d'eliminar les edificacions.
  Referent als torrents que s'han modelitzat en 1D, en les zones on la presència d'edificacions podria tenir una influència directa sobre la potencial zona inundable, aquestes edificacions es tracten com a obstruccions en el model hidràulic. En les zones on el traçat del curs no es veu directament afectat per les edificacions, la trama urbana s'ha considerant amb un coeficient de rugositat elevat, corresponent a zones urbanitzades (segons el mapa de cobertes del sòl de Catalunya, del CREAF).
  Referent als torrents que s'han modelitzat en 2D, en l'elaboració de la malla s'ha tingut en compte les edificacions presents en l'àmbit d'estudi, sent extretes del model digital del terreny original, per tal de representar amb la màxima exactitud l'efecte dels edificis en la modelització. En aquestes zones es considera una coeficient de rugositat adequat segons les característiques dels voltants de les edificacions.

  Els edificis actuen com un obstacle al pas del flux, mentre que els carrers i grans avingudes actuen com una via d'escapament del flux. Tanmateix, dins zona urbana les edificacions es poden veure igualment afectades, en diferents graus, en funció de les variacions de la cota de la làmina d'aigua. En la representació final dels resultats, mitjançant els plànols de delimitació dels límits inundables i de perillositat, en les cobertures finals s'extreuen les edificacions, donada la seva alçada, de l'àmbit afectat per la inundació, per tal de mostrar d'una forma més real l'avanç de la inundació sobre el terreny. S'ha de tenir en compte, però, que les edificacions es poden veure també afectades en funció dels calats assolits en els carrers que les envolten, encara que no arribin a veure's completament cobertes per la làmina d'aigua.

- Referent als barrancs del Codonyol i l'Aljub, s'ha dut a terme inicialment una modelització preliminar unidimensional amb el programari Hecras. Tanmateix, un cop realitzat el treball de camp, i en base a la orografia del terreny, s'ha aplicat una

modelització bidimensional, donat que principalment en el barranc del Codonyol es detecta una manca de capacitat de la llera, així com una manca de cota entre el canal principal i la terrassa baixa, afavorint desbordaments significatius.

- En la modelització 2D, com ponts o desguassos, s'han modelitzat indirectament, deixant per al pas d'aigua l'espai lliure entre els terraplens d'aproximació a l'estructura. En algunes d'aquestes estructures els terraplens són recollits pel model digital del terreny, tal i com es mostra en la següent figura.

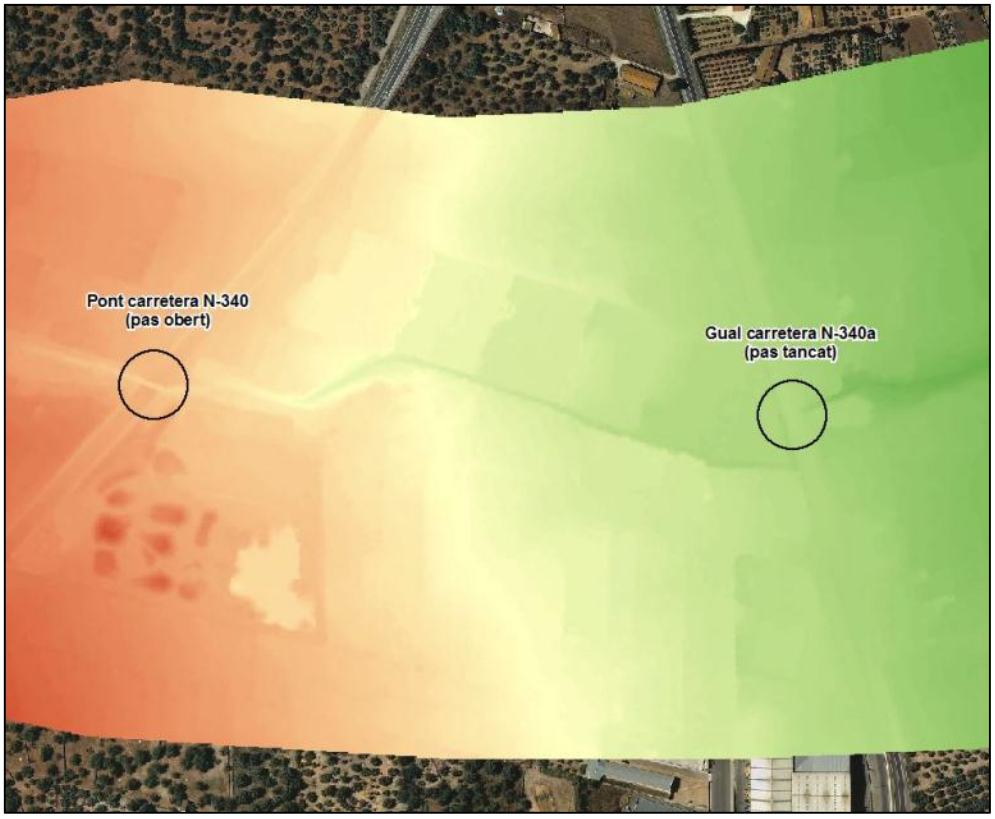


Figura 60. MDT i terraplens de les estructures en el barranc del Solito.

En aquelles estructures incorporades pel MDT, es modifica el model del terreny en tota la longitud de l'estructura, amb una grandària de píxel que sigui coherent amb el pas que la malla permet, intentant aproximar-se el màxim possible a la realitat.

Conseqüentment, pel cas de la modelització 2D la capacitat de les estructures es determina comparant el nivell màxim de la làmina d'aigua amb la cota de la clau de l'estructura.

Tal i com es mostra en la figura anterior, l'obertura del gual no es recull en el model digital del terreny actual de 1x1, i per tant, es modifica el DTM creant una obertura d'amplitud i cota

similar a la real, segons les mesures preses en el treball de camp. En la següent figura es mostra el MDT modificat.

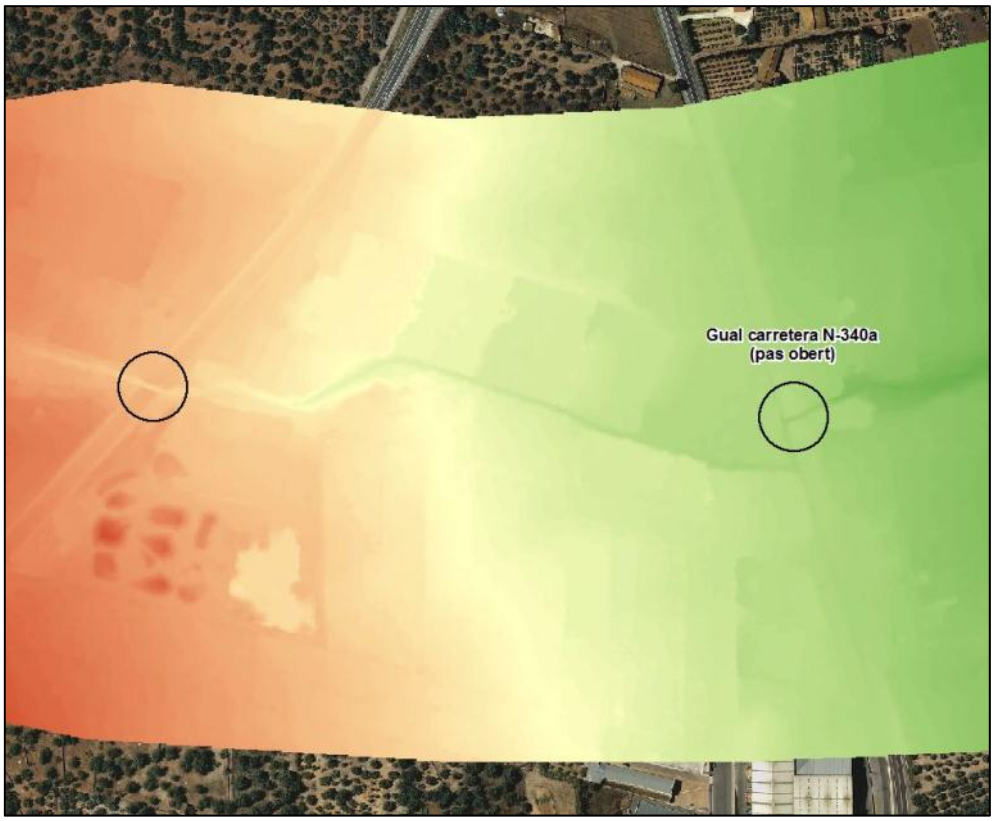


Figura 61. MDT modificat, obertura del gual segons amplitud mesurada a camp.

- La continuïtat dels polígons dels límits inundables en l'àmbit de les estructures ve definida per les característiques del model digital del terreny, en quant a si aquestes estructures es troben reflectides en el MDT, entenent com a reflectides que el MDT incorpori les cotes de la base del taulell de l'estructura.

- Cal tenir en compte que els resultats obtinguts s'extreuen en base a unes hipòtesis de càlcul determinades, que en cas de ser modificades, podrien fer variar els resultats finals.

- La documentació completa referent a aquest estudi s'annexa en format digital mitjançant CD o suport digital, que es lliura conjuntament amb el document imprès, el qual engloba els següents arxius: memòria, annexes i plànols, la informació obtinguda a camp, els models hidrològic i hidràulic, així com els arxius preliminars generats al llarg de l'estudi. Alhora també s'enumera la informació cartogràfica utilitzada durant la realització de l'estudi.

5.3 Resultats

5.3.1 Resultats de la modelització

Tal i com s'ha comentat en apartats anteriors, de la combinació de la informació de calats i velocitats, per a les modelitzacions unidimensionals, s'obtenen tant els límits inundables (veure Figura 62) per a cada període de retorn, com els mapes de perillositat per al període de retorn T= 500 anys (veure Figura 63).

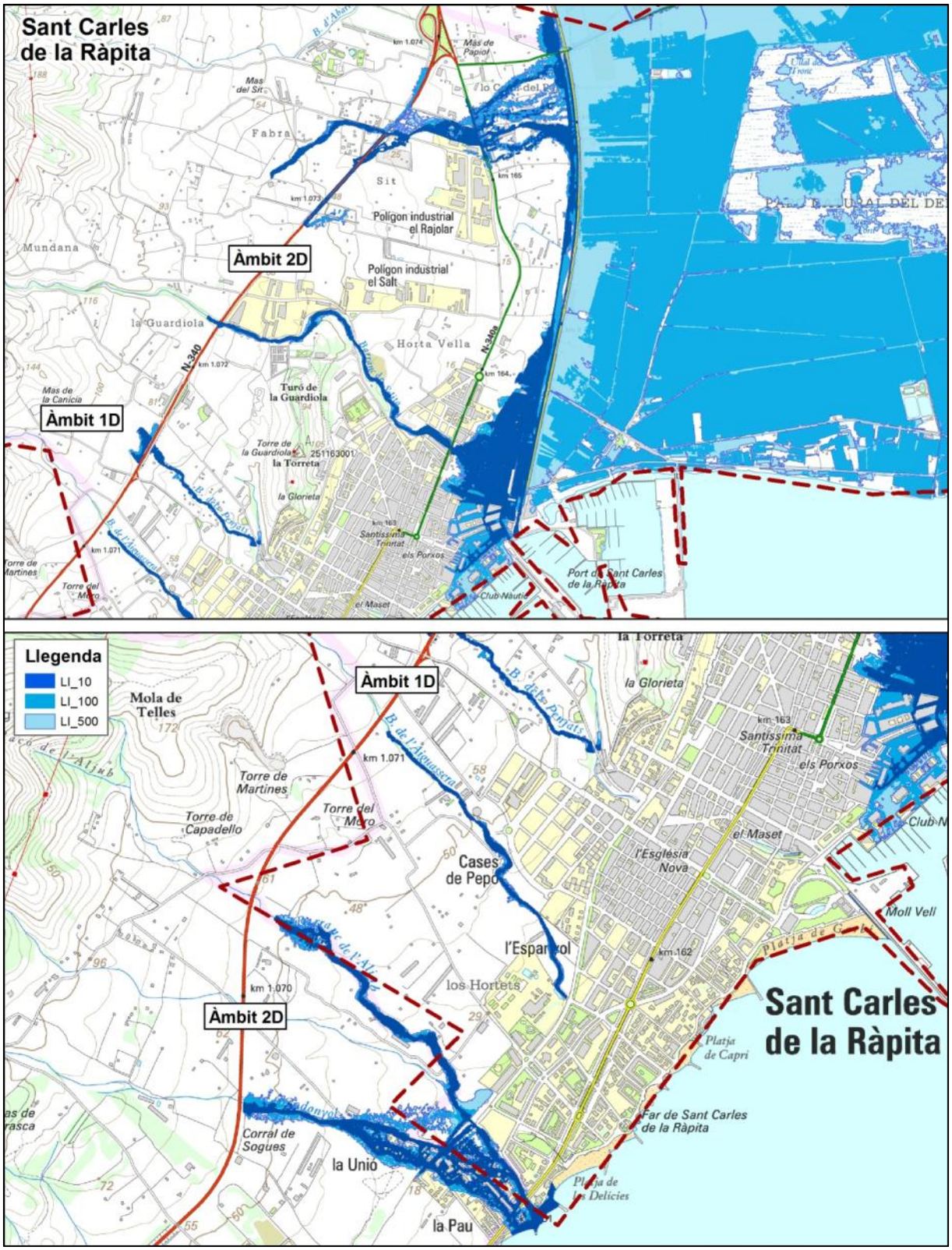


Figura 62. Esquema del mapa de zones inundables del municipi de Sant Carles de la Ràpit, referents als àmbits considerats en el present estudi.

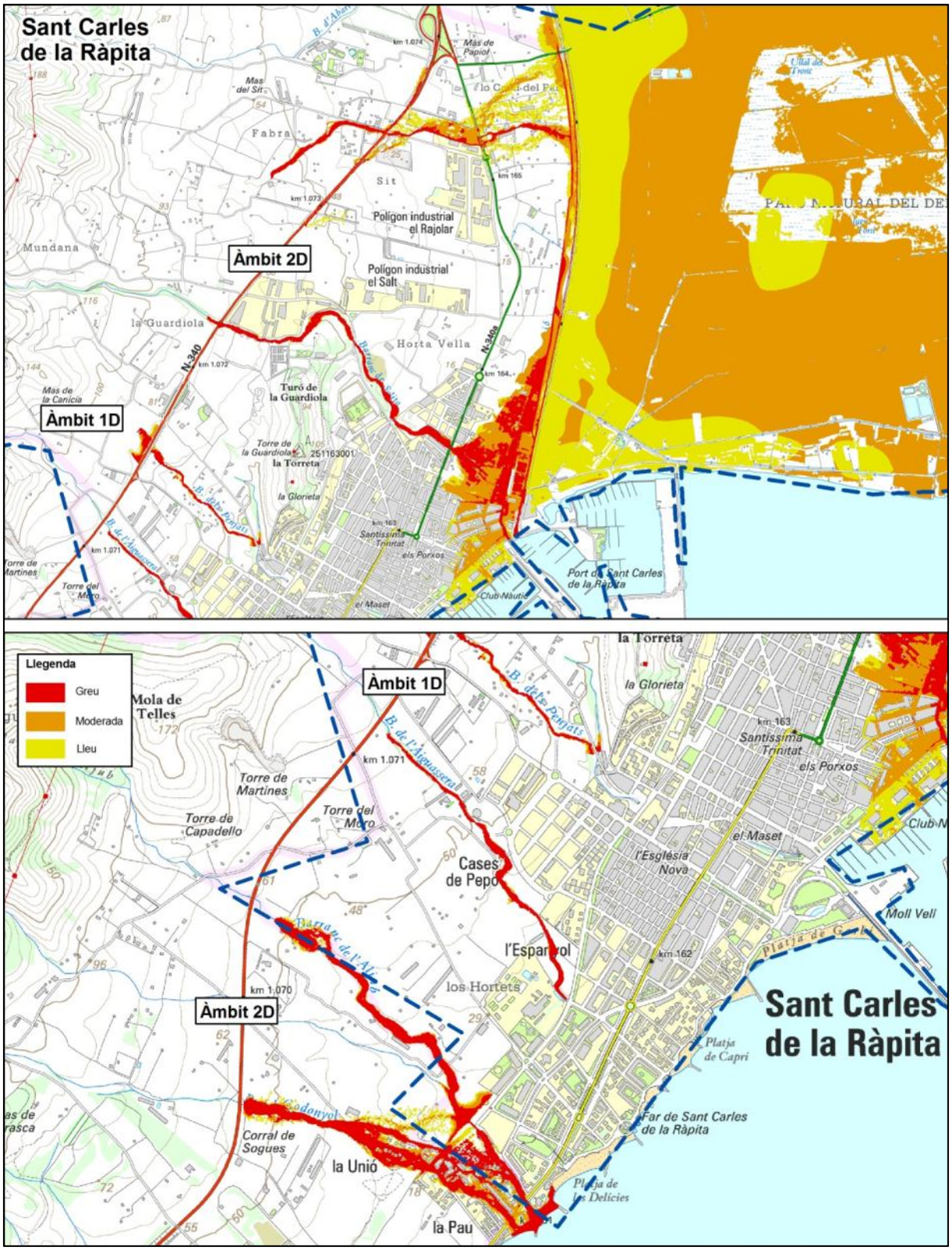


Figura 63. Esquema del mapa de perillositat de Sant Carles de la Ràpita, pel cabal associat al període de retorn de 500 anys, referents als àmbits considerats en el present estudi.

5.3.2 Resultats del model hidràulic unidimensional

De la Figura 64 a la Figura 65 es mostren els perfils dels cursos fluvials de l'estudi unidimensional: barranc d'Aiguassera i dels Penjats.

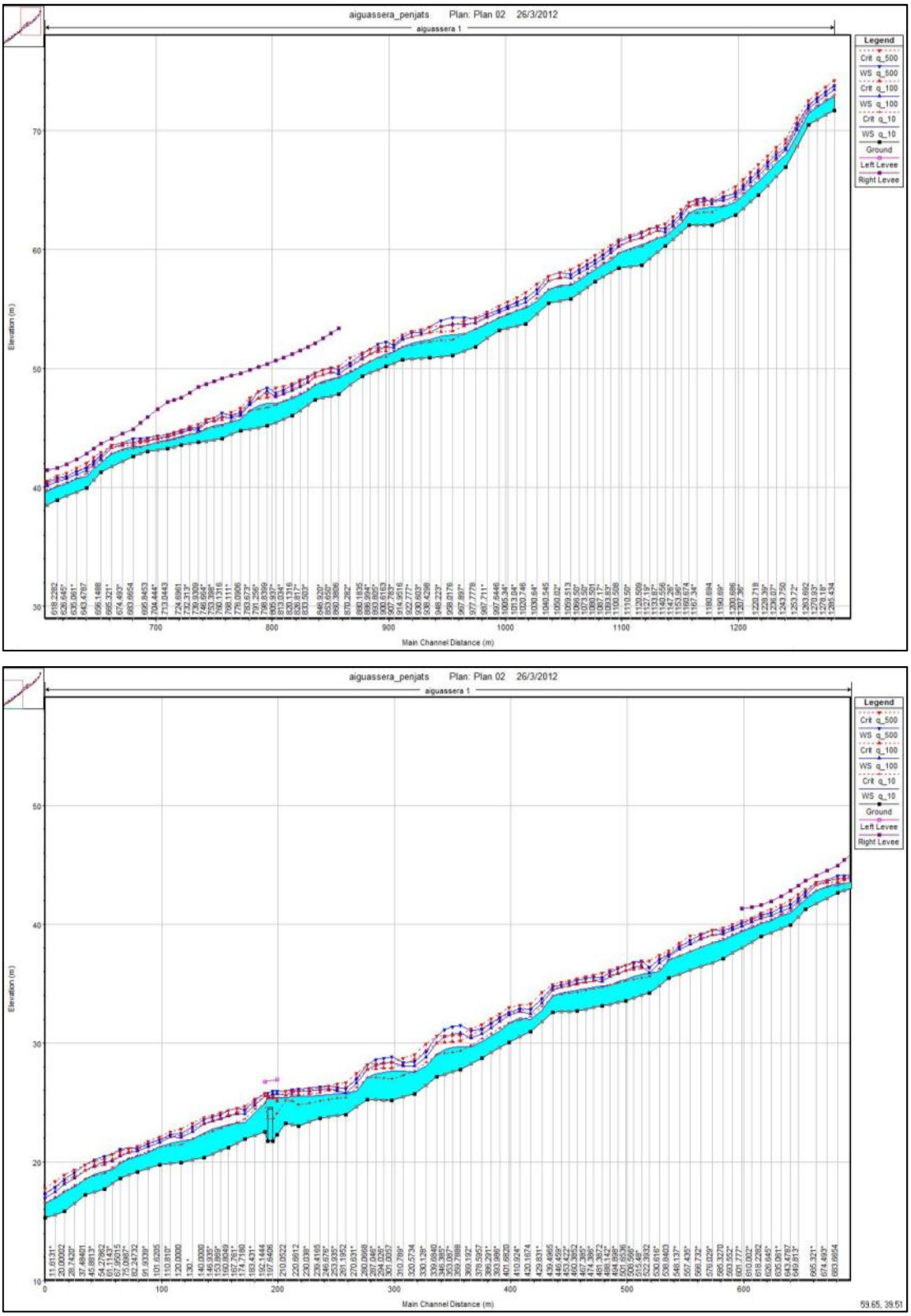


Figura 64. Perfil longitudinal del barranc d'Aiguassera (dividit en dos trams, meitat superior i meitat inferior).

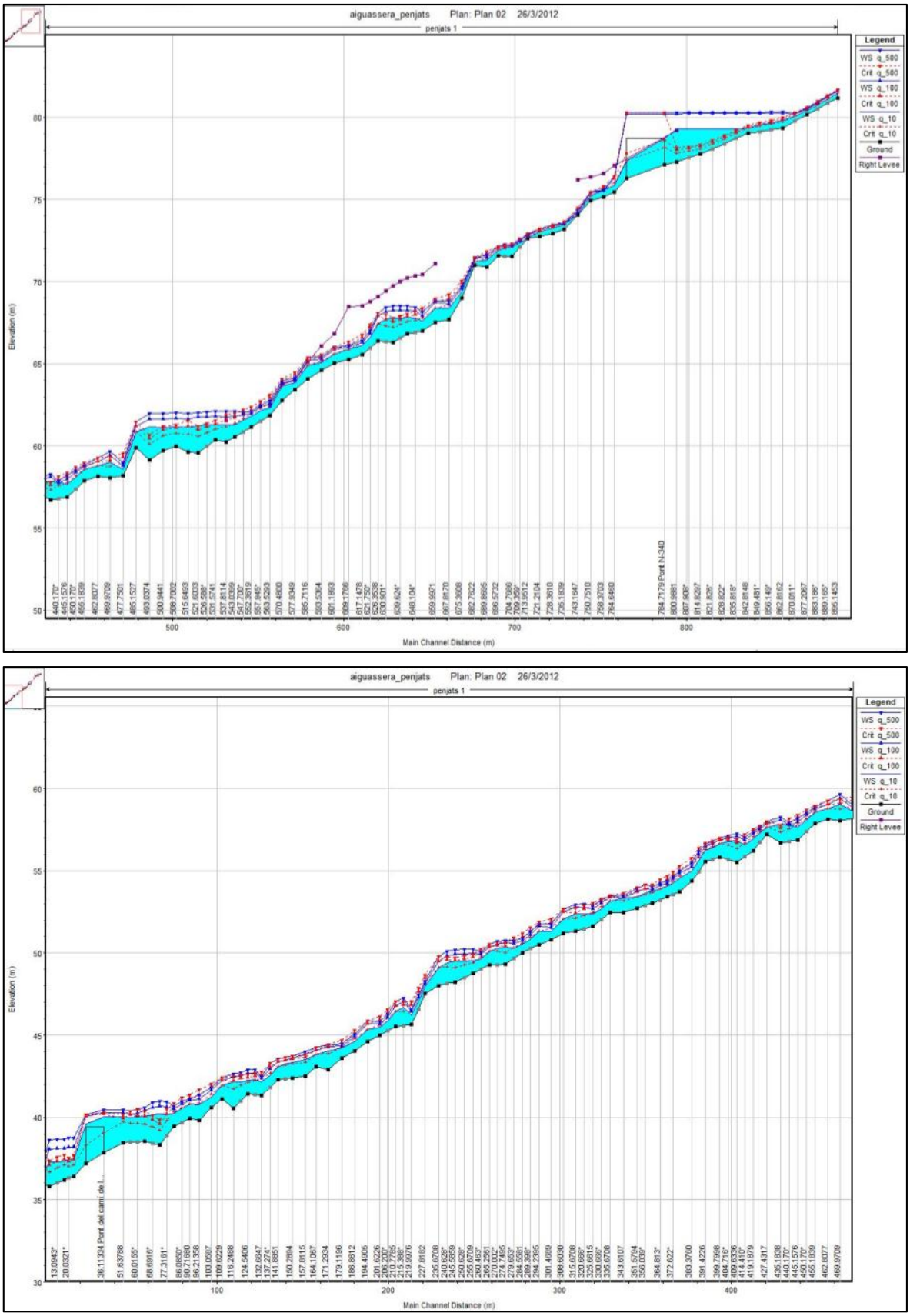


Figura 65. Perfil longitudinal del barranc dels Penjats (dividit en dos trams, meitat superior i meitat inferior).

5.3.3 L'efecte dels ponts

Els resultats del càlcul unidimensional amb HecRas són mixtes respecte la capacitat de desguàs dels ponts existents. De la Figura 66 a la Figura 68 es mostren els nivell d'aigua calculats amb el model unidimensional respecte la secció dels ponts sobre els cursos estudiats: barranc dels Penjats i barranc d'Aiguassera. La Taula 22 resumeix la situació respecte el període de retorn possible.

Conca	Riu	Localització	Punt	Capacitat
Conca Sit	torrent del Sit	Pont a l'encreuament del torrent amb la carretera N-340, en els voltants de Montsià Verd, SA	1	Insuficient per T= 100 anys
	torrent del Sit	Gual a l'encreuament del torrent amb la carretera N-340a, en les proximitats del Polígon Industrial del Rajolar	2	Insuficient per T= 100 anys
	torrent del Sit	Pont aigües avall del Polígon Industrial del Rajolar, en un camí veïnal	3	Suficient per T= 500 anys
	torrent del Sit	Pont a mig camí entre la carretera N-340a i el canal de navegació	4	Suficient per T= 500 anys
	torrent del Sit	Pont a mig camí entre la carretera N-340a i el canal de navegació	5	Insuficient per T= 10 anys
Conca Solito	barranc del Solito	Gual entre el cementiri de Sant Carles de la Ràpita i la zona esportiva	6	Suficient per T= 500 anys
	barranc del Solito	Pont de l'antiga carretera, prolongació del carrer Sagrat Cor, que deriva al camí de Matarredona	7	Suficient per T= 500 anys
	barranc del Solito	Pont a l'altura de la zona esportiva, en el carrer de Jaume Pere Pons	8	Insuficient per T= 100 anys
	barranc del Solito	Pont del carrer de Sant Josep	9	Insuficient per T= 100 anys
	barranc del Solito	Pont del carrer del Bisbe Aznar, sobre la sèquia	10	Insuficient per T=500 anys
	barranc del Solito	Pont sobre la carretera de Villafranco	11	Insuficient per T= 100 anys
	barranc del Solito	Pont de l'Avinguda dels Alfacs, sobre la sèquia, punt de sortida al mar	12	Suficient per T= 500 anys

Conca	Riu	Localització	Punt	Capacitat
	barranc del Solito	Pont de l'Avinguda dels Alfacs, sobre la sèquia, punt de sortida al mar	13	Suficient per T= 500 anys
Conca Penjats	barranc dels Penjats	Pont de la carretera N-340	14	Insuficient per T=10 anys
	barranc dels Penjats	Pont del camí de la Guardiola, aigües amunt de la Deixalleria de Sant Carles de la Ràpita	15	Insuficient per T=10 anys
Conca Aiguassera	barranc d'Aiguassera	Pont del carrer de Rosselló, entre la zona de l'Espanyol i la zona de los Hortets	16	Insuficient per T=10 anys
Conca Codonyol	barranc de l'Aljub	Pont sobre l'Avinguda de Codonyol	17	Insuficient per T=100 anys
	barranc del Codonyol	Gual sota la prolongació de l'Avinguda de Codonyol, aigües amunt de la urbanització de la Pau	18	Insuficient per T=10 anys
	barranc del Codonyol	Pont sobre la carretera N-340a, aigües amunt de la desembocadura a mar en la platja del Suís	19	Suficient per T= 500 anys

Taula 22. Condicions hidràuliques dels ponts segons el càlcul.

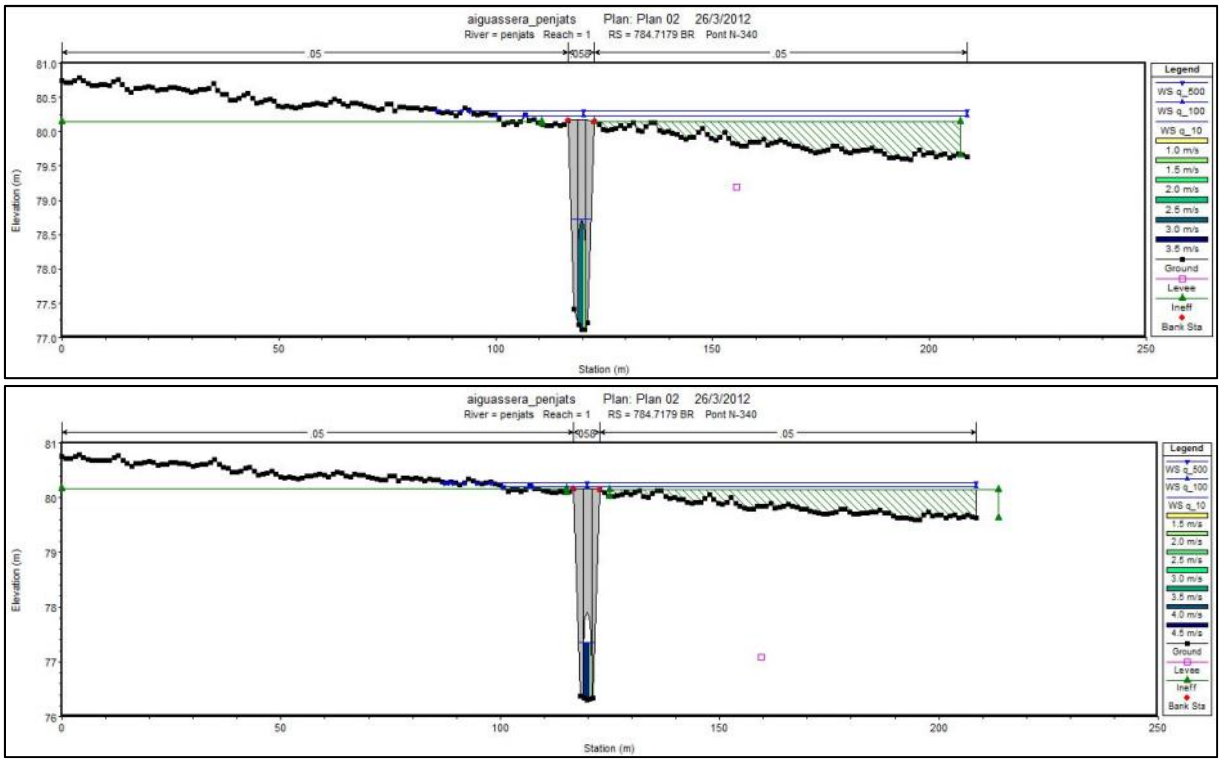


Figura 66. Pont en el barranc dels Penjats, de la carretera N-340 (PK= 785).

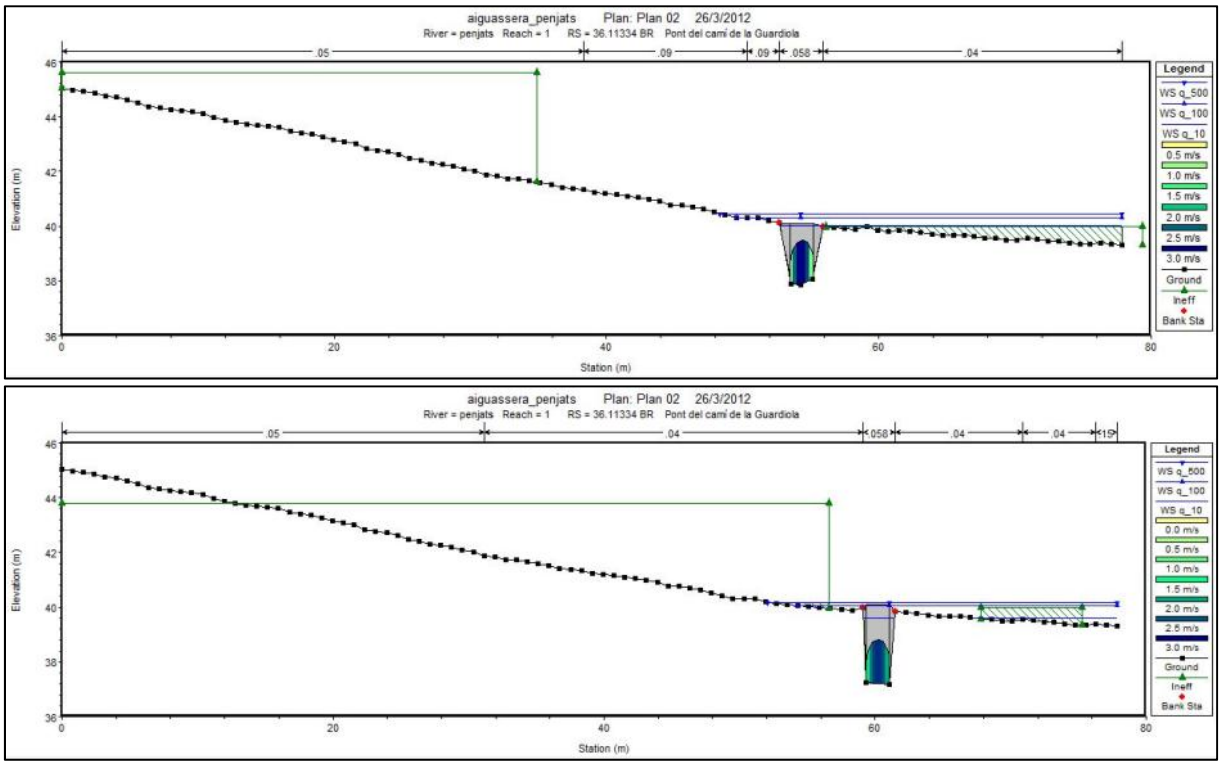


Figura 67. Pont en el barranc dels Penjats, en el camí de la Guardiola (PK= 24).

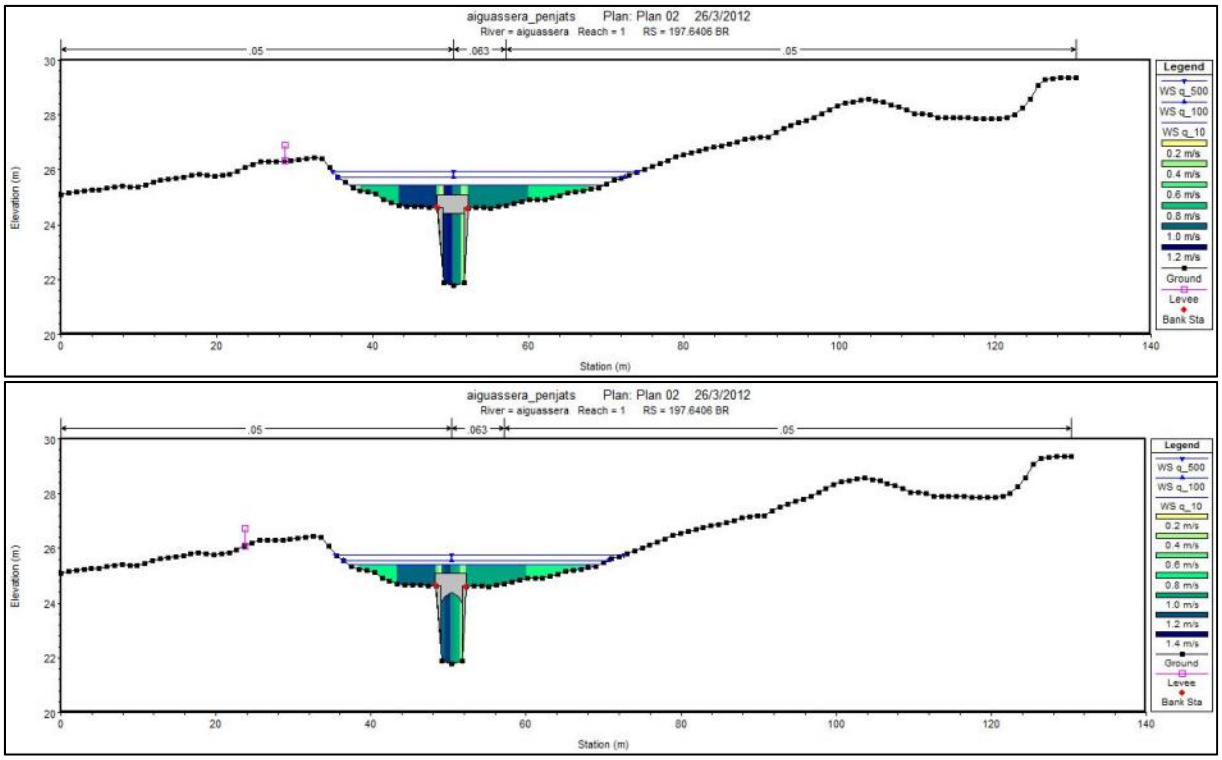


Figura 68. Pont en el barranc d'Aiguassera, en el carrer de Rosselló (PK= 198).

6 Conclusions i recomanacions

A partir dels treballs realitzats, es representen les zones inundables dels torrents de les conques del Sit, Solito, Penjats, Aiguassera i Codonyol-Aljub, pels períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys i els mapes de perillositat pels períodes de retorn de 500 anys, a escala 1:5.000, en l'àmbit dels cursos objecte d'aquest estudi, i a escala 1:10000, en l'àmbit del delta de l'Ebre que forma part del terme municipal. Els resultats obtinguts es representen en els mapes que s'adjunten en aquest document.

Pel que fa a l'àmbit del Delta de l'Ebre que forma part del terme municipal de Sant Carles de la Ràpita, segons els resultats extrets del PEFCAT Baix Ebre i Delta de l'Ebre, pel període de retorn dels 10 anys no s'observa cap afecció sobre la tram urbana, ja que l'àmbit de la inundació queda limitat als voltants del riu Ebre. En quant als períodes de retorn de 100 i 500 anys, en la zona limitada aproximadament entre el Canal de Sant Pere i la Sèquia de Mar s'hi localitzen algunes edificacions aïllades o en petits grups, els voltants de les quals podrien trobar-se afectats per aquests dos cabals, en diferents graus d'afecció i tractant-se d'àrees ocupades majoritàriament per camps de cultius.

En quant als cursos estudiats en aquest informe, a grans trets, cal diferenciar entre els cursos modelats en 1D i els modelats en 2D, donat que presenten comportaments diferents. Els barrancs dels Penjats i d'Aiguassera (modelització 1D) circulen força encaixats, entre vessants de pendents força elevades, afavorint que no es produeixin afeccions sobre zona urbana, i obtenint-se polígons dels límits inundables en general força coincidents. Els barrancs del Sit, del Solito, del Codonyol i de l'Aljub (modelització 2D) circulen per zones més planeres, fet que afavoreix desbordaments per tots els períodes de retorn. Tanmateix, en moltes zones s'obtenen calats molt baixos, afavorint baixes perillositats.

El **torrent del Sit** és el que transcorre més al nord del terme municipal, circula molt encaixat en el seu tram inicial i per tots els cabals. Aigües avall de la carretera N-340 es comença a desbordar pel marge dret, afectant una zona de camps de tarongers. Seguint el curs del torrent aigües avall, en el tram final, entre la carretera N-340a i la seva desembocadura a la sèquia, s'observa que pel cabal dels 10 anys el torrent pràcticament no desborda més enllà del canal principal, mentre que pels cabals de 100 i 500 anys a l'altura de la carretera N-340 es produeixen alguns desbordaments sobrepassant aquesta infraestructura, afavorint la formació d'alguns braços laterals, a banda i banda del canal principal. En les proximitats de la carretera es detecta la presència d'algunes edificacions aïllades (corresponents a un bar, taller, entre altres), on s'observa una afecció per aquests dos cabals, tot i que els calats són

força baixos, i pel cabal dels 500 anys correspondria en general a zones de perillositat lleu. En quant al polígon del Rajolar no presenta afecció per cap dels períodes de retorn.

El torrent del Sit rep l'aportació d'un torrent lateral, tot i que és poc influent en quant als cabals i àmbit d'afectació.

En el **barranc del Solito**, des de el tram de capçalera estudiat fins el pas per l'estructura sobre el carrer de Sant Josep el curs circula molt encaixat, no desbordant més enllà fora l'àmbit del canal principal, i amb un alt solapament dels polígons dels límits inundables. Aigües avall de l'esmentat carrer, s'hi assenta la zona de l'Horta Vella, ocupada per camps de cultius, i algunes petites edificacions molt aïllades, corresponents en gran part a coberts.

Pel cabal dels 10 anys la inundació que pràcticament limitada a l'àmbit de l'Horta, afectant de forma poc significativa alguns dels carrers entre la Casa del Mar i la Llotja Antiga, a l'altura del carrer del Carme, que actuaria com a via d'escapament del flux.

Pels cabals de 100 i 500 anys, la inundació s'estén més àmpliament per aquesta zona abans esmentada, arribant fins el Pavelló Firal i el Club Nàutic. Aquesta zona afectada es troba parcialment ocupada per edificacions no destinades a vivendes, on també s'assoleixen petits cabals, que podrien ser assumits per la xarxa de drenatge urbà, tot i que caldria valorar-ho i, en el seu cas, dimensionar-ho.

Referent al tram estudiat del **barranc dels Penjats**, el curs circula molt encaixat al llarg de tot el seu recorregut, produint-se un alt solapament entre els polígons dels diferents períodes de retorn. Al llarg de tot el recorregut modelitzat no s'observa cap afecció sobre edificacions. Aquest barranc, passat l'encreuament amb el camí de la Guardiola, límit de l'àmbit de treball considerat en el present estudi, passa a quedar soterrat, mitjançant canalització fins al carrer de Sant Isidre, on a partir d'aquí i fins al Passeig Marítim circula de nou al descobert, posteriorment, i fins a l'altura de la Piscina Municipal, torna a circular endegat mitjançant canalització soterrada, per desembocar finalment al mar, en la zona de la platja de Garbí, a través d'un canal artificial al descobert.

Tot i quedar fora de l'àmbit contemplat en el present estudi, la informació recopilada indica que en aquest tram del barranc dels Penjats, que circula per tram urbana, la canalització presenta una geometria de seccions variables. Tenint en compte l'informe tècnic facilitat per l'ACA, corresponent a l'autorització de les obres en zona de DPH (veure Annex 5), algunes de les seccions corresponents als trams canalitzats presentarien una capacitat de desguàs inferior al cabal de T=500 anys. Per tant, si es volgués tenir en compte aquest volum no

absorbit per la canalització i estudiar la seva afectació en la zona urbana, seria adient dur a terme un estudi complementari a nivell de més detall, que valorés aquest aspecte.

En el **barranc de l'Aiguassera**, en el tram estudiat entre la carretera N-340 i l'entrada a la canalització a l'altura de l'Avinguda de Codonyol no s'observa cap afecció per inundació en zones edificades. El curs circula força encaixat, i els marges de la primera terrassa, de pendents elevades, limita la inundació a l'àmbit del canal principal. Pels tres períodes de retorn els polígons inundables presenten un solapament significatiu.

Els **barrancs del Codonyol i de l'Aljub** circulen força encaixats en els seus trams inicials. A mesura que ens apropem a la zona urbanitzada (zona de la Pau) les valls d'ambdós rius es van obrint, afavorint el desbordament per tots els períodes de retorn.

Pel cas del barranc de l'Aljub, aquest transcorre encaixat fins proximitats amb la confluència amb el barranc del Codonyol. A l'altura de l'estructura de l'encreuament amb la prolongació de l'avinguda Codonyol, el terraplè del pont provoca una obstrucció al pas del flux, provocant el desbordament aigües avall pel marge esquerra, en una zona d'edificacions. Aquest desbordament és dona únicament pel cabal dels 500 anys, assolint-se calats molt baixos.

En el barranc del Codonyol s'observa la formació d'un braç lateral al canal principal, i pels tres períodes de retorn, que transcorre pel marge dret, afectant la zona de les edificacions. Cal esmentar, però, que aquest àmbit es troba fora del límit sud del terme municipal.

En les proximitats de la confluència entre els barrancs del Codonyol i l'Aljub, així com en altres zones de l'àmbit d'estudi, els calats resultants pel T=10 anys són força baixos. Aquesta situació podria permetre a l'Ajuntament, previ acord amb l'autoritat hidràulica, limitar la zona fluvial, amb una obra de drenatge senzilla, amb capacitat igual o superior al cabal de 10 anys.

Cal remarcar que, per tal d'assegurar que les estructures no perdin capacitat, cal un manteniment periòdic per eliminar els dipòsits que es puguin anar sedimentant al llarg del temps i objectes que puguin anar obstruint-les. Aquesta recomanació de manteniment és extensible a tots els col·lectors del nucli urbà per tal d'assegurar que les capacitats es mantinguin en bones condicions i no suposin un problema en futures avingudes, així com en tot el traçat dels cursos fluvials.

En relació amb el règim d'usos del sòl que estableix el Reglament de la Llei d'Urbanisme, el Reglament (article 6.4) permet que el planejament urbanístic destini els terrenys situats en zona inundable per episodis extraordinaris a usos diferents dels relacionats en la primera

part de l'article quan el planejament urbanístic, amb l'informe favorable de l'Administració hidràulica, prevegi l'execució de les obres necessàries per tal que les cotes definitives resultants de la urbanització compleixin les condicions de grau de risc d'inundació adequades per a la implantació de l'ordenació i usos establerts per l'indicat planejament. L'execució de les obres esmentades no ha de generar problemes d'inundabilitat a terrenys externs al sector i es considera com una càrrega d'urbanització dels àmbits d'actuació urbanística en els quals estiguin inclosos els terrenys.

La regulació dels usos admissibles, limitats i prohibits en les diferents zones en que es divideix l'espai fluvial o la zona inundable queden establerts en el "El Reglament de la Llei d'Urbanisme tal com es comenta en l'article 6 del Decret 305/2006 del 28 de juliol.

A l'annex 1 d'aquest treball es poden consultar els criteris de classificació de l'espai fluvial i els usos permesos per a cada tipus, segons el que defineix el Reglament de la Llei d'urbanisme (Decret 305/2006, de 18 de juliol).

Els mapes de perillositat per inundació per al període de retorn de 500 anys que corresponen a una probabilitat mitjana i baixa d'inundació respectivament han estat elaborats tal i com requereix el "*Real Decreto de evaluación y gestión de riesgos de inundación*" (Decret 305/2010, de 9 de juliol, capítol III).

D'acord amb el Pla INUNCAT, aprovat pel Govern de la Generalitat el 22 d'agost de 2006, els municipis que es troben en zones amb perill d'inundació molt alt, alt o mitjà, han d'elaborar un Pla d'actuació municipal per inundacions (PAM). Aquest pla és l'encarregat de definir les actuacions a dur a terme en el municipi en cas d'una emergència per inundació.

Barcelona, Març del 2012.

Rodrigo Ugarte Sanhueza	Anna Martí Pérez	Vist i plau:
Enginyer Civil	Enginyera de Forest	Pere Martínez i Figueras
		Cap de l'Àrea d'Enginyeria Geològica

PLÀNOLS

1 Zones inundables i zonificació de la inundabilitat

Els resultats dels treballs efectuats en base al model realitzat a partir del model digital del terreny Lidar de pas de malla 1x1 i la cartografia 1.1000 es representen en plànols a escala 1:5000 i 1:10000 de les zones inundables i de la zonificació de la inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita, dels sectors objecte d'estudi, corresponents al torrent del Sit, barranc del Solito, barranc dels Penjats, barranc d'Aiguassera, barranc del Codonyol i barranc de l'Aljub. S'inclou també l'àmbit del Delta de l'Ebre, d'acord amb els límits inundables obtinguts en el projecte PEFCAT (Planificació d'Espais Fluvials de Catalunya, Baix Ebre i Delta de l'Ebre, 2010).

- **Plànol 1**: Delimitació de la inundabilitat dels cursos anomenats anteriorment, per als períodes de retorn de 10, 100 i 500 anys.
  Per tal d'incloure tot el terme municipal, i alhora facilitar una bona cartografia i visualització dels resultats finals, es cartografia els plànols finals a dues escales, 1:5000 i 1:10000. L'escala 1:5000 engloba tots els cursos estudiats en aquest informe, mentre que els talls corresponents a l'àmbit del Delta de l'Ebre es cartografien a escala 1:10000, donada l'àmplia extensió de la zona.

- **Plànol 2**: Classificació de la perillositat dels torrents anomenats anteriorment, per al període de retorn de 500 anys.
  En la representació dels resultats de la perillositat igualment es cartografia a dues escales, 1:5000i 1:10000, adoptant el mateix esquema que pel cas de la delimitació dels límits inundables.
  L'esquema dels plànols és el següent:

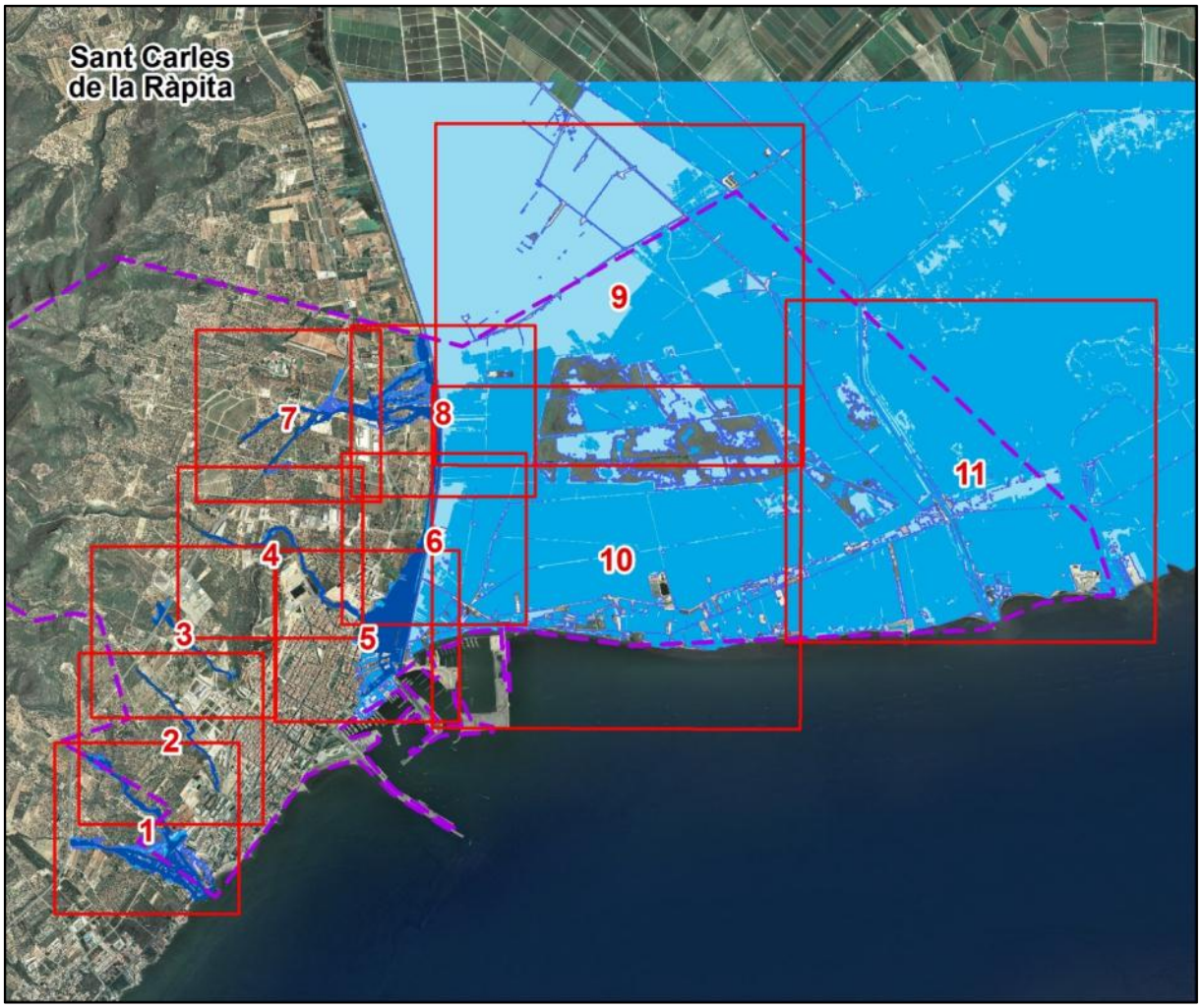


Figura 69. Esquema de distribució dels fulls dels plànols.

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Barranc de Codonyol (tram mig)	18.30	48.90	76.50
Barranc del Codonyol (desembocadura)	38.60	97.40	149.30
Barranc de l'Aljub	19.20	45.20	67.60

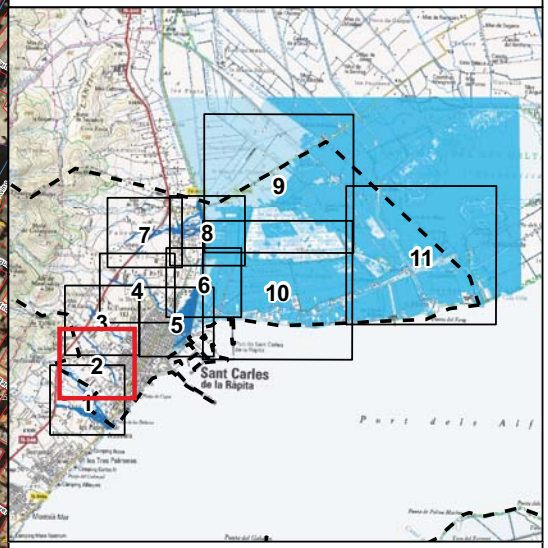
Barranc de l'Aljub
Los Hortets
Io Codonyol
la Unió
la Pau
Platja de les Delfines
Platja del Sirís
Parc de la Vila del Far
Corral de Sequies
Camí de Mitjera
Camí de la Pau
Camí de la Pau
Camí de la Pau

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Barranc de l'Aiguassera



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Barranc de l'Aiguassera (tram mig)	17.00	41.10	62.10
Barranc de l'Aiguassera (entrada canalització)	21.30	50.40	75.40

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

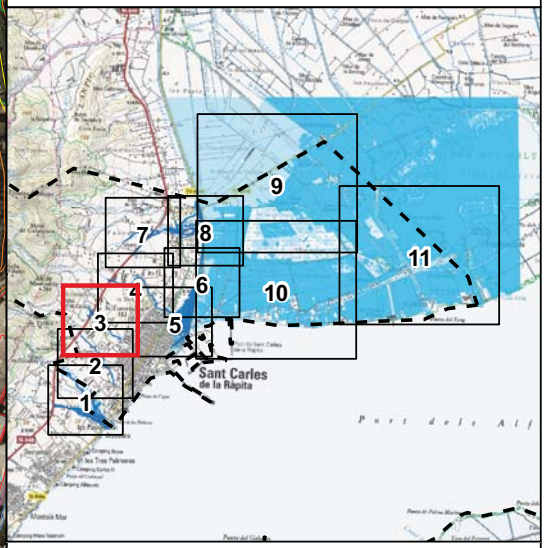
Full 2 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Barranc dels Penjats



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Barranc dels Penjats	6.70	14.20	20.30
Barranc dels Penjats (entrada canalització)	13.80	28.70	40.90

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

Full 3 de 11

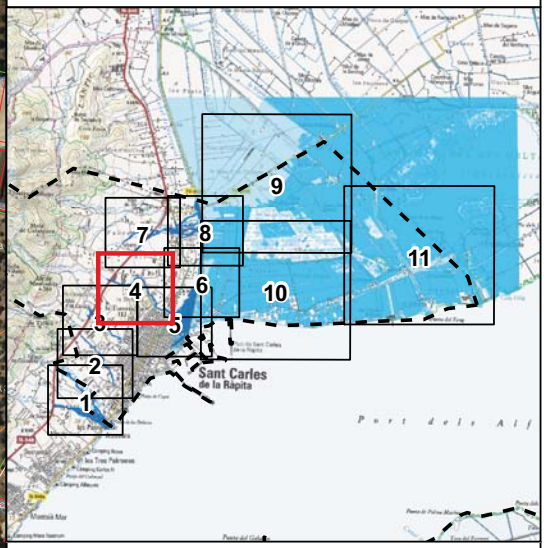
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

Març 2012

Tram:

Barranc del Solito

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Barranc del Solito	23.70	63.80	100.70



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 55 110 220 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

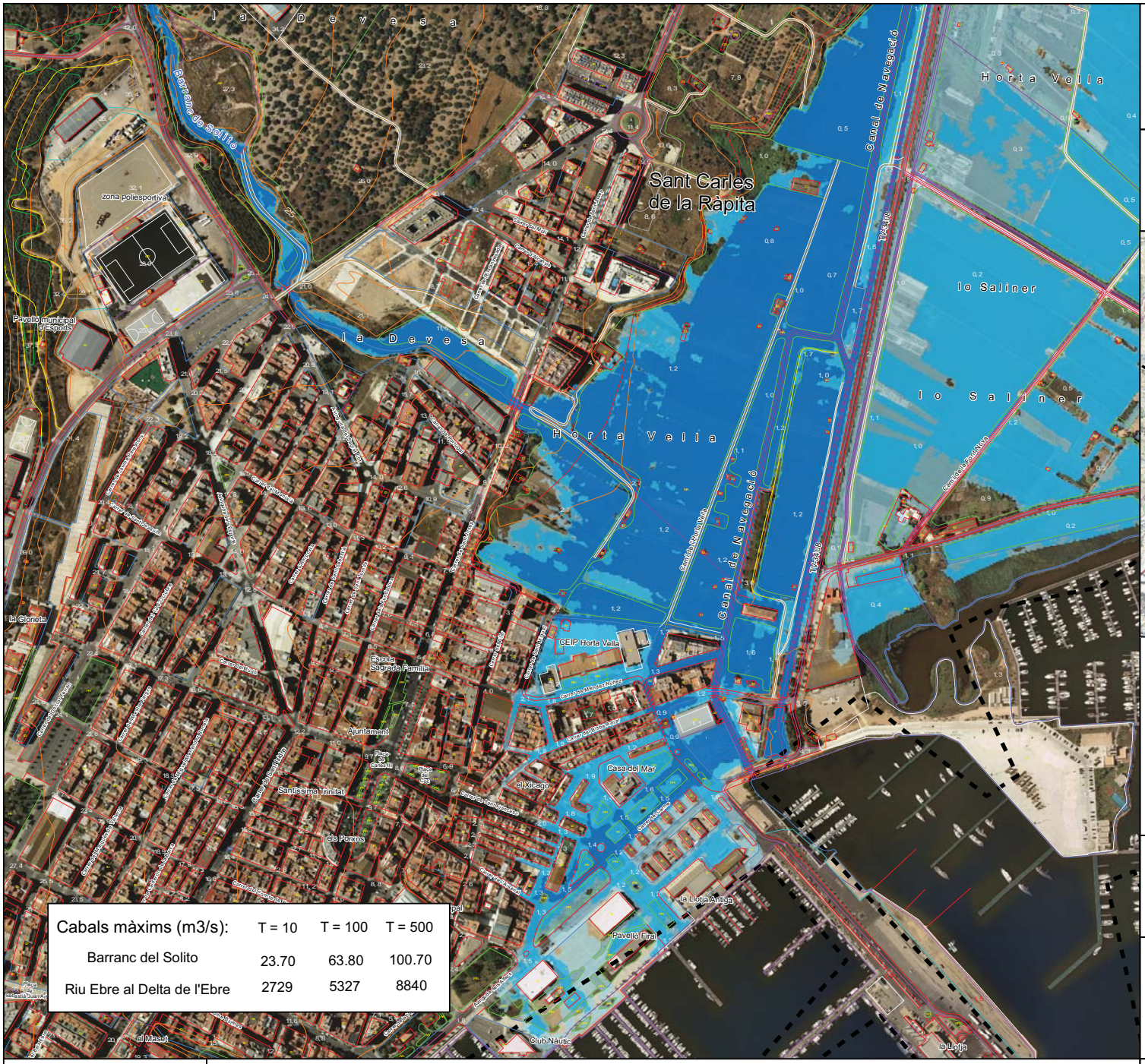
Full 4 de 11

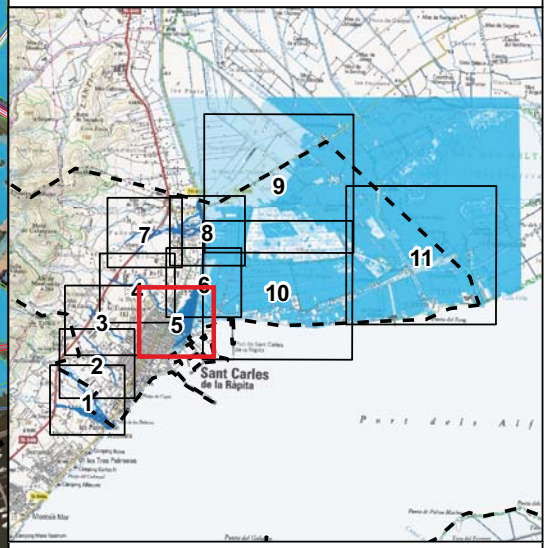
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Barranc del Solito i riu Ebre al Delta de l'Ebre





Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

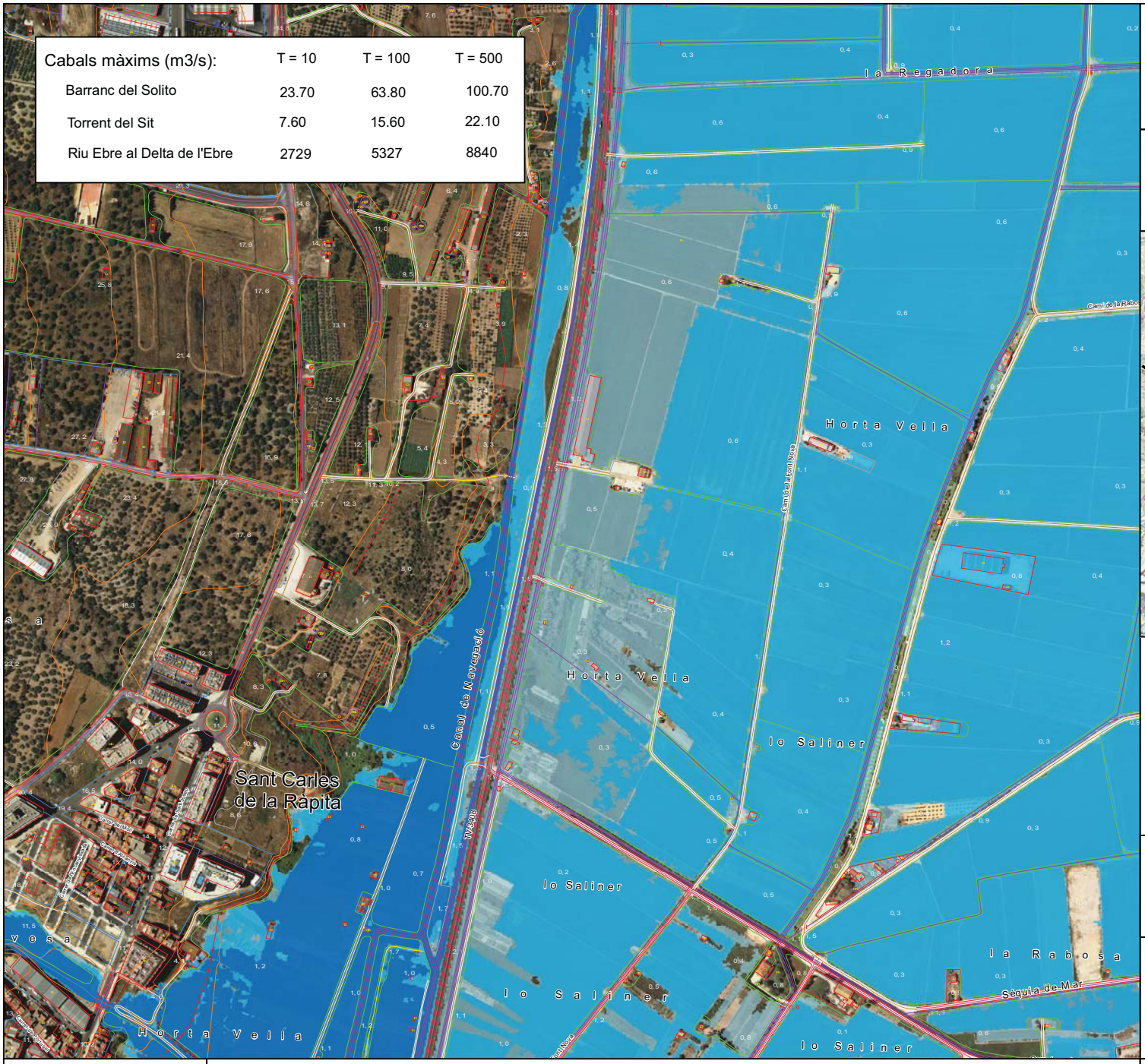
Plànol 1

Full 5 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

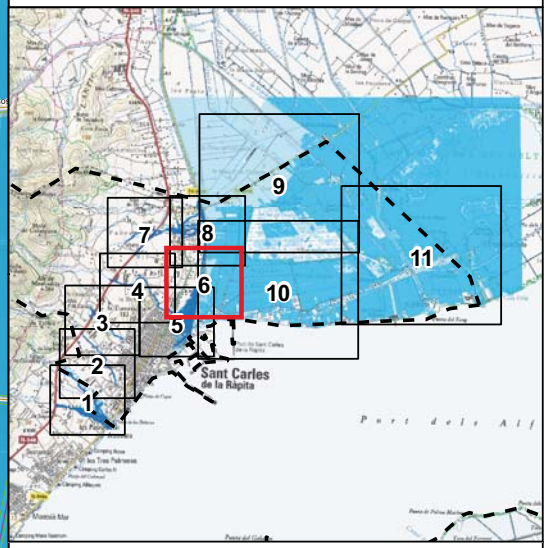
March 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Barranc del Solito	23.70	63.80	100.70
Torrent del Sit	7.60	15.60	22.10
Riu Ebre al Delta de l'Ebre	2729	5327	8840



Tram:

Barranc del Solito, torrent del sit i riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

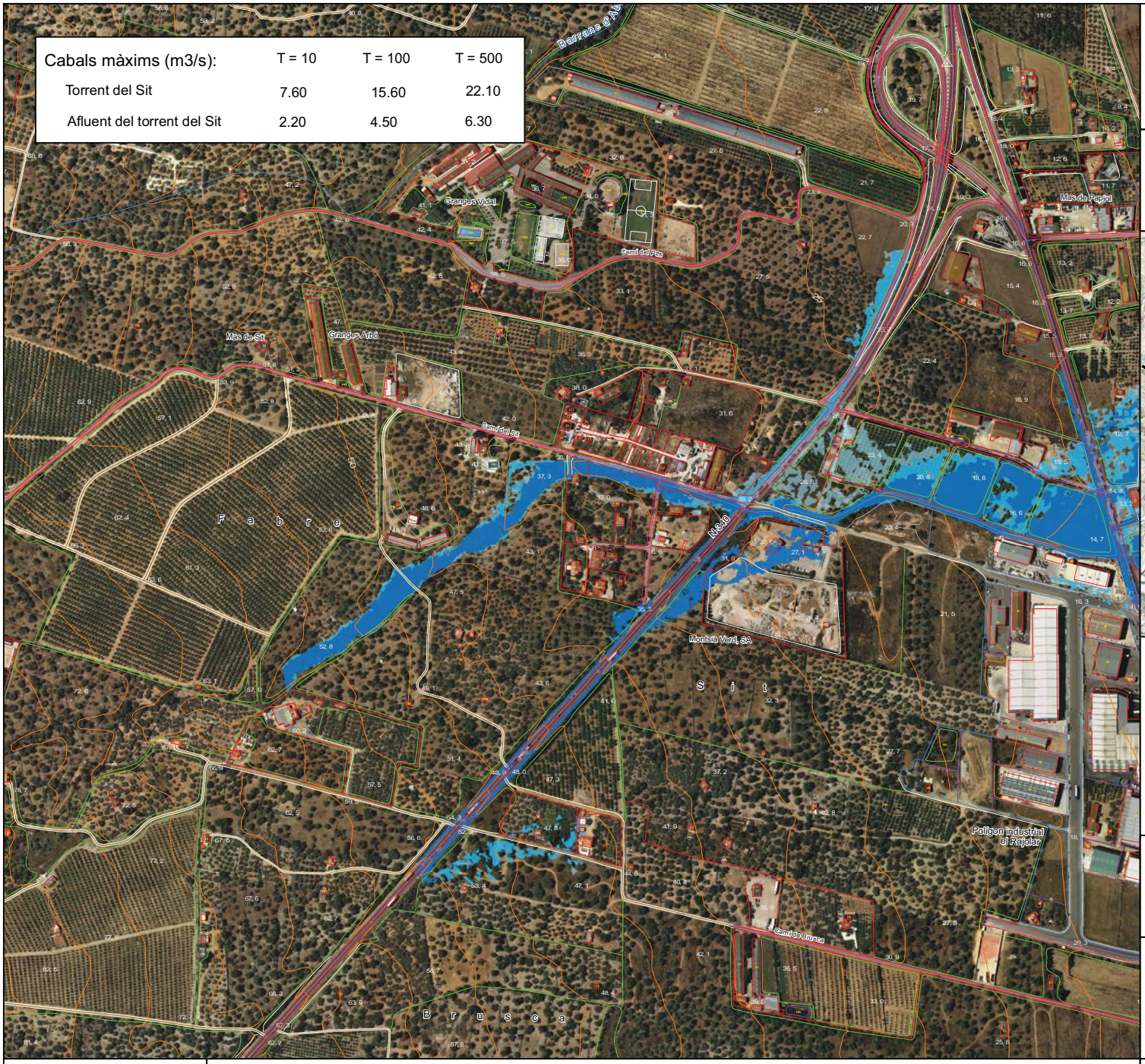
Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

Full 6 de 11

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Torrent del Sit	7.60	15.60	22.10
Afluent del torrent del Sit	2.20	4.50	6.30

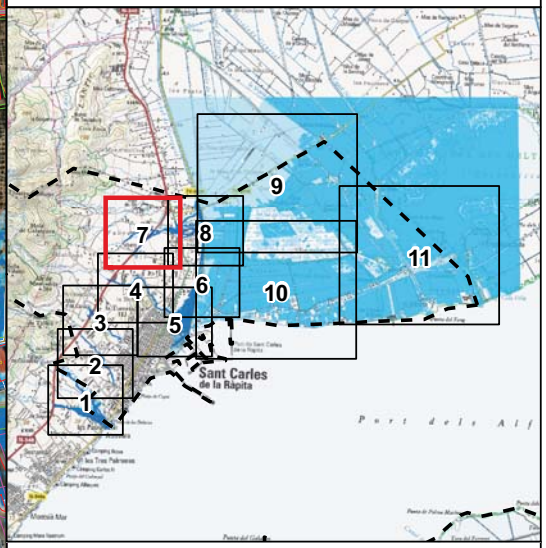


Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Torrent del Sit i alfuent



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

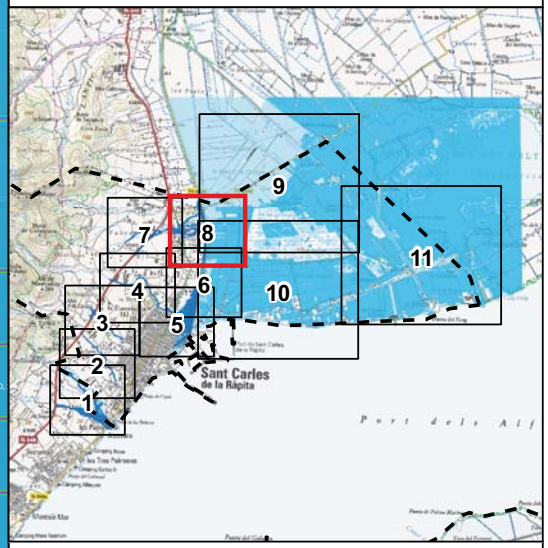
Full 7 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Torrent del sit i
riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Torrent del Sit	7.60	15.60	22.10
Riu Ebre al Delta de l'Ebre	2729	5327	8840

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

Full 8 de 11

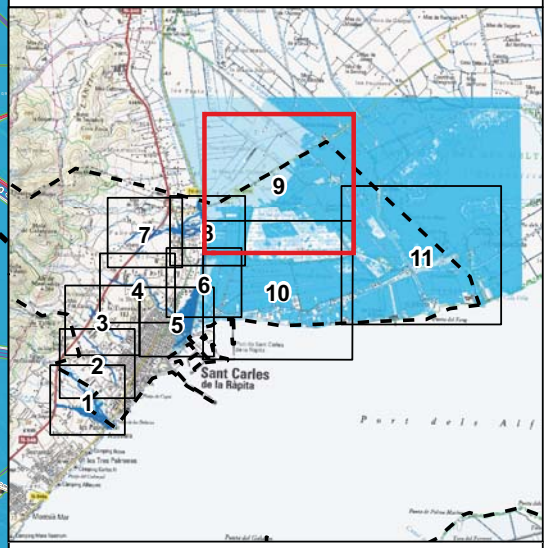
Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Riu Ebre al Delta de l'Ebre	2729	5327	8840

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:10000

0 100 200 400 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

Full 9 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre

Solsida
Vila-seca
PARC NATURAL DEL DELTA DE L'EBRE
Llacuna de Tort
Adriana
Horta Vella
Horta Vella
Horta Vella
la Ràpita
la Ràpita
la Ràpita
Portiola Rodona
Salinar
Salinar
Salinar
la Salinar
Sagulla de Mar
Sagulla de Mar
Sagulla de Mar
Sagulla de Sant Carles
Sagulla de Sant Carles
Sagulla de Sant Carles

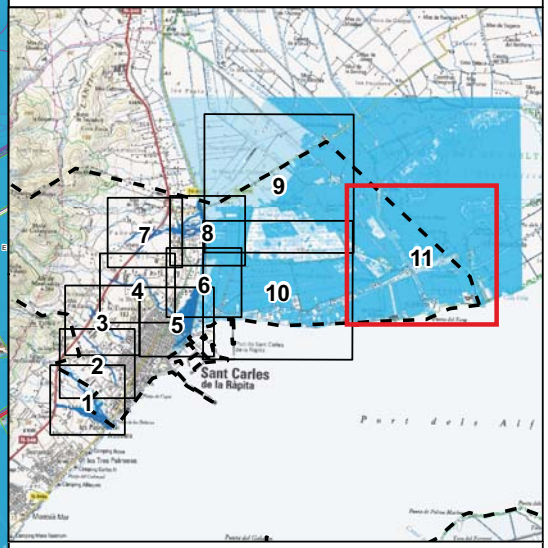
Cabals màxims (m3/s):	T = 10	T = 100	T = 500
Riu Ebre al Delta de l'Ebre	2729	5327	8840

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Inundació corresponent a T = 10 anys
- Inundació corresponent a T = 100 anys
- Inundació corresponent a T = 500 anys

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:10000

0 100 200 400 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Delimitació de les zones inundables

Plànol 1

Full 11 de 11

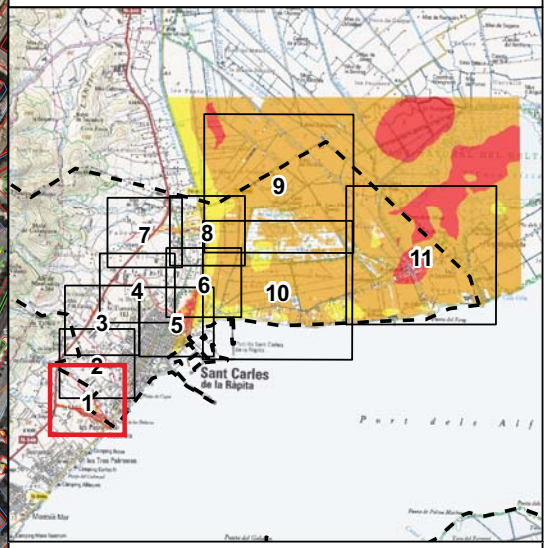
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Barranc de Codonyol (tram mig)	76.50
Barranc del Codonyol (desembocadura)	149.30
Barranc de l'Aljub	67.60

Tram:

Barranc de Codonyol i barranc de l'Aljub



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

Full 1 de 11

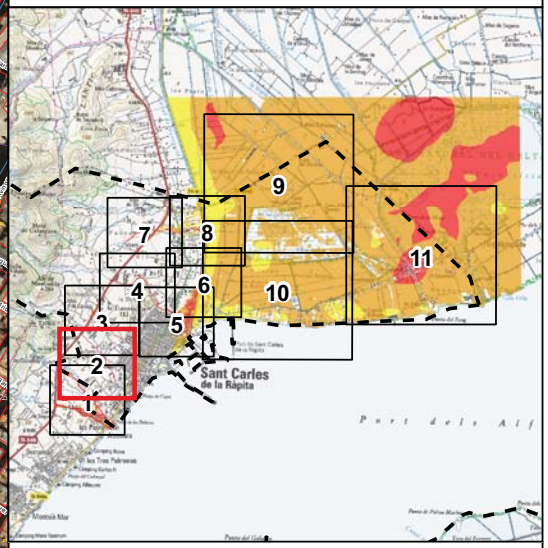
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

Març 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Barranc de l'Aiguassera (tram mig)	76.50
Barranc de l'Aiguassera (entrada canalització)	149.30

Tram:

Barranc de l'Aiguassera



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

Full 2 de 11

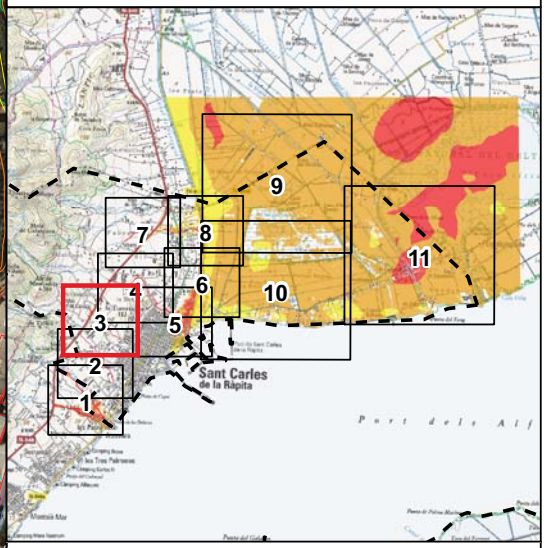
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Barranc dels Penjats	20.30
Barranc dels Penjats (entrada canalització)	40.90

Tram:

Barranc dels Penjats



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

Full 3 de 11

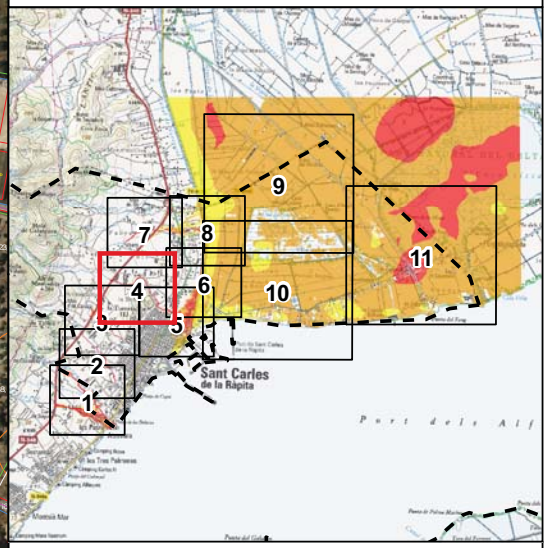
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Barranc del Solito

Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Barranc dels Solito	100.70



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

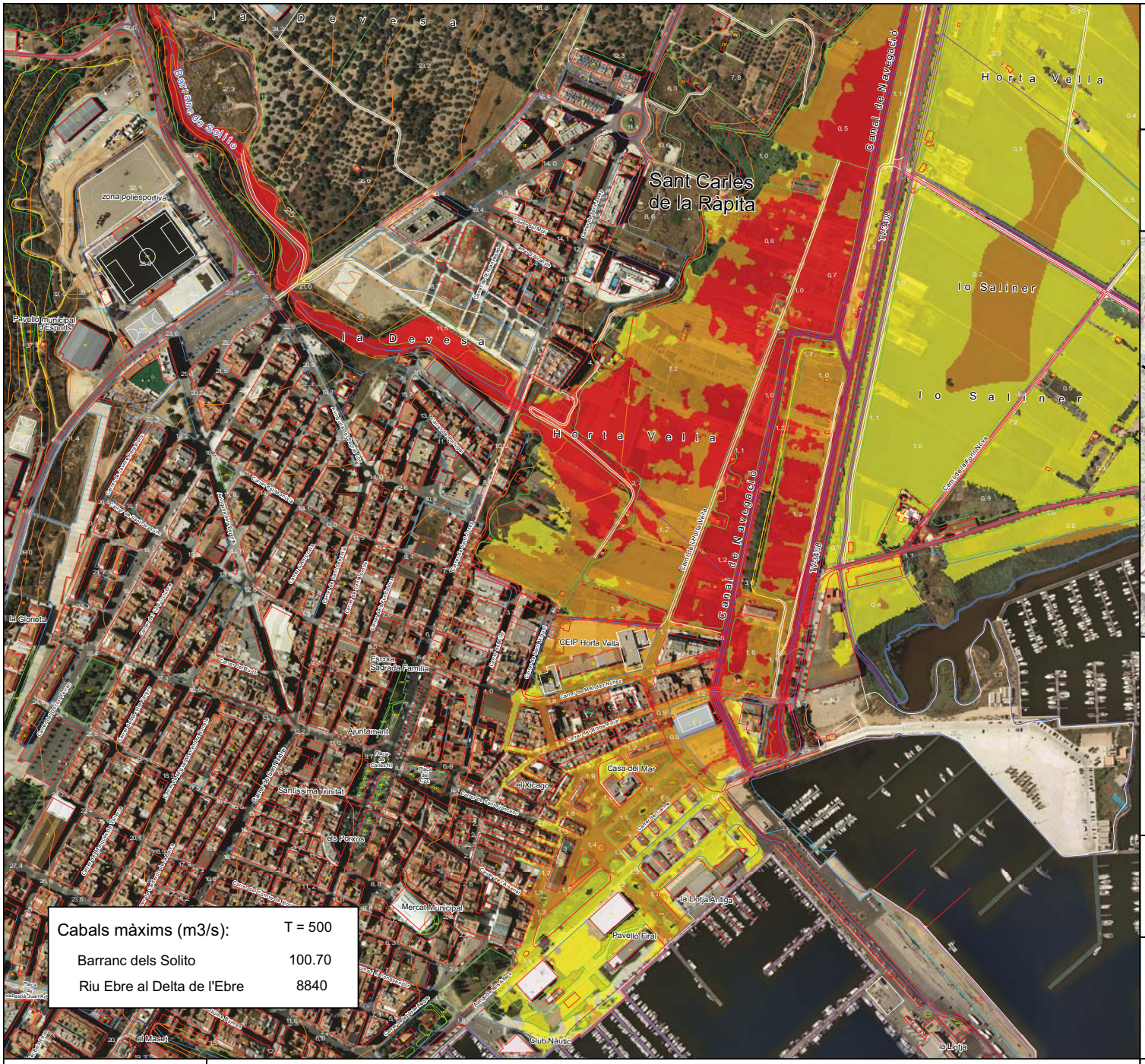
Full 4 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

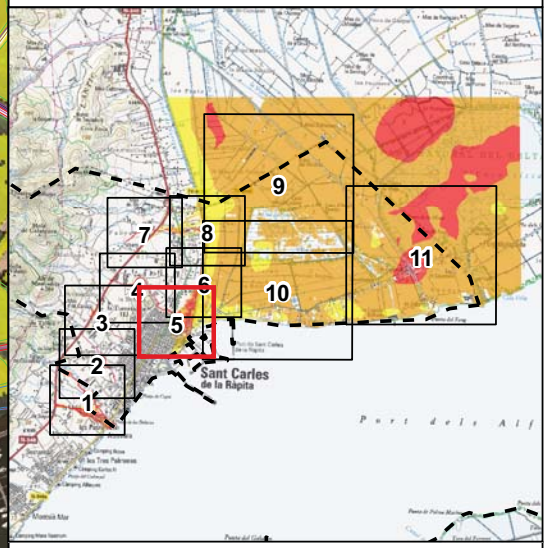
March 2012

Tram:

Barranc del Solito i riu Ebre al Delta de l'Ebre



Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Barranc dels Solito	100.70
Riu Ebre al Delta de l'Ebre	8840



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

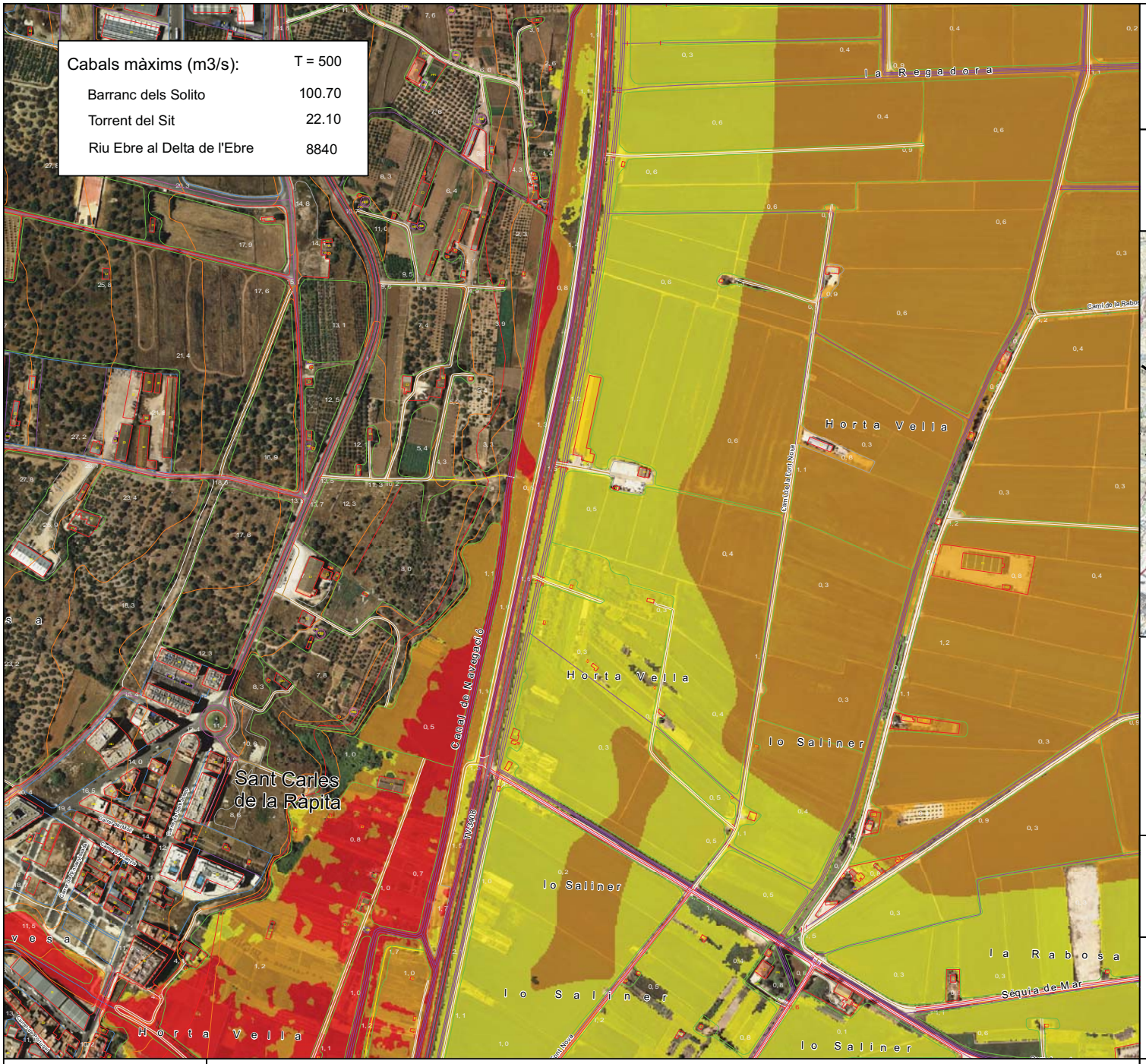
Full 5 de 11

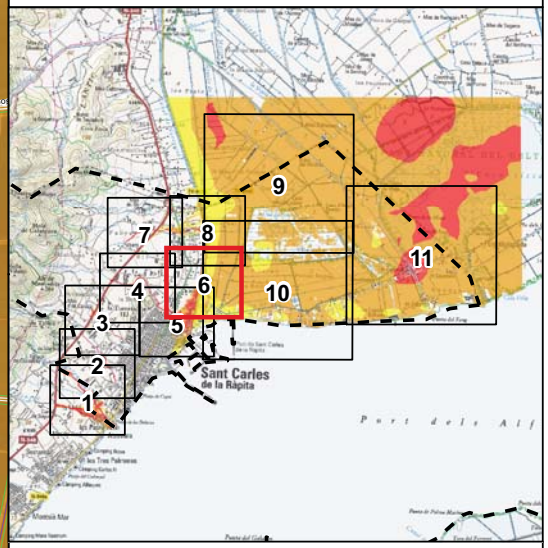
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Barranc del Solito, torrent del Sit i riu Ebre al Delta de l'Ebre





Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

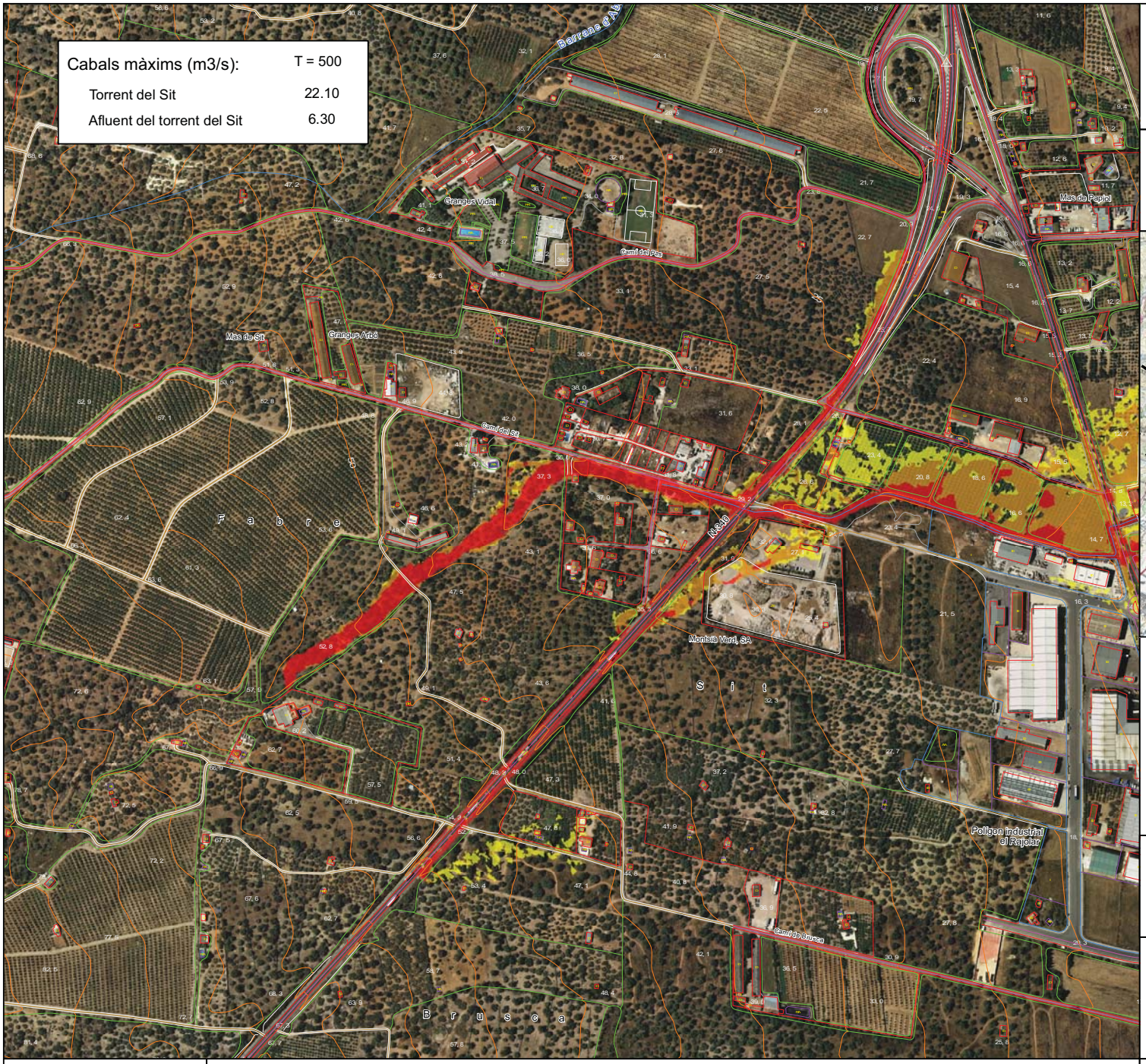
Plànol 2

Full 6 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

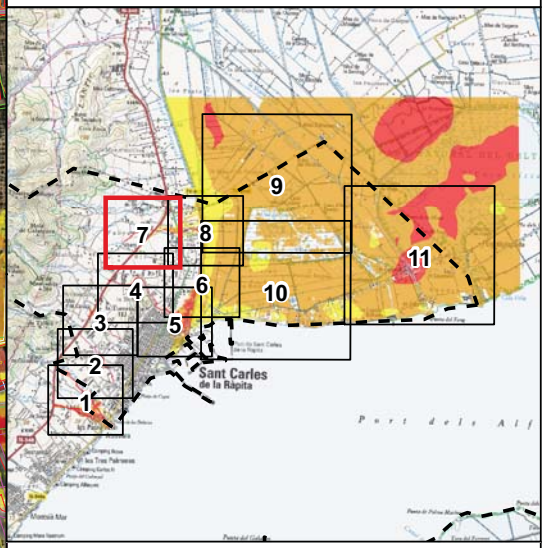
March 2012

Cabals màxims (m3/s):	T = 500
Torrent del Sit	22.10
Afluent del torrent del Sit	6.30



Tram:

Torrent del Sit i afluent



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

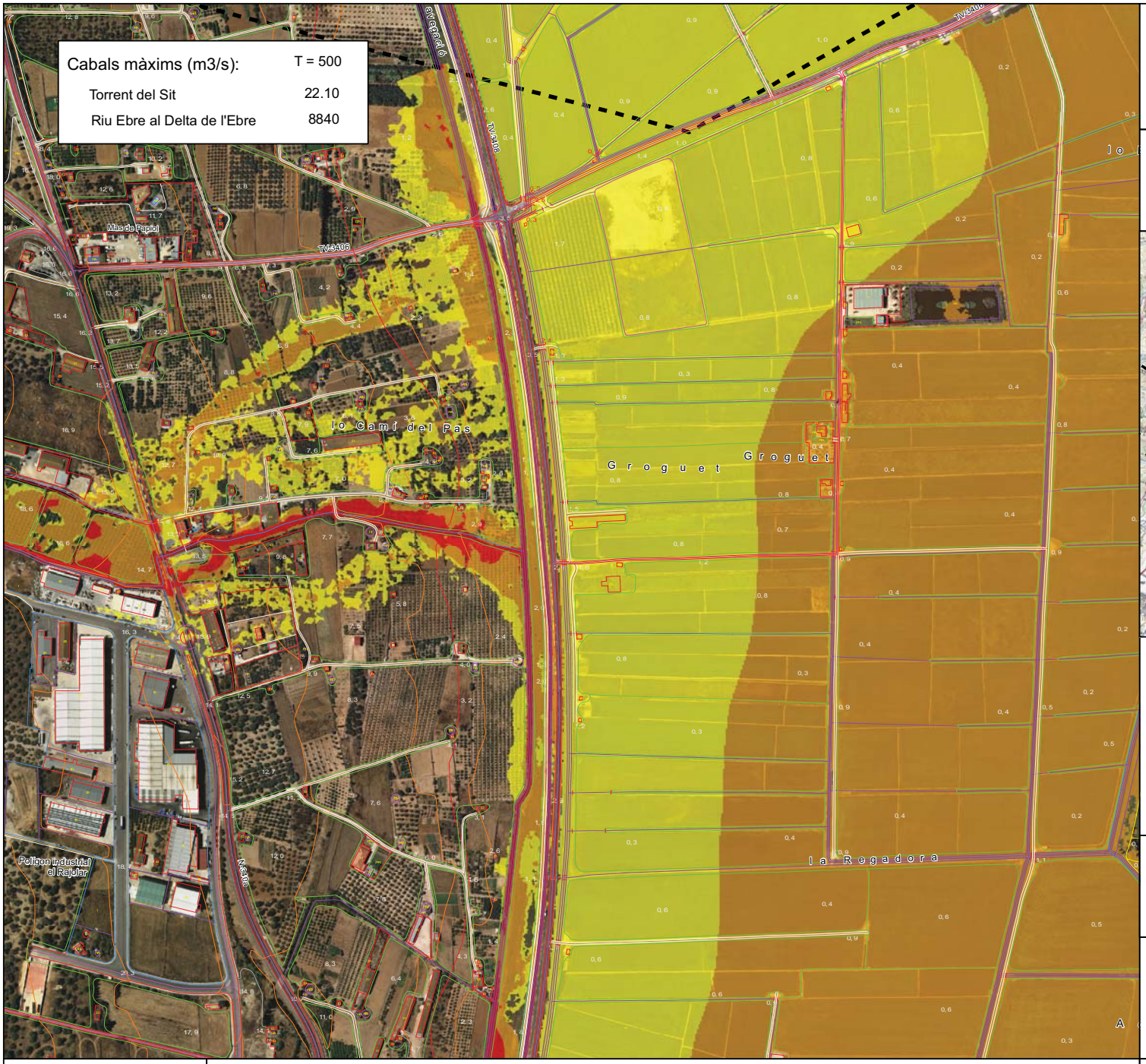
IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

Full 7 de 11

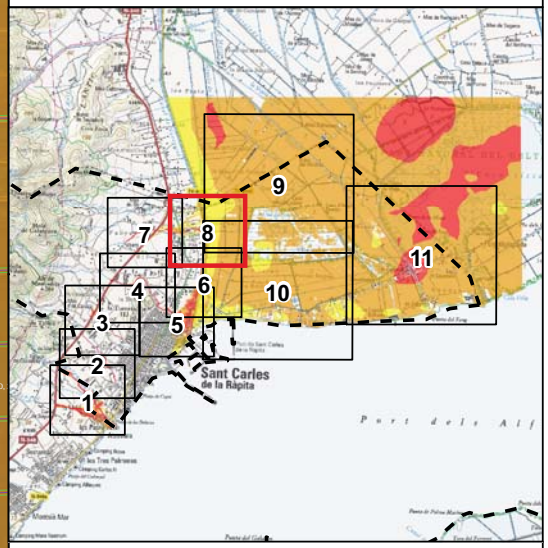


Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Torrent del Sit i
riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:5000

0 50 100 200 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

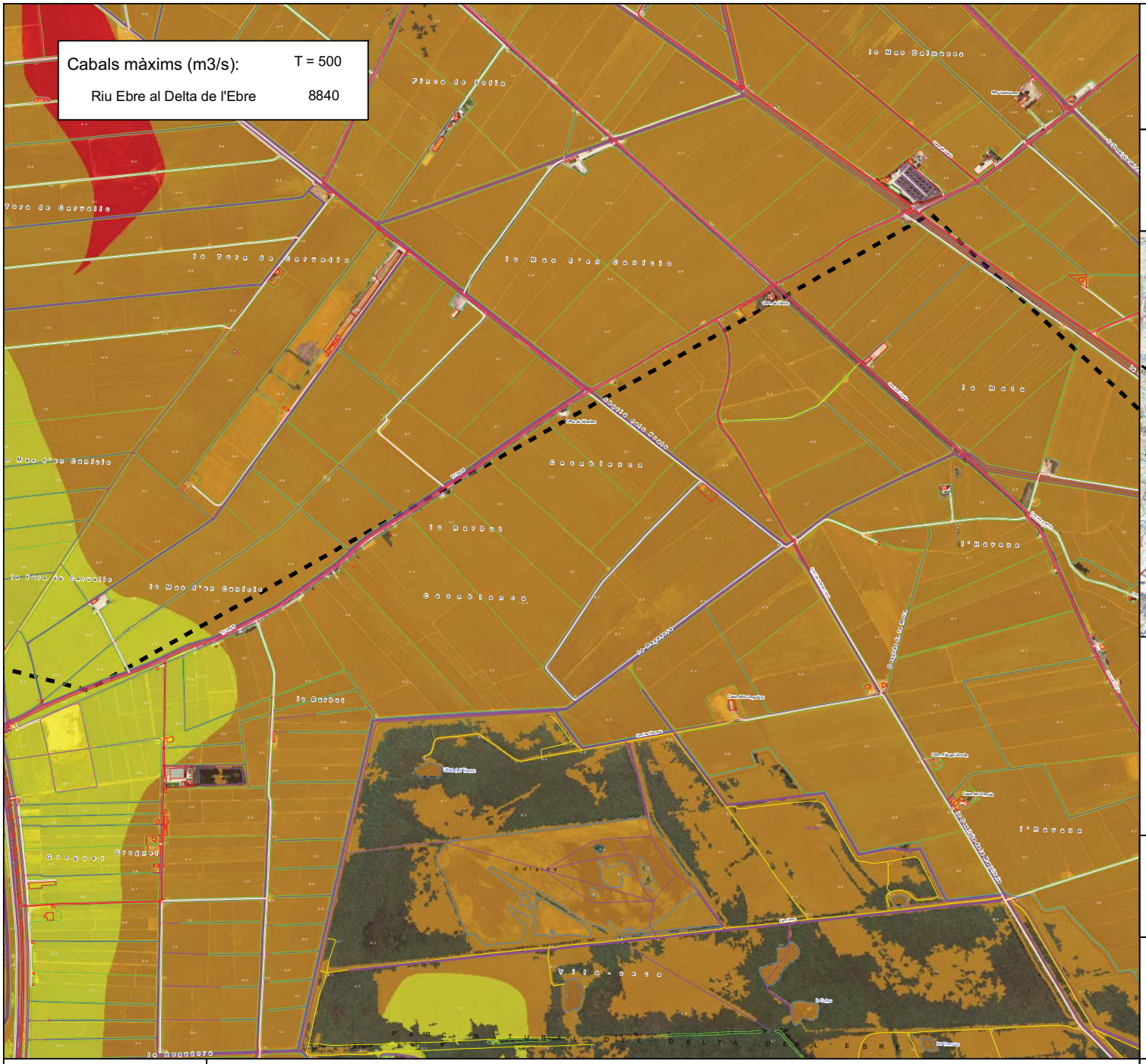
Full 8 de 11

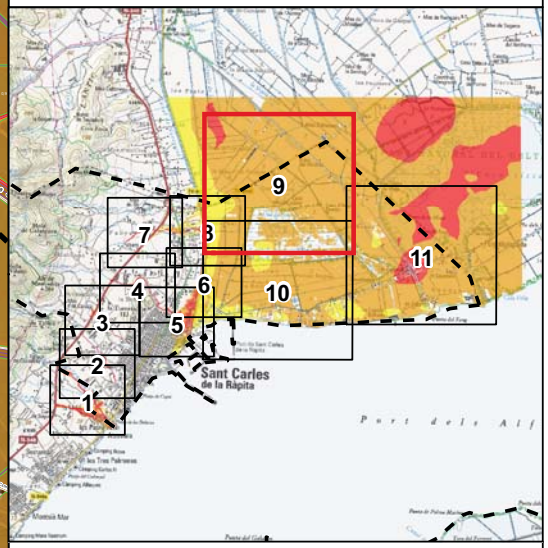
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre





Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:10000

0 100 200 400 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

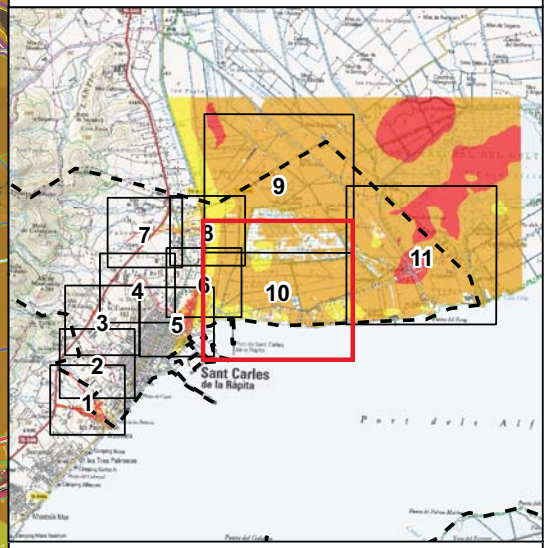
Full 9 de 11

Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre



Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:10000

0 100 200 400 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

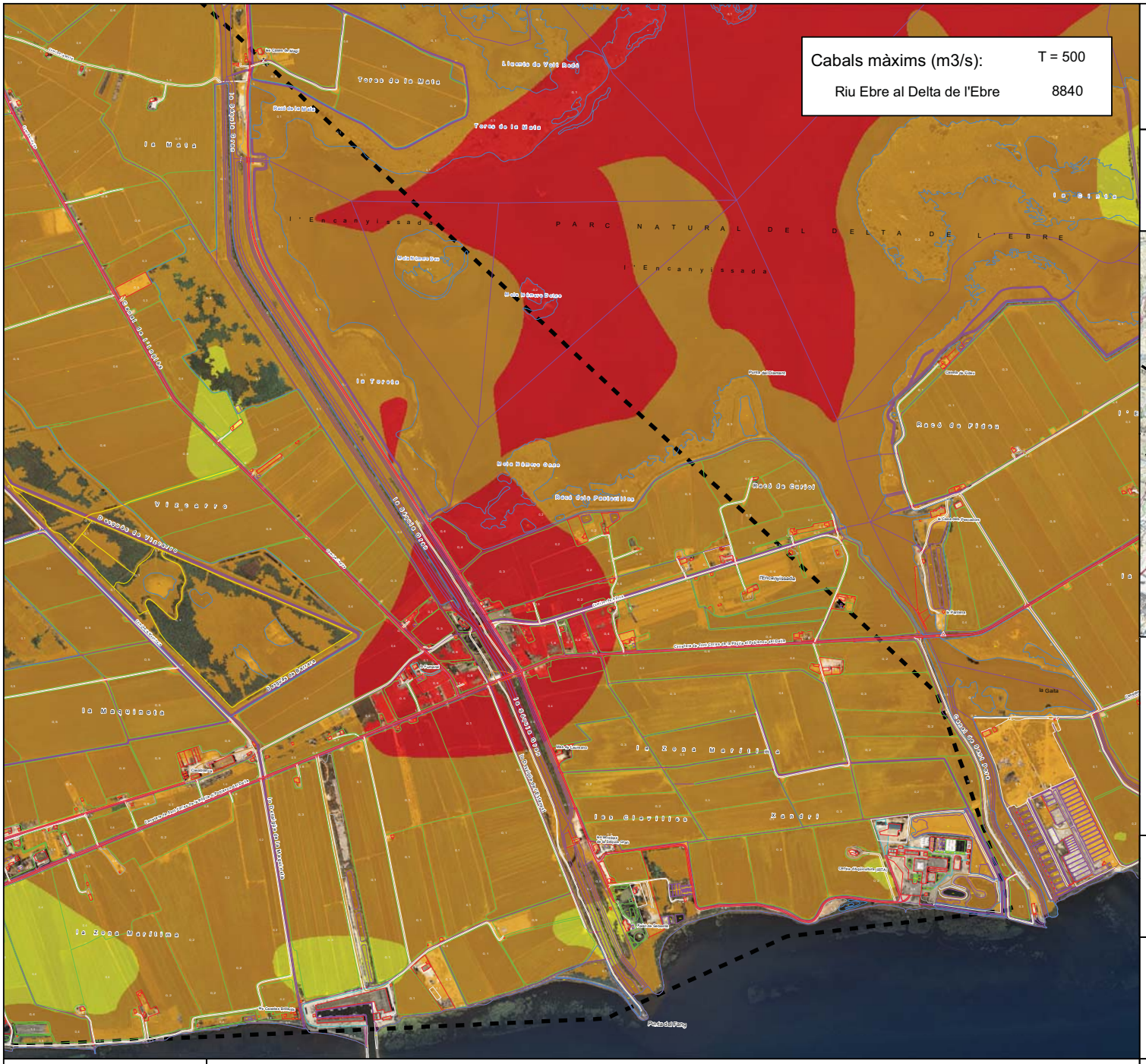
Full 10 de 11

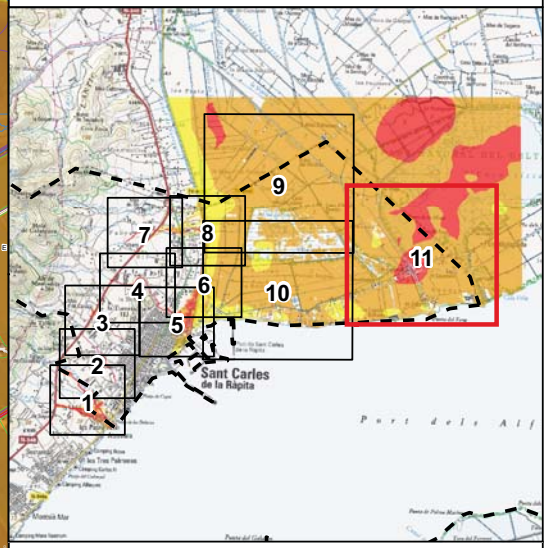
Estudi d'inundabilitat al municipi de Sant Carles de la Ràpita

March 2012

Tram:

Riu Ebre al Delta de l'Ebre





Llegenda:

- Zona inundable amb perillositat lleu
- Zona inundable amb perillositat moderada
- Zona inundable amb perillositat greu

Estudi d'inundabilitat realitzat utilitzant l'MDT de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, format ràster: Terme Municipal de Sant Carles de la Ràpita, amb pas de malla d'1x1 m, vol LIDAR març i abril 2004.
Precisió de 15-30 cm en altimetria.
Representació gràfica dels resultats en el plànol adjunt sobre l'ortofoto de l'ICC a escala 1:2.500 versió 3.3.

N

Escala 1:10000

0 100 200 400 m

Originals en DIN-A3

IGC Institut Geològic de Catalunya

Estudi d'inundabilitat al municpi de Sant Carles de la Ràpita

Classificació de les zones inundables per a T=500 anys

Plànol 2

Full 11 de 11

ANNEXOS

1 Zonificació i reglament d'usos de l'espai fluvial segons el Reglament de la Llei d'Urbanisme.

Fonts documentals:

- Reglament de la Llei d'urbanisme (Decret 380/2006, de 18 de juliol) publicat al DOGC núm. 4682 – 24/07/2006.
- http://aca-web.gencat.cat (plana web oficial de l'Agència Catalana de l'Aigua).

1.1 Introducció

L'article 6 del Reglament de la Llei d'urbanisme (decret 305/2006) estableix la directriu de preservació front als riscs d'inundació

Als efectes de l'aplicació de la directriu de planejament que estableix l'article 9.2 de la Llei d'urbanisme dins la zona inundable, que està constituïda per la llera dels rius i rieres i per aquelles franges de terreny vinculades a la preservació del règim de corrents i de les planes d'inundació per episodis extraordinaris, s'ha de distingir la zona fluvial, la zona del sistema hídric i la zona inundable per episodis extraordinaris. (article 6.1).

La zonificació de l'espai fluvial esdevé la base de la regulació dels usos del sòl en els espais riberencs i perifluvials.

1.2 Proposta d'usos

La directriu de preservació davant dels riscos d'inundació establerta en l'article 6 del Reglament de la Llei d'urbanisme, aprovat pel Decret 305/2006, de 8 de juliol, en desenvolupament del que determina l'article 9.2 del text refós de la Llei d'urbanisme, aprovat pel Decret legislatiu 1/2005, de 26 de juliol, conté el règim d'usos admissibles, limitats i prohibits en les diferents zones en que es divideix l'espai fluvial o zona inundable.

Aquest règim d'usos parteix d'una concepció de l'espai fluvial en la seva integritat a partir de la identificació de les funcions de les diferents zones: el flux, l'acumulació i l'emmagatzematge d'aigua, el bosc de ribera i el corredor ecològic, etc. Recull també, els aspectes més rellevants que s'han tenir en compte i incorporar la funcionalitat hidràulica i ambiental d'aquests espais en la planificació del territori.

1.3 Zona fluvial

La zona fluvial és la zona de l'espai fluvial necessària per preservar el riu, entès en la seva concepció més comuna. Està constituïda per la llera (amb la presència continuada o no

d'aigua) i les riberes. La preservació de la zona fluvial s'adreça a la protecció de la qualitat de l'aigua i dels sistemes biològics associats, com també de la morfologia de la llera i les seves riberes. Per delimitar la zona fluvial, es pren com a referència la línia base sorgida de la delimitació de les crescudes màximes de **període de retorn de 10 anys.**

S'ha de clarificar que aquesta delimitació s'ha de completar tenint en compte els aspectes ambientals, la zona ecosistèmica del sistema ripari i els usos riberencs.

Règim d'usos

L'article 6.2. del Reglament de la Llei d'urbanisme ordena la qualificació dels terrenys inclosos en aquesta zona com a sistema hidràulic per part del planejament urbanístic, el qual no hi podrà admetre cap ús tret d'aquells previstos a la legislació sectorial d'aigües pel que fa al domini públic hidràulic. En conseqüència, només s'hi podran realitzar operacions per millorar-ne la funcionalitat hidràulica i ambiental i la instal·lació d'infraestructures transversals, sempre que en respectin la continuïtat ambiental i hidràulica, o canalitzades, sempre que en respectin la continuïtat hidràulica i morfodinàmica. En canvi, queda prohibit qualsevol tipus d'urbanització d'aquests terrenys, a més de les instal·lacions dedicades al transport de matèries perilloses, que suposin un risc de contaminació del medi ambient.

1.4 Sistema hídric

El sistema hídric és la zona de l'espai fluvial reservada a la preservació correcta i plena del règim de corrents en cas d'avinguda, pel fet que és una zona amb un risc elevat d'inundacions. És una zona imprescindible per al riu, ja que permet el pas del flux d'aigua en avinguda i, alhora, la relació mediambiental amb la resta d'elements naturals. La delimitació del sistema hídric pren com a referència la franja delimitada per la línia de cota d'inundació de l'avinguda de **període de retorn de 100 anys**, donant-li cert sentit i continuïtat.

Règim d'usos

L'article 6.3. del Reglament de la Llei d'urbanisme estableix la prohibició del planejament urbanístic d'admetre en el sistema hídric cap edificació o construcció nova ni cap ús o activitat que suposi una modificació sensible del perfil natural del terreny, que pugui representar un obstacle al flux d'aigua o l'alteració del règim de corrents en cas d'avinguda.

Així mateix, pel que fa als usos admesos, l'article 6.3. esmentat estableix la llista d'usos següent que el planejament urbanístic pot permetre en el sistema hídric sempre que es duguin a terme amb les condicions especificades:

- Els usos agraris, sense que es pugui admetre cap instal·lació o edificació, ni tampoc l'establiment d'hivernacles ni cap tipus de tancament de les parcel·les.

- Els parcs, els espais lliures, les zones enjardinades i els usos esportius a l'aire lliure, sense edificacions ni construccions de cap mena.
- Els llacunatges i les estacions de bombament d'aigües residuals o potables.
- L'establiment longitudinal d'infraestructures de comunicació i transport, sempre que permeti la preservació del règim de corrents.
- La implantació d'infraestructures de serveis i canonades, degudament soterrades i protegides, i sempre que es preservi el règim de corrents i es garanteixi la no-afectabilitat a la qualitat de les aigües.
- Aquells altres usos previstos per la legislació aplicable en matèria de domini públic hidràulic.

El mateix article 6.3. habilita els plans d'ordenació urbanística municipal per incorporar els terrenys inclosos en el sistema hídric en sectors de sòl urbà no consolidat i de sòl urbanitzable, sempre que aquests terrenys es destinin a algun dels usos compatibles abans esmentats.

Només es podran destinar els terrenys inclosos en el sistema hídric a usos diferents dels relacionats en l'article 6.3. quan el planejament urbanístic, amb l'informe favorable de l'Administració hidràulica, prevegi l'execució de les obres necessàries per tal que les cotes definitives resultants de la urbanització compleixin les condicions de grau de risc d'inundació adequades per a la implantació de l'ordenació i usos establerts per l'indicat planejament. L'execució de les obres esmentades no ha de generar problemes d'inundabilitat a terrenys externs al sector i es considera com una càrrega d'urbanització dels àmbits d'actuació urbanística en els quals estiguin inclosos els terrenys.

1.5 Zona inundable

La zona inundable és la zona de l'espai fluvial, coincident amb la definició de la Llei d'aigües, que el riu arriba a ocupar esporàdicament coincidint amb avingudes extraordinàries. Tenint en compte el caràcter extemporani, la preservació de la zona inundable s'adreça a evitar danys importants si bé, i a diferència de les altres dues zones (al zona fluvial i el sistema hídric), és una zona de l'espai fluvial modificable per l'activitat humana, però sempre amb condicions. Per a la delimitació de la zona inundable es pren com a referència la línia de cota d'inundació de l'avinguda de **període de retorn de 500 anys.**

Règim d'usos

En darrer terme, l'article 6.4. del Reglament de la Llei d'urbanisme es refereix al règim d'usos del sòl dels terrenys situats en la zona inundable per episodis extraordinaris. Aquest règim

d'usos dependrà de si els terrenys es troben en una de les tres categories següents en funció dels paràmetres hidràulics disponibles de calat i velocitat de l'avinguda:

- Zona d'inundació greu: és aquell tipus de zona inundable per episodis extraordinaris que es dóna on les condicions hidràuliques presenten un calat superior o igual a 1 m, una velocitat més gran o igual a 1 m/s i el producte d'ambdós és superior o igual a 0,5 m²/s.
- Zona d'inundació moderada: s aquell tipus de zona inundable per episodis extraordinaris que es dóna on les condicions hidràuliques presenten un calat superior o igual a 0,4 m però inferior a 1 m, una velocitat superior o igual a 0,4 m/s però inferior a 1 m/s i el producte d'ambdós és més gran o igual a 0,08 m2/s però inferior a 0,5 m²/s.
- Zona d'inundació lleu: és aquell tipus de zona inundable per episodis extraordinaris que es dóna on les condicions hidràuliques presenten un calat inferior a 0,4 m, una velocitat més petita de 0,4 m/s i el producte d'ambdós és inferior a 0,08 m²/s.

En funció d'aquesta classificació, l'article 6.4. esmentat estableix el règim d'usos del sòl següent que haurà de quedar recollit en el planejament urbanístic:

- No pot admetre àrees d'acampada ni serveis de càmping, ni cap tipus d'edificació en la part de la zona inundable per episodis extraordinaris en què es produeixi la condició d'inundació greu.
- No pot admetre àrees d'acampada ni serveis de càmping, ni cap tipus d'edificació, amb excepció de les destinades a usos industrials i d'emmagatzematge, en la part de la zona inundable per episodis extraordinaris en què es produeixi la condició d'inundació moderada.
- No està subjecte a limitacions dels usos admissibles en la part de la zona inundable per episodis extraordinaris en què es produeixi la condició d'inundació lleu.

De la mateixa manera que estableix l'article 6.3. del Reglament de la Llei d'urbanisme en relació amb el règim d'usos del sòl en els terrenys situats en el sistema hídric, l'article 6.4. permet que el planejament urbanístic destini els terrenys situats en zona inundable per episodis extraordinaris a usos diferents dels relacionats en la primera part de l'article quan el planejament urbanístic, amb l'informe favorable de l'Administració hidràulica, prevegi l'execució de les obres necessàries per tal que les cotes definitives resultants de la urbanització compleixin les condicions de grau de risc d'inundació adequades per a la implantació de l'ordenació i usos establerts per l'indicat planejament. L'execució de les obres esmentades no ha de generar problemes d'inundabilitat a terrenys externs al sector i es considera com una càrrega d'urbanització dels àmbits d'actuació urbanística en els quals estiguin inclosos els terrenys.

1.6 Règims especials

La Directriu de prevenció davant dels riscos d'inundació de l'article 6 del Reglament de la Llei d'urbanisme estableix algunes especialitats sobre el règim d'usos del sòl en determinats terrenys situats en les diferents zones de l'espai fluvial.

Així, l'apartat 5 d'aquest article 6 exclou de l'aplicació del règim d'usos del sòl dels terrenys inclosos en les diferents zones de l'espai fluvial establert en els apartats 2, 3, i 4 **el sòl urbà i les edificacions o conjunts d'edificacions que siguin objecte de protecció pel seu valor històric, artístic, arquitectònic o industrial**. En aquests casos, el planejament urbanístic general, d'acord amb el que determini l'Administració hidràulica, ha de preveure les actuacions necessàries per a l'adopció de les mesures de protecció davant dels riscos d'inundació en els referits àmbits, i també la programació i l'execució de les obres corresponents. El planejament urbanístic general pot condicionar les actuacions de transformació dels usos o de reimplantació d'usos preexistents a l'execució, a càrrec de l'actuació i de les infraestructures necessàries que adeqüin el risc d'inundació a l'ordenació urbanística.

En el cas de **llacs, llacunes, aiguamolls, embassaments, parcs fluvials i altres elements que poden comportar riscos d'inundació**, l'apartat 7 de l'article 6 del Reglament de la Llei d'urbanisme disposa que el planejament urbanístic ha de tenir en compte aquests riscos en establir l'ordenació d'usos del sòl d'acord amb els criteris previstos en els apartats anteriors del mateix article 6, amb les especificitats que determini l'Administració hidràulica.

2 Taules de n composta per lleres

Extretes de "Guide for SelectingManning'sRoughnessCoefficients for Natural ChannelsandFloodPlains" del Servei Geològic dels Estats Units (USGS).

2.1 Valors del coeficient de manning de base (n_b) per una llera recte, uniforme i materials naturals:

Table 1. Base Values of Manning's *n*

Bed Material	Median Size of bed material (in millimeters)	Base *n* Value: Straight Uniform Channel[1]	Base *n* Value: Smooth Channel[2]
Sand Channels			
Sand[3]	0.2	0.012	--
	.3	.017	--
	.4	.020	--
	.5	.022	--
	.6	.023	--
	.8	.025	--
	1.0	.026	--
Stable Channels and Flood Plains			
Concrete	--	0.012-0.018	0.011
Rock Cut	--	--	.025
Firm Soil	--	0.025-0.032	.020
Coarse Sand	1-2	0.026-0.035	--
Fine Gravel	--	--	.024
Gravel	2-64	0.028-0.035	--
Coarse Gravel	--	--	.026
Cobble	64-256	0.030-0.050	--
Boulder	>256	0.040-0.070	--

[Modified from Aldridge & Garret, 1973, Table 1 --No data
1Benson & Dalrymple --No data
[2] For indicated material; Chow(1959)
[3] Only For Upper regime flow where grain roughness is predominant

The flow regime is governed by the size of the bed materials and the stream power, which is a measure of energy transfer. Stream power (SP) is computed by the formula

$$SP = \gamma R S_w V \qquad (4)$$

where:

SP = Stream Power, in newton-meters per second per square meter.
γ =specific weight of water, in Newtons per cubic meter
R=hydraulic radius, in meters
S_W = water surface slope, in meter per meter
V= mean velocity, in meters per second

The values in for sand channels are for upper regime flows and are based on extensive laboratory and field data obtained by the U.S. Geological Survey. When using these values, a check must be made to ensure that the stream power is large enough to produce upper regime flow (Fig. 2). Although the base *n* values given in for stable channels are from verification studies, the values have a wide range because the effects of bed roughness are extremely difficult to separate from the effects of other roughness factors. The choice of *n* values selected

2.2 Valors del coeficient manning per factors que afecten la rugositat de les lleres (n_1, n_2, n_3, n_4):

Table 2 . Adjustment Values for Factors that Affect the Roughness of a Channel [modified from Aldridge and Garrett, 1973, Table 2]

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Degree of Irregularity (n_1)		
Smooth	0.000	Compares to the smoothest channel attainable in a given bed material.
Minor	0.001-0.005	Compares to carefully degraded channels in good condition but having slightly eroded or scoured side slopes.
Moderate	0.006-0.010	Compares to dredged channels having moderate to considerable bed roughness and moderately sloughed or eroded side slopes. s in rock.
Severe	0.011-0.020	Badly sloughed or scalloped banks of natural streams; badly eroded or sloughed sides of canals or drainage channels; unshaped, jagged, and irregular surfaces of channel

Variation in channel cross section (n_2)

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Gradual	0.000	Size and shape of channel cross sections change gradually.
Alternating occasionally	0.001-0.005	Large and small cross sections alternate occasionally, or the main flow occasionally shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.
Alternating frequently	0.010-0.015	Large and small cross sections alternate frequently, or the main flow frequently shifts from side to side owing to changes in cross-sectional shape.

Effect of obstruction (n_3)

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Negligible	0.000-0.004	A few scattered obstructions, which include debris deposits, stumps, exposed roots, logs, piers, or isolated boulders, that occupy less than 5 percent of the cross-sectional area.
Minor	0.005-0.015	Obstructions occupy less than 15 percent of the cross-sectional area, and the spacing between obstructions is such that the sphere of influence around one obstruction does not extend to the sphere of influence around another obstruction. Smaller adjustments are used for curved smooth-surfaced objects than are used for sharp-edged angular objects.
Appreciable	0.020-0.030	Obstructions occupy from 15 percent to 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause the effects of several obstructions to be additive, thereby blocking an equivalent part of a cross section.
Severe	0.040-0.050	Obstructions occupy more than 50 percent of the cross-sectional area, or the space between obstructions is small enough to cause turbulence across most of the cross section.

Amount of vegetation (n_4)

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example

Small	0.002-0.010	Dense growths of flexible turf grass, such as Bermuda, or weeds growing where the average depth of flow is at least two times the height of the vegetation; supple tree seedlings such as willow, cottonwood, arrowhead, or saltcedar growing where the average depth of flow is at least three times the height of the vegetation.
Medium	0.010-0.025	Turf grass growing where the average depth of flow is from one to two times the height of the vegetation; moderately dense stemy grass, weeds, or tree seedlings growing where the average depth of flow is from two to three times the height of the vegetation; brushy, moderately dense vegetation, similar to 1-to-2-year-old willow trees in the dormant season, growing along the banks, and no significant vegetation is evident along the channel bottoms where the hydraulic radius exceeds 0.61 meters.
Large	0.025-0.050	Turf grass growing where the average depth of flow is about equal to the height of the vegetation; 8-to-10-years-old willow or cottonwood trees intergrown with some weeds and brush (none of the vegetation in foliage) where the hydraulic radius exceeds0.60 m; bushy willows about 1 year old intergrown with some weeds along side slopes (all vegetation in full foliage), and no significant vegetation exists along channel bottoms where the hydraulic radius is greater than 0.61 meters.
Very Large	0.050-0.100	Turf grass growing where the average depth of flow is less than half the height of the vegetation; bushy willow trees about 1 year old intergrown with weeds along side slopes C all vegetation in full foliage), or dense cattails growing along channel bottom; trees intergrow with weeds and brush (all vegetation in full foliage).

(Degree of Meandering m) [1 2] m

Channel Conditions	*n* Value Adjustment[1]	Example
Minor	1.00	Ratio of the channel length to valley length is 1.0 to 1.2.
Appreciable	1.15	Ratio of the channel length to valley length is 1.2 to 1.5.
Severe	1.30	Ratio of the channel length to valley length is greater than 1.5.

[1] Adjustments for degree of irregularity, variation in cross section, effect of obstructions, and vegetation are added to the base *n* value (Table 1) before multiplying by the adjustment for meander.
[2] Adjustment values apply to flow confined in channel and do not apply where downvalley flow crosses meanders.

3 Resultats del càlcul hidràulic

Les taules següents mostren els resultats dels valors de les variables hidràuliques dels torrents estudiats en el model 1D, per a cada un dels tres períodes de retorn considerats.

3.1 Període de retorn T-10 anys.

Barranc d'Aiguassera - T= 10 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1285	17.00	71.71	72.92	73.02	73.46	0.056008	3.27	5.32	7.24	1.13
1264	17.00	70.50	71.48	71.64	72.04	0.078414	3.44	5.38	9.95	1.30
1244	17.00	66.92	67.95	68.36	69.03	0.163927	4.61	3.72	6.29	1.83
1221	17.00	64.61	65.73	65.96	66.52	0.100668	3.96	4.41	6.86	1.48
1201	17.00	62.90	64.00	64.23	64.74	0.086519	3.85	4.63	7.47	1.39
1181	17.00	62.07	63.57	63.14	63.74	0.009840	1.86	9.72	8.71	0.51
1161	17.00	62.09	63.09	63.09	63.43	0.037279	2.68	6.86	10.68	0.94
1141	17.00	60.28	61.07	61.24	61.68	0.094364	3.63	5.08	9.54	1.44
1121	17.00	58.66	60.40	60.27	60.75	0.029296	2.62	6.62	7.16	0.80
1101	17.00	58.44	59.71	59.71	60.12	0.034757	2.92	6.29	7.94	0.93
1081	17.00	57.32	58.35	58.48	58.90	0.064893	3.37	5.36	8.45	1.22
1060	17.00	55.84	56.97	57.11	57.60	0.059272	3.57	5.02	6.61	1.19
1041	17.00	55.48	56.66	56.66	57.08	0.034474	2.93	6.27	7.84	0.93
1021	17.00	53.75	55.05	55.19	55.66	0.068335	3.46	4.98	6.78	1.22
998	17.00	53.22	54.30	54.30	54.64	0.039294	2.62	6.78	10.38	0.95
978	17.00	51.84	53.30	53.32	53.69	0.043567	2.80	6.31	8.94	0.97
958	17.00	51.09	52.86	52.44	53.05	0.011141	1.95	9.30	8.67	0.53
938	17.00	50.90	52.41	52.25	52.74	0.022727	2.62	7.18	7.94	0.76
915	17.00	50.72	51.81	51.81	52.20	0.036404	2.84	6.42	8.69	0.94
901	17.00	50.19	51.22	50.98	51.38	0.014688	1.79	9.97	12.44	0.60
880	17.00	49.36	50.23	50.30	50.67	0.051025	3.00	5.95	8.93	1.09
860	17.00	47.85	49.31	49.20	49.58	0.024336	2.49	7.66	9.47	0.77
840	17.00	47.36	48.64	48.64	49.02	0.034688	2.82	6.52	8.82	0.92
820	17.00	46.01	47.46	47.58	48.05	0.046812	3.49	5.28	6.79	1.05
799	17.00	45.17	47.08	46.68	47.30	0.013012	2.12	8.86	11.99	0.57
776	17.00	44.78	45.75	45.98	46.47	0.141558	4.34	4.80	11.59	1.68
760	17.00	44.12	45.34	45.18	45.51	0.015192	1.99	9.96	16.03	0.62
740	17.00	43.78	44.60	44.69	44.94	0.059337	2.85	6.93	18.41	1.14
725	17.00	43.58	44.27	44.26	44.47	0.034680	1.99	8.50	19.37	0.85
713	17.00	43.24	43.98	43.91	44.13	0.022239	1.65	10.10	21.49	0.69
696	17.00	43.04	43.58	43.56	43.76	0.028518	1.39	9.50	23.50	0.72
684	17.00	42.63	43.43	43.23	43.51	0.011162	1.14	13.07	24.75	0.47
656	17.00	41.29	42.08	42.27	42.68	0.096749	3.73	5.27	13.29	1.47

Barranc d'Aiguassera - T= 10 anys										
Secció	Cabal (m3/s)	Cota inferior (m)	Nivell aigua (m)	Nivell crític (m)	Nivell energia (m)	Pendent motriu (m/m)	Velocitat (m/s)	Àrea secció (m2)	Amplada (m)	Froude
643	17.00	39.94	40.93	41.17	41.63	0.087130	3.80	4.80	9.25	1.40
618	21.30	38.95	40.08	40.10	40.41	0.034029	2.82	8.61	14.10	0.91
585	21.30	37.10	38.70	38.81	39.18	0.044514	3.23	7.31	11.24	1.01
539	21.30	35.46	36.96	37.03	37.43	0.041206	3.07	7.21	11.78	0.98
522	21.30	34.23	35.90	35.60	36.13	0.014329	2.21	10.31	10.38	0.62
502	21.30	33.57	35.35	35.23	35.75	0.027792	2.83	7.78	7.84	0.81
481	21.30	33.12	34.82	34.71	35.15	0.021382	2.65	8.93	10.58	0.74
460	21.30	32.72	34.44	34.29	34.71	0.018113	2.46	9.78	12.29	0.69
439	21.30	32.58	33.95	33.95	34.30	0.028016	2.78	8.87	13.13	0.84
420	21.30	30.99	31.99	32.21	32.73	0.086930	3.86	5.76	8.94	1.41
402	21.30	30.04	31.67	31.67	32.18	0.034129	3.22	7.16	8.19	0.91
379	21.30	28.76	30.13	30.33	30.88	0.059528	3.90	5.80	6.85	1.18
360	21.30	27.79	29.73	29.34	29.98	0.012163	2.33	10.21	8.63	0.59
340	21.30	27.14	29.05	29.05	29.62	0.034882	3.44	6.56	5.85	0.91
321	21.30	25.72	27.51	27.64	28.24	0.066941	3.79	5.63	4.92	1.13
301	21.30	25.19	27.63	27.00	27.82	0.009596	1.98	11.40	9.37	0.48
280	21.30	25.24	27.08	27.08	27.51	0.033147	2.98	7.68	9.01	0.87
261	21.30	23.98	25.78	25.45	26.03	0.013994	2.31	9.85	9.16	0.61
239	21.30	23.69	25.59	25.15	25.76	0.008353	1.92	12.65	13.07	0.49
221	21.30	23.01	25.51	24.79	25.62	0.004763	1.64	15.98	17.32	0.37
210	21.30	23.24	25.40	25.21	25.54	0.011983	1.80	13.50	20.86	0.51
203	21.30	22.27	25.45	24.09	25.48	0.001371	0.94	27.92	27.37	0.19
198	Bridge									
192	21.30	22.54	24.95	24.95	25.32	0.043457	2.82	8.03	10.95	0.87
175	21.30	21.90	23.34	23.60	24.17	0.079218	4.06	5.36	6.77	1.33
161	21.30	21.22	23.15	23.04	23.56	0.029121	2.84	7.72	7.73	0.83
140	21.30	20.38	22.40	22.37	22.88	0.044685	3.06	6.96	6.68	0.96
120	21.30	19.97	21.77	21.47	22.03	0.016885	2.31	9.60	9.58	0.65
102	21.30	19.73	21.28	21.28	21.63	0.028279	2.76	8.54	12.13	0.83
82	21.30	19.14	20.48	20.56	20.90	0.038012	2.98	7.98	13.76	0.95
68	21.30	18.63	19.87	19.93	20.35	0.049034	3.11	6.96	9.25	1.06
54	21.30	17.74	19.22	19.05	19.53	0.021706	2.50	8.83	8.78	0.74
37	21.30	17.22	18.55	18.55	19.02	0.045275	3.03	7.02	7.55	1.00
20	21.30	15.83	17.45	17.50	18.04	0.050195	3.39	6.32	6.44	1.05
3	21.30	15.31	16.53	16.58	17.04	0.054150	3.18	6.71	7.88	1.10

Barranc dels Penjats - T= 10 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
895	6.70	81.19	81.48	81.49	81.58	0.057098	1.33	5.02	27.23	0.99
877	6.70	80.18	80.44	80.42	80.51	0.041270	1.19	5.71	30.82	0.85
863	6.70	79.35	79.81	79.73	79.87	0.022431	1.16	5.85	21.96	0.67
843	6.70	79.03	79.32	79.32	79.41	0.059620	1.33	5.07	29.50	1.01
815	6.70	77.76	79.30	78.08	79.30	0.000069	0.18	39.79	61.51	0.05
801	6.70	77.30	79.29	77.81	79.30	0.000132	0.30	22.00	141.02	0.07
785	Bridge									
765	6.70	75.47	75.84	76.03	76.69	0.409792	4.18	1.68	11.33	2.76
758	6.70	75.16	75.58	75.54	75.68	0.030220	1.56	5.02	29.83	0.81
751	6.70	74.93	75.25	75.25	75.35	0.052273	1.60	4.67	27.09	1.00
743	6.70	74.05	74.12	74.24	74.49	0.154725	0.81	2.57	14.74	1.27
735	6.70	73.20	73.47	73.45	73.55	0.030264	1.13	5.62	27.58	0.75
728	6.70	72.94	73.29	73.27	73.35	0.030525	1.24	6.07	33.53	0.77
721	6.70	72.75	73.04	73.04	73.12	0.041532	1.40	5.46	31.78	0.89
714	6.70	72.63	72.66	72.73	72.85	0.037578	0.27	3.58	14.99	0.57
705	6.70	71.53	72.13	72.08	72.20	0.019142	1.33	6.24	28.44	0.66
697	6.70	71.56	71.93	71.93	72.01	0.033353	1.47	5.43	28.35	0.83
690	6.70	70.88	71.30	71.42	71.64	0.090854	2.77	2.78	11.69	1.41
683	6.70	71.00	71.22	71.22	71.35	0.031628	1.00	4.52	17.46	0.74
675	6.70	69.01	69.39	69.68	70.65	0.508771	5.01	1.37	5.80	3.13
668	6.70	67.70	68.40	68.57	68.95	0.118569	3.31	2.03	4.90	1.60
660	6.70	67.53	68.39	68.39	68.65	0.038180	2.28	3.00	6.09	0.96
652	6.70	67.00	67.60	67.77	68.16	0.114297	3.34	2.04	4.85	1.60
644	6.70	66.83	67.80	67.56	67.89	0.008951	1.34	5.40	9.35	0.49
635	6.70	66.31	67.80	67.19	67.84	0.002442	0.97	7.94	9.55	0.28
626	6.70	66.37	67.43	67.43	67.74	0.035447	2.51	2.81	4.94	0.93
617	6.70	65.57	66.14	66.29	66.62	0.122748	3.06	2.21	6.67	1.62
609	6.70	65.24	65.88	65.88	66.08	0.033098	2.00	3.57	9.01	0.89
601	6.70	65.05	65.62	65.62	65.79	0.038281	1.94	3.67	10.27	0.93
594	6.70	64.60	65.10	65.18	65.39	0.075366	2.51	2.89	9.77	1.28
586	6.70	64.08	64.92	64.92	65.13	0.035619	2.05	3.46	8.73	0.91
578	6.70	63.41	63.87	64.07	64.53	0.209285	3.76	2.00	8.47	2.08
570	6.70	62.78	63.63	63.69	63.90	0.041575	2.36	3.15	9.98	1.00
564	6.70	61.86	62.33	62.59	63.24	0.281325	4.23	1.60	5.48	2.39
552	6.70	61.16	61.80	61.92	62.17	0.064699	2.84	2.78	9.51	1.25
543	6.70	60.52	61.28	61.37	61.64	0.060992	2.64	2.59	6.01	1.18
538	6.70	60.24	61.29	61.16	61.48	0.020547	1.94	3.59	6.03	0.72
532	6.70	60.38	61.28	61.02	61.37	0.008560	1.36	5.43	8.85	0.49
522	6.70	59.60	61.26	60.59	61.31	0.003133	1.00	7.17	7.53	0.29
516	6.70	59.62	61.17	60.73	61.27	0.008931	1.43	4.75	5.82	0.46
509	6.70	59.96	61.15	60.75	61.21	0.004913	1.16	6.76	10.74	0.38

Barranc dels Penjats - T= 10 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
501	6.70	59.73	61.12	60.63	61.18	0.004157	1.10	6.94	9.69	0.34
493	6.70	59.13	61.14	60.08	61.16	0.000714	0.64	12.52	12.87	0.16
485	6.70	59.89	60.84	60.84	61.11	0.034515	2.37	3.01	6.06	0.92
478	6.70	58.19	58.60	58.96	60.29	0.646467	5.78	1.16	4.19	3.50
470	6.70	58.05	59.03	58.74	59.12	0.008385	1.40	5.22	8.25	0.48
463	6.70	58.14	58.80	58.79	59.00	0.032420	2.05	3.50	16.07	0.89
455	6.70	57.87	58.57	58.57	58.76	0.032398	2.01	3.68	14.73	0.88
445	6.70	56.86	57.65	57.76	58.07	0.082633	2.89	2.33	5.17	1.35
435	6.70	56.68	57.84	57.33	57.87	0.002484	0.88	8.37	13.31	0.27
427	6.70	57.23	57.66	57.66	57.81	0.039298	1.75	4.03	15.65	0.92
419	6.70	56.21	56.96	57.07	57.32	0.068029	2.68	2.53	6.18	1.24
410	6.70	55.52	56.84	56.34	56.89	0.003298	1.08	7.40	9.58	0.32
400	6.70	55.83	56.64	56.64	56.79	0.026522	1.98	4.16	12.31	0.81
391	6.70	55.55	56.26	56.28	56.46	0.040273	2.16	3.56	10.59	0.96
383	6.70	54.37	55.01	55.20	55.63	0.154005	3.50	1.92	4.97	1.80
376	6.70	53.72	54.57	54.66	54.96	0.057342	2.80	2.48	5.21	1.16
369	6.70	53.41	54.05	54.15	54.41	0.074430	2.66	2.55	6.39	1.29
361	6.70	53.03	53.75	53.68	53.92	0.024184	1.87	3.76	7.72	0.78
352	6.70	52.73	53.44	53.44	53.67	0.035070	2.19	3.24	7.15	0.93
344	6.70	52.45	53.35	53.16	53.45	0.010630	1.48	5.29	10.99	0.54
336	6.70	52.46	53.14	53.14	53.31	0.028795	1.97	4.14	13.58	0.84
326	6.70	51.61	52.36	52.46	52.74	0.061165	2.81	2.52	5.93	1.21
316	6.70	51.32	52.36	52.10	52.47	0.009518	1.56	4.81	7.49	0.52
309	6.70	51.21	52.07	52.07	52.34	0.040829	2.28	2.97	5.96	0.98
301	6.70	50.81	51.33	51.49	51.85	0.114931	3.23	2.12	5.54	1.60
294	6.70	50.51	51.31	51.31	51.56	0.033611	2.27	3.15	6.64	0.91
285	6.70	50.01	50.54	50.63	50.90	0.069607	2.71	2.63	6.91	1.27
275	6.70	49.31	50.35	50.02	50.45	0.008118	1.45	5.05	7.03	0.48
265	6.70	49.28	50.10	50.10	50.30	0.034660	2.14	3.60	8.87	0.92
256	6.70	48.74	49.55	49.41	49.68	0.016067	1.67	4.35	8.50	0.64
246	6.70	48.24	49.48	49.12	49.56	0.006332	1.32	6.10	10.86	0.42
236	6.70	48.02	49.12	49.12	49.40	0.041691	2.36	2.87	5.22	0.97
228	6.70	47.53	47.96	48.18	48.70	0.237745	3.84	1.78	6.52	2.20
220	6.70	45.64	46.20	46.46	47.03	0.206781	4.05	1.69	4.71	2.09
211	6.70	45.53	46.45	46.45	46.71	0.035706	2.31	3.22	6.90	0.94
202	6.70	45.00	45.49	45.59	45.88	0.103471	2.94	2.56	8.11	1.51
194	6.70	44.61	45.37	45.37	45.61	0.036480	2.24	3.36	8.16	0.95
187	6.70	44.04	44.63	44.79	45.15	0.103202	3.28	2.25	6.40	1.54
179	6.70	43.60	44.20	44.27	44.50	0.067669	2.51	3.07	9.61	1.23
171	6.70	42.91	44.03	43.86	44.18	0.015489	1.79	4.44	9.47	0.64
164	6.70	43.09	43.81	43.81	44.02	0.032092	2.12	3.89	10.14	0.89

Barranc dels Penjats - T= 10 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
158	6.70	42.53	43.50	43.37	43.63	0.013639	1.70	5.32	10.84	0.60
150	6.70	42.39	43.33	43.26	43.50	0.020416	2.02	4.88	11.40	0.73
142	6.70	42.32	43.08	43.08	43.31	0.033980	2.19	3.69	10.47	0.92
133	6.70	41.34	42.18	42.35	42.63	0.083029	2.97	2.27	6.39	1.34
125	6.70	41.44	42.26	42.13	42.38	0.013703	1.62	5.43	13.48	0.61
116	6.70	40.54	42.18	41.72	42.27	0.007227	1.35	5.55	8.39	0.43
110	6.70	41.12	41.96	41.96	42.17	0.029521	2.17	3.93	10.13	0.87
103	6.70	40.61	41.23	41.41	41.81	0.102053	3.39	2.10	5.10	1.54
96	6.70	39.81	40.77	40.88	41.21	0.071434	2.94	2.28	4.02	1.24
91	6.70	39.92	40.79	40.79	41.05	0.030108	2.37	3.37	7.11	0.89
81	6.70	39.46	40.25	40.34	40.61	0.065552	2.83	2.91	7.46	1.23
73	6.70	38.32	40.20	39.21	40.23	0.001396	0.82	9.13	7.94	0.21
64	6.70	38.53	40.09	39.61	40.20	0.007366	1.46	4.96	5.63	0.44
52	6.70	38.48	40.02	39.71	40.07	0.005060	1.18	8.92	35.34	0.36
36	Bridge									
23	6.70	36.41	37.44	37.12	37.54	0.010085	1.36	4.94	6.64	0.50
17	12.30	36.21	37.32	37.11	37.46	0.011620	1.66	7.42	10.44	0.56
9	12.30	35.80	37.30	36.68	37.37	0.003785	1.23	10.02	10.42	0.35
7	12.30	35.87	36.90	36.90	37.32	0.035234	2.89	4.32	7.32	0.99

3.2 Període de retorn T-100 anys.

Barranc d'Aiguassera - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1285	41.10	71.71	73.46	73.74	74.44	0.056040	4.53	9.93	9.89	1.22
1264	41.10	70.50	71.85	72.18	72.92	0.090145	4.86	9.38	11.53	1.49
1244	41.10	66.92	68.36	68.91	70.34	0.165257	6.42	7.13	11.25	2.00
1221	41.10	64.61	66.20	66.67	67.69	0.101363	5.54	7.96	8.08	1.61
1201	41.10	62.90	64.45	64.89	65.81	0.093388	5.41	8.47	9.71	1.56
1181	41.10	62.07	64.14	63.80	64.57	0.015813	3.00	14.74	12.65	0.69
1161	41.10	62.09	63.63	63.63	64.16	0.030857	3.41	13.24	13.99	0.93
1141	41.10	60.28	61.47	61.80	62.57	0.092124	4.95	9.13	10.63	1.54
1121	41.10	58.66	60.95	61.05	61.72	0.039760	4.00	11.05	9.17	1.00
1101	41.10	58.44	60.28	60.40	61.04	0.037821	4.11	11.37	9.95	1.04
1081	41.10	57.32	58.82	59.09	59.83	0.066523	4.68	9.66	9.75	1.34
1060	41.10	55.84	57.57	57.87	58.62	0.054073	4.78	9.86	9.77	1.24
1041	41.10	55.48	57.36	57.36	58.00	0.028759	3.78	12.40	9.85	0.92

Barranc d'Aiguassera - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1021	41.10	53.75	55.55	55.91	56.76	0.074839	4.97	8.78	8.33	1.38
998	41.10	53.22	54.70	54.86	55.43	0.051103	3.94	11.32	12.31	1.16
978	41.10	51.84	53.80	53.93	54.53	0.045732	3.91	11.37	10.96	1.08
958	41.10	51.09	53.73	53.16	54.04	0.010306	2.60	17.77	10.89	0.55
938	41.10	50.90	53.02	53.02	53.70	0.028843	3.87	12.69	9.97	0.91
915	41.10	50.72	52.39	52.50	53.01	0.032661	3.72	13.02	13.96	0.97
901	41.10	50.19	51.82	51.48	52.10	0.014824	2.52	17.75	13.80	0.66
880	41.10	49.36	50.77	50.90	51.52	0.044380	3.99	11.19	10.37	1.11
860	41.10	47.85	49.55	49.80	50.49	0.064752	4.64	10.00	10.10	1.29
840	41.10	47.36	49.27	49.27	49.86	0.029359	3.64	12.88	11.21	0.92
820	41.10	46.01	48.13	48.31	49.03	0.041858	4.51	10.56	8.69	1.08
799	41.10	45.17	48.06	47.53	48.23	0.006214	2.08	24.88	18.86	0.43
776	41.10	44.78	46.08	46.43	47.22	0.137937	5.58	9.07	14.61	1.78
760	41.10	44.12	45.91	45.65	46.14	0.011902	2.35	20.13	19.04	0.59
740	41.10	43.78	44.81	45.04	45.55	0.088414	4.21	11.18	21.11	1.46
725	41.10	43.58	44.57	44.63	44.96	0.040551	2.88	14.84	23.73	0.99
713	41.10	43.24	44.32	44.26	44.58	0.024204	2.33	18.18	26.86	0.78
696	41.10	43.04	43.93	43.88	44.18	0.023444	1.94	18.60	28.71	0.73
684	41.10	42.63	43.84	43.56	43.99	0.010056	1.54	23.79	27.51	0.49
656	41.10	41.29	42.43	42.70	43.27	0.081703	4.55	10.46	16.83	1.44
643	41.10	39.94	41.39	41.70	42.33	0.069480	4.66	10.17	14.05	1.36
618	50.40	38.95	40.51	40.58	41.05	0.037415	3.77	16.04	22.14	1.02
585	50.40	37.10	39.18	39.34	39.93	0.045961	4.22	13.77	15.63	1.09
539	50.40	35.46	37.27	37.57	38.22	0.066747	4.68	13.98	27.95	1.31
522	50.40	34.23	35.92	36.31	37.19	0.075536	5.13	10.53	10.49	1.42
502	50.40	33.57	36.10	36.10	36.66	0.023358	3.55	16.82	15.62	0.80
481	50.40	33.12	35.20	35.42	36.03	0.040600	4.33	13.53	13.65	1.07
460	50.40	32.72	35.05	34.95	35.47	0.018093	3.18	19.08	18.10	0.73
439	50.40	32.58	34.47	34.56	34.98	0.028261	3.61	17.94	23.25	0.90
420	50.40	30.99	32.47	32.89	33.75	0.082619	5.20	10.56	11.27	1.49
402	50.40	30.04	32.35	32.50	33.02	0.029488	3.98	15.68	16.67	0.91
379	50.40	28.76	30.77	31.13	31.94	0.055986	5.12	11.59	10.89	1.23
360	50.40	27.79	30.82	30.16	31.16	0.009080	2.84	21.27	11.63	0.55
340	50.40	27.14	29.99	29.99	30.84	0.028548	4.34	13.03	7.88	0.89
321	50.40	25.72	28.09	28.58	29.59	0.084711	5.56	9.69	8.79	1.36
301	50.40	25.19	28.40	27.91	28.77	0.012072	2.84	19.38	11.33	0.57
280	50.40	25.24	27.77	27.77	28.42	0.029186	3.79	14.51	10.89	0.88
261	50.40	23.98	25.78	26.26	27.22	0.077869	5.45	9.87	9.17	1.44
239	50.40	23.69	26.09	25.85	26.46	0.013781	2.96	19.64	15.28	0.65
221	50.40	23.01	25.94	25.64	26.20	0.009333	2.61	24.14	20.87	0.53
210	50.40	23.24	25.62	25.62	26.04	0.028483	3.09	18.38	22.83	0.80

Barranc d'Aiguassera - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
203	50.40	22.27	25.74	25.10	25.86	0.003889	1.72	36.47	30.74	0.33
198	Bridge									
192	50.40	22.54	25.55	25.55	25.85	0.024301	2.76	22.41	35.11	0.70
175	50.40	21.90	24.02	24.33	25.02	0.052340	4.73	12.30	13.83	1.18
161	50.40	21.22	23.88	23.89	24.52	0.026731	3.74	15.15	13.06	0.86
140	50.40	20.38	23.18	23.23	23.86	0.035171	3.72	14.27	11.92	0.92
120	50.40	19.97	22.03	22.26	22.96	0.047527	4.37	12.21	10.45	1.12
102	50.40	19.73	21.64	21.84	22.36	0.042783	4.09	14.35	17.58	1.07
82	50.40	19.14	20.87	21.06	21.55	0.044314	4.00	14.62	18.89	1.08
68	50.40	18.63	20.48	20.59	21.08	0.032629	3.62	15.75	17.61	0.95
54	50.40	17.74	20.00	19.76	20.51	0.018934	3.27	16.31	10.85	0.75
37	50.40	17.22	19.30	19.30	20.03	0.039307	3.79	13.34	9.30	0.99
20	50.40	15.83	18.16	18.37	19.18	0.046272	4.58	11.59	8.46	1.10
3	50.40	15.31	17.01	17.31	18.14	0.066451	4.72	10.86	9.18	1.31

Barranc dels Penjats - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
895	14.20	81.19	81.60	81.60	81.75	0.057013	1.71	8.31	30.99	1.05
877	14.20	80.18	80.51	80.54	80.68	0.066133	1.84	7.89	32.10	1.14
863	14.20	79.35	80.25	79.90	80.28	0.003331	0.80	19.79	45.87	0.30
843	14.20	79.03	80.24	79.45	80.25	0.000388	0.36	43.96	81.06	0.11
815	14.20	77.76	80.24	78.23	80.24	0.000051	0.22	83.05	155.42	0.05
801	14.20	77.30	80.23	78.03	80.24	0.000226	0.52	48.55	207.13	0.10
785	Bridge									
765	14.20	75.47	76.26	76.26	76.57	0.031533	2.32	5.85	39.55	0.91
758	14.20	75.16	75.54	75.71	76.12	0.210220	3.84	4.38	29.22	2.11
751	14.20	74.93	75.39	75.39	75.55	0.044500	1.99	8.18	30.78	1.00
743	14.20	74.05	74.24	74.41	74.77	0.151813	1.52	4.60	19.64	1.48
735	14.20	73.20	73.54	73.59	73.72	0.063093	1.91	7.51	32.36	1.13
728	14.20	72.94	73.40	73.37	73.51	0.029217	1.53	9.97	36.22	0.80
721	14.20	72.75	73.14	73.14	73.28	0.041215	1.75	8.87	34.12	0.94
714	14.20	72.63	72.85	72.87	72.99	0.043908	1.13	8.69	36.11	0.86
705	14.20	71.53	72.17	72.23	72.39	0.054842	2.41	7.65	33.62	1.13
697	14.20	71.56	72.04	72.04	72.18	0.034401	1.84	8.86	30.58	0.89
690	14.20	70.88	71.50	71.62	71.87	0.060330	2.99	5.57	14.70	1.24
683	14.20	71.00	71.40	71.40	71.58	0.029248	1.49	7.78	20.10	0.79
675	14.20	69.01	69.58	69.90	70.96	0.290118	5.47	2.94	10.32	2.59

Barranc dels Penjats - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
668	14.20	67.70	68.64	68.95	69.58	0.119983	4.34	3.37	6.14	1.72
660	14.20	67.53	68.72	68.80	69.09	0.031784	2.81	5.75	11.43	0.94
652	14.20	67.00	67.92	68.15	68.70	0.081856	3.98	3.73	5.89	1.47
644	14.20	66.83	68.27	67.86	68.37	0.006338	1.56	10.41	12.53	0.45
635	14.20	66.31	68.25	67.56	68.33	0.003128	1.35	12.80	12.92	0.33
626	14.20	66.37	67.89	67.89	68.23	0.022746	2.77	5.99	8.66	0.81
617	14.20	65.57	66.30	66.60	67.25	0.153182	4.37	3.41	8.33	1.92
609	14.20	65.24	66.02	66.16	66.49	0.059727	3.15	4.92	10.36	1.24
601	14.20	65.05	65.85	65.86	66.13	0.034466	2.44	6.31	12.24	0.95
594	14.20	64.60	65.28	65.42	65.74	0.073821	3.22	4.92	12.06	1.35
586	14.20	64.08	65.22	65.22	65.48	0.025841	2.38	6.93	42.59	0.84
578	14.20	63.41	64.04	64.32	64.99	0.187359	4.67	3.56	21.84	2.11
570	14.20	62.78	63.83	63.96	64.29	0.052080	3.22	5.32	25.00	1.18
564	14.20	61.86	62.59	62.93	63.65	0.152808	4.66	3.28	13.12	1.95
552	14.20	61.16	61.98	62.17	62.58	0.078179	3.80	4.73	11.64	1.44
543	14.20	60.52	61.83	61.72	62.08	0.018387	2.35	7.09	20.26	0.73
538	14.20	60.24	61.76	61.61	61.98	0.013782	2.20	7.84	17.72	0.64
532	14.20	60.38	61.79	61.34	61.90	0.006063	1.59	10.72	14.04	0.44
522	14.20	59.60	61.75	60.98	61.84	0.003958	1.42	11.36	9.69	0.35
516	14.20	59.62	61.64	61.18	61.80	0.008948	1.87	8.81	11.24	0.50
509	14.20	59.96	61.67	61.10	61.74	0.003684	1.33	13.45	15.01	0.35
501	14.20	59.73	61.63	60.99	61.71	0.003631	1.33	12.39	12.10	0.34
493	14.20	59.13	61.65	60.45	61.68	0.001066	0.93	18.23	15.40	0.20
485	14.20	59.89	61.20	61.20	61.62	0.030511	2.97	5.21	9.65	0.93
478	14.20	58.19	58.82	59.30	60.89	0.429128	6.40	2.25	5.69	3.07
470	14.20	58.05	59.40	59.09	59.53	0.008137	1.76	10.01	15.59	0.51
463	14.20	58.14	59.07	59.07	59.41	0.032817	2.67	5.63	18.63	0.95
455	14.20	57.87	58.75	58.81	59.12	0.043698	2.83	5.43	15.80	1.07
445	14.20	56.86	57.97	58.14	58.58	0.063119	3.51	4.19	6.47	1.28
435	14.20	56.68	58.10	57.61	58.19	0.004567	1.39	11.25	17.01	0.39
427	14.20	57.23	57.86	57.86	58.10	0.034532	2.19	6.73	17.98	0.93
419	14.20	56.21	57.25	57.38	57.69	0.047077	3.08	5.34	11.79	1.12
410	14.20	55.52	57.10	56.70	57.22	0.006328	1.72	10.21	12.12	0.46
400	14.20	55.83	56.85	56.85	57.08	0.027391	2.45	7.02	14.34	0.87
391	14.20	55.55	56.47	56.52	56.77	0.042966	2.70	6.03	13.34	1.03
383	14.20	54.37	55.27	55.57	56.19	0.125455	4.27	3.38	6.27	1.75
376	14.20	53.72	54.84	55.05	55.53	0.064528	3.81	4.08	6.61	1.31
369	14.20	53.41	54.25	54.48	54.94	0.090025	3.71	3.99	8.02	1.50
361	14.20	53.03	53.87	54.00	54.37	0.056254	3.21	4.72	8.41	1.22
352	14.20	52.73	53.74	53.76	54.09	0.031658	2.77	5.74	9.52	0.95
344	14.20	52.45	53.36	53.47	53.79	0.045914	3.10	5.37	11.10	1.12

Barranc dels Penjats - T= 100 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
336	14.20	52.46	53.37	53.37	53.57	0.025133	2.31	7.84	17.86	0.83
326	14.20	51.61	52.69	52.84	53.18	0.044739	3.30	5.11	10.39	1.12
316	14.20	51.32	52.75	52.40	52.92	0.010012	2.02	8.89	13.41	0.57
309	14.20	51.21	52.49	52.49	52.80	0.024284	2.56	6.34	11.35	0.83
301	14.20	50.81	51.57	51.84	52.42	0.112489	4.18	3.55	6.94	1.69
294	14.20	50.51	51.63	51.71	52.00	0.030219	2.84	6.00	11.42	0.93
285	14.20	50.01	50.75	50.96	51.39	0.078348	3.70	4.22	8.21	1.44
275	14.20	49.31	50.63	50.39	50.86	0.013803	2.25	7.25	9.01	0.66
265	14.20	49.28	50.37	50.37	50.67	0.031992	2.68	6.23	10.36	0.94
256	14.20	48.74	49.97	49.74	50.13	0.011100	1.91	8.65	11.58	0.58
246	14.20	48.24	49.94	49.53	50.03	0.005043	1.52	11.65	13.06	0.40
236	14.20	48.02	49.50	49.50	49.90	0.034422	2.87	5.26	8.16	0.95
228	14.20	47.53	48.15	48.47	49.29	0.201534	4.85	3.18	8.29	2.19
220	14.20	45.64	46.44	46.82	47.73	0.200024	5.10	2.92	5.80	2.18
211	14.20	45.53	46.81	46.81	47.18	0.029461	2.86	6.16	9.32	0.92
202	14.20	45.00	45.69	45.91	46.42	0.109626	4.02	4.04	8.93	1.66
194	14.20	44.61	45.69	45.69	46.06	0.033084	2.87	5.76	11.16	0.97
187	14.20	44.04	44.91	45.14	45.65	0.081341	4.01	4.40	9.48	1.48
179	14.20	43.60	44.36	44.54	44.96	0.094325	3.65	4.65	10.43	1.53
171	14.20	42.91	44.29	44.24	44.59	0.022576	2.60	7.08	10.79	0.81
164	14.20	43.09	44.10	44.10	44.40	0.029199	2.66	7.20	12.57	0.91
158	14.20	42.53	43.82	43.67	44.02	0.015445	2.25	9.03	12.52	0.68
150	14.20	42.39	43.58	43.57	43.86	0.026240	2.76	8.01	13.34	0.87
142	14.20	42.32	43.39	43.39	43.64	0.025765	2.53	8.24	15.98	0.86
133	14.20	41.34	42.38	42.61	43.13	0.100275	4.04	4.54	13.36	1.56
125	14.20	41.44	42.68	42.43	42.80	0.008671	1.75	11.90	16.53	0.52
116	14.20	40.54	42.48	42.19	42.67	0.011644	2.04	8.53	11.06	0.57
110	14.20	41.12	42.25	42.25	42.55	0.028386	2.72	7.04	11.40	0.90
103	14.20	40.61	41.64	41.85	42.27	0.053126	3.66	4.60	8.51	1.23
96	14.20	39.81	41.10	41.33	41.84	0.069859	3.84	3.82	5.41	1.32
91	14.20	39.92	41.03	41.16	41.52	0.042437	3.40	5.40	9.89	1.11
81	14.20	39.46	40.52	40.67	41.05	0.062417	3.61	5.14	9.21	1.28
73	14.20	38.32	40.68	39.60	40.75	0.002297	1.26	14.47	18.23	0.28
64	14.20	38.53	40.43	40.07	40.68	0.013019	2.31	7.15	8.25	0.61
52	14.20	38.48	40.31	39.95	40.34	0.003000	1.06	19.71	37.96	0.29
36	Bridge									
23	14.20	36.41	38.19	37.48	38.28	0.004878	1.36	10.41	8.17	0.38
17	25.60	36.21	38.13	37.48	38.24	0.003743	1.45	17.53	30.53	0.36
9	25.60	35.80	38.08	37.10	38.20	0.003027	1.51	16.68	12.93	0.33
7	25.60	35.87	37.43	37.43	38.13	0.030981	3.72	7.00	9.35	1.00

3.3 Període de retorn T-500 anys.

Barranc d'Aiguassera - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
1285	62.10	71.71	73.80	74.20	75.05	0.056018	5.22	13.64	12.46	1.27
1264	62.10	70.50	72.10	72.54	73.51	0.093468	5.66	12.28	12.46	1.57
1244	62.10	66.92	68.58	69.26	71.04	0.168262	7.36	9.74	12.18	2.08
1221	62.10	64.61	66.54	67.15	68.44	0.096380	6.35	10.79	9.12	1.63
1201	62.10	62.90	64.72	65.29	66.52	0.098698	6.33	11.20	10.78	1.65
1181	62.10	62.07	63.94	64.23	65.20	0.054326	5.15	12.93	10.59	1.26
1161	62.10	62.09	63.97	63.97	64.66	0.030001	3.89	17.47	15.59	0.95
1141	62.10	60.28	61.75	62.17	63.17	0.087496	5.65	12.22	11.30	1.56
1121	62.10	58.66	61.41	61.52	62.32	0.034793	4.43	15.66	10.73	0.98
1101	62.10	58.44	60.66	60.87	61.63	0.037272	4.71	15.51	11.75	1.07
1081	62.10	57.32	59.13	59.50	60.46	0.066461	5.43	12.79	10.42	1.39
1060	62.10	55.84	57.91	58.30	59.23	0.054563	5.48	13.32	10.77	1.28
1041	62.10	55.48	57.80	57.80	58.59	0.026937	4.27	17.01	11.02	0.93
1021	62.10	53.75	55.90	56.37	57.45	0.071477	5.69	11.91	9.36	1.41
998	62.10	53.22	54.94	55.23	55.98	0.057254	4.73	14.57	13.76	1.26
978	62.10	51.84	54.15	54.31	55.06	0.043728	4.45	15.32	11.86	1.09
958	62.10	51.09	54.26	53.62	54.66	0.010294	2.99	23.91	12.18	0.57
938	62.10	50.90	53.49	53.49	54.33	0.026642	4.34	17.76	11.26	0.91
915	62.10	50.72	52.62	52.85	53.51	0.041171	4.58	16.22	14.70	1.11
901	62.10	50.19	52.22	51.83	52.59	0.014324	2.91	23.56	14.73	0.67
880	62.10	49.36	51.19	51.31	52.07	0.036920	4.38	15.79	11.51	1.06
860	62.10	47.85	49.87	50.20	51.07	0.062555	5.28	13.40	10.92	1.32
840	62.10	47.36	49.59	49.68	50.40	0.032595	4.33	16.64	12.23	1.00
820	62.10	46.01	48.58	48.76	49.64	0.038123	5.01	14.69	9.59	1.07
799	62.10	45.17	48.39	47.87	48.63	0.007575	2.51	31.28	20.23	0.49
776	62.10	44.78	46.30	46.72	47.66	0.124224	6.02	12.36	16.02	1.74
760	62.10	44.12	46.29	45.91	46.56	0.010673	2.56	27.81	21.21	0.58
740	62.10	43.78	44.99	45.30	45.90	0.085397	4.69	15.05	23.24	1.48
725	62.10	43.58	44.77	44.86	45.27	0.039952	3.28	19.85	26.32	1.02
713	62.10	43.24	44.41	44.47	44.87	0.037674	3.09	20.57	27.49	0.98
696	62.10	43.04	44.18	44.07	44.48	0.018954	2.13	26.00	30.51	0.69
684	62.10	42.63	44.10	43.77	44.31	0.009856	1.79	31.48	29.52	0.51
656	62.10	41.29	42.69	42.95	43.58	0.064599	4.72	15.28	19.71	1.34
643	62.10	39.94	41.66	42.06	42.75	0.064860	5.15	14.30	17.08	1.36
618	75.40	38.95	40.77	40.99	41.41	0.040907	4.42	23.11	32.37	1.09
585	75.40	37.10	39.47	39.72	40.38	0.045436	4.72	18.79	18.80	1.12
539	75.40	35.46	37.42	37.78	38.62	0.078872	5.48	18.47	29.78	1.45
522	75.40	34.23	36.40	36.90	37.70	0.052894	5.29	16.44	15.69	1.25
502	75.40	33.57	36.56	36.56	37.13	0.019643	3.74	25.55	21.59	0.76

Barranc d'Aiguassera - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
481	75.40	33.12	35.57	35.90	36.53	0.038108	4.79	19.18	18.12	1.07
460	75.40	32.72	35.30	35.39	35.91	0.022930	3.88	24.57	26.05	0.84
439	75.40	32.58	34.73	34.95	35.33	0.030247	4.12	25.58	38.55	0.96
420	75.40	30.99	32.82	33.29	34.28	0.069939	5.66	14.89	13.42	1.43
402	75.40	30.04	32.61	33.02	33.48	0.034767	4.70	20.26	19.15	1.01
379	75.40	28.76	31.19	31.56	32.49	0.049821	5.56	16.50	12.69	1.20
360	75.40	27.79	31.50	30.67	31.90	0.008242	3.14	29.95	14.05	0.54
340	75.40	27.14	30.59	30.59	31.59	0.025900	4.80	18.21	9.52	0.88
321	75.40	25.72	28.42	29.04	30.36	0.089629	6.44	12.80	9.95	1.44
301	75.40	25.19	28.88	28.38	29.37	0.012970	3.31	25.09	12.43	0.61
280	75.40	25.24	28.20	28.20	29.01	0.028032	4.26	19.37	11.81	0.90
261	75.40	23.98	26.15	26.70	27.88	0.072256	6.11	13.58	10.84	1.44
239	75.40	23.69	26.35	26.23	26.92	0.018623	3.72	23.93	17.96	0.77
221	75.40	23.01	26.16	25.96	26.57	0.013240	3.29	29.09	24.00	0.64
210	75.40	23.24	25.93	25.93	26.38	0.024336	3.23	26.28	27.24	0.77
203	75.40	22.27	25.94	25.38	26.12	0.005841	2.20	42.76	33.85	0.41
198	Bridge									
192	75.40	22.54	25.77	25.77	26.10	0.024678	3.02	30.69	41.51	0.72
175	75.40	21.90	24.38	24.67	25.44	0.044965	5.00	17.57	15.50	1.13
161	75.40	21.22	24.33	24.36	25.02	0.023434	4.02	21.78	16.16	0.83
140	75.40	20.38	23.57	23.71	24.37	0.033238	4.15	19.99	16.40	0.92
120	75.40	19.97	22.43	22.78	23.55	0.043447	4.88	17.15	15.83	1.11
102	75.40	19.73	21.89	22.13	22.79	0.044893	4.64	18.89	18.87	1.12
82	75.40	19.14	21.11	21.34	21.96	0.044987	4.49	19.37	20.24	1.12
68	75.40	18.63	21.09	20.90	21.51	0.015577	3.14	27.60	21.61	0.69
54	75.40	17.74	20.47	20.25	21.12	0.018319	3.72	22.01	13.24	0.76
37	75.40	17.22	19.78	19.78	20.69	0.033891	4.25	18.10	10.51	0.97
20	75.40	15.83	18.58	18.90	19.90	0.046152	5.28	15.37	9.50	1.14
3	75.40	15.31	17.34	17.79	18.89	0.068934	5.56	14.00	9.97	1.38

Barranc dels Penjats - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
895	20.30	81.19	81.66	81.68	81.86	0.057007	1.95	10.42	32.01	1.09
877	20.30	80.18	80.58	80.61	80.79	0.061017	2.06	10.12	33.08	1.13
863	20.30	79.35	80.33	79.99	80.37	0.004464	1.00	23.92	60.21	0.35
843	20.30	79.03	80.32	79.52	80.33	0.000591	0.46	50.16	85.93	0.14
815	20.30	77.76	80.31	78.32	80.32	0.000088	0.29	93.62	158.52	0.06

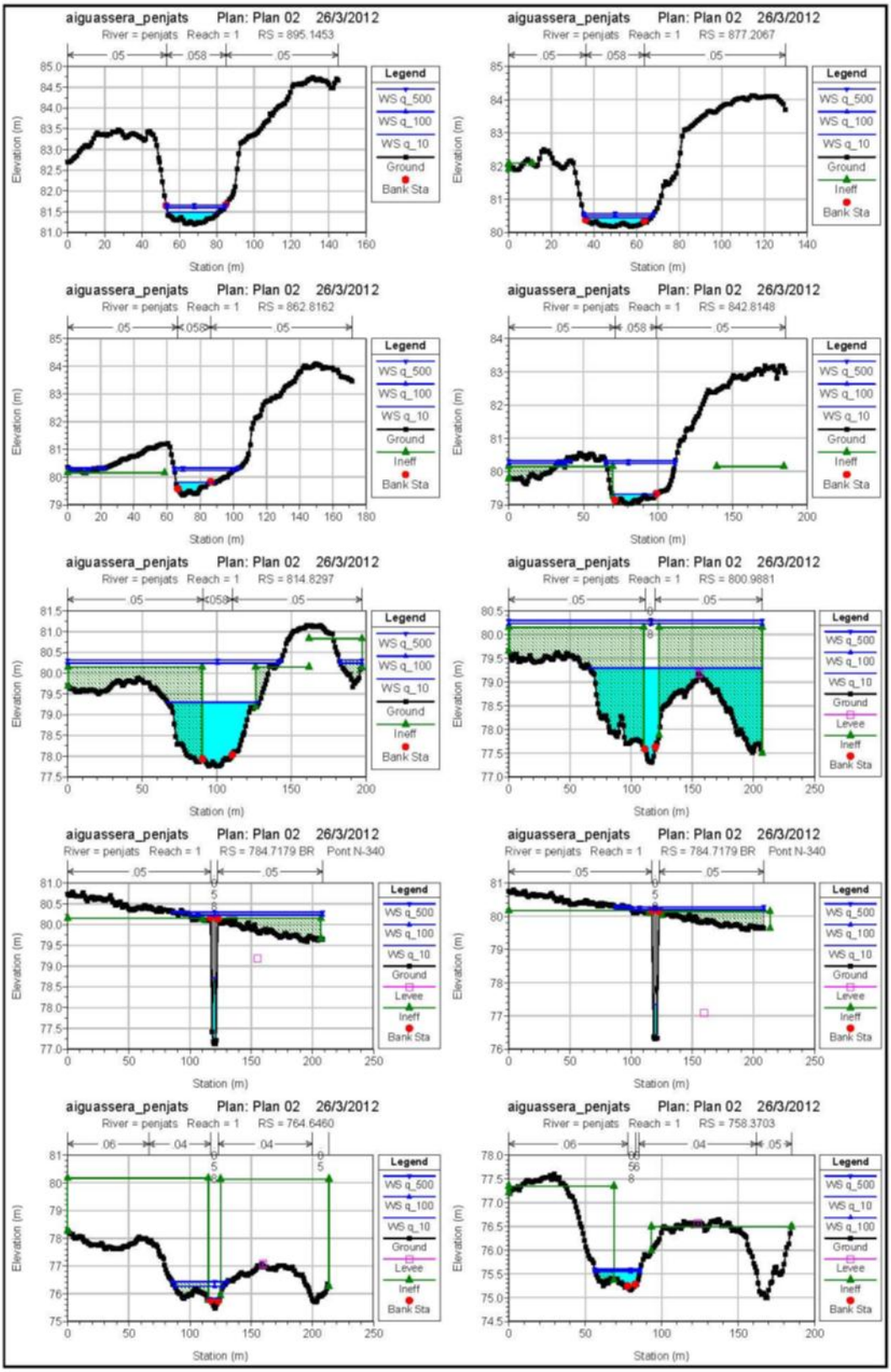
Barranc dels Penjats - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
801	20.30	77.30	80.30	78.15	80.31	0.000332	0.64	63.19	207.13	0.12
785	Bridge									
765	20.30	75.47	76.43	76.43	76.82	0.028382	2.55	7.46	44.98	0.90
758	20.30	75.16	75.60	75.82	76.37	0.224584	4.41	5.36	30.09	2.23
751	20.30	74.93	75.47	75.47	75.68	0.044602	2.25	10.18	34.26	1.03
743	20.30	74.05	74.32	74.49	74.91	0.141438	1.81	6.20	22.63	1.50
735	20.30	73.20	73.60	73.65	73.83	0.070945	2.30	9.64	37.35	1.23
728	20.30	72.94	73.46	73.45	73.61	0.031486	1.76	12.21	37.10	0.85
721	20.30	72.75	73.22	73.22	73.38	0.037222	1.90	11.53	35.58	0.92
714	20.30	72.63	72.90	72.94	73.10	0.047653	1.41	10.67	36.89	0.94
705	20.30	71.53	72.22	72.30	72.50	0.062031	2.75	9.37	33.90	1.22
697	20.30	71.56	72.12	72.12	72.29	0.033134	2.02	11.34	31.83	0.90
690	20.30	70.88	71.68	71.82	72.02	0.043491	3.02	8.66	22.00	1.10
683	20.30	71.00	71.46	71.50	71.73	0.039004	1.91	9.02	20.82	0.94
675	20.30	69.01	69.70	70.05	71.05	0.221119	5.55	4.19	11.29	2.35
668	20.30	67.70	68.81	69.23	69.92	0.105256	4.76	4.54	7.47	1.68
660	20.30	67.53	68.81	68.97	69.36	0.043611	3.50	6.74	12.00	1.12
652	20.30	67.00	68.18	68.40	68.96	0.056271	4.04	5.40	6.76	1.28
644	20.30	66.83	68.52	68.05	68.64	0.005920	1.71	14.12	15.49	0.45
635	20.30	66.31	68.50	67.77	68.60	0.003541	1.57	16.62	17.06	0.36
626	20.30	66.37	68.08	68.08	68.50	0.023804	3.13	7.72	9.63	0.84
617	20.30	65.57	66.41	66.76	67.61	0.154622	4.98	4.41	9.90	1.99
609	20.30	65.24	66.12	66.33	66.77	0.069857	3.75	6.01	11.29	1.38
601	20.30	65.05	65.97	66.03	66.34	0.038488	2.87	7.83	13.70	1.03
594	20.30	64.60	65.41	65.56	65.95	0.068280	3.52	6.51	13.50	1.34
586	20.30	64.08	65.38	65.38	65.67	0.025195	2.63	9.12	45.09	0.85
578	20.30	63.41	64.16	64.47	65.20	0.159903	4.99	4.86	23.81	2.02
570	20.30	62.78	63.95	64.09	64.52	0.055313	3.67	6.83	27.14	1.24
564	20.30	61.86	62.75	63.11	63.90	0.125721	4.97	4.70	17.86	1.84
552	20.30	61.16	62.10	62.38	62.82	0.082402	4.30	6.09	12.70	1.52
543	20.30	60.52	62.13	61.99	62.34	0.012248	2.27	11.27	24.75	0.62
538	20.30	60.24	62.11	61.87	62.28	0.008493	2.04	12.72	20.12	0.52
532	20.30	60.38	62.11	61.53	62.22	0.004879	1.65	15.06	15.80	0.41
522	20.30	59.60	62.04	61.21	62.16	0.004301	1.64	14.37	11.90	0.37
516	20.30	59.62	61.97	61.56	62.13	0.007334	1.94	13.02	14.78	0.47
509	20.30	59.96	62.00	61.29	62.07	0.003002	1.38	18.78	16.59	0.33
501	20.30	59.73	61.96	61.22	62.05	0.003390	1.46	16.15	14.12	0.34
493	20.30	59.13	61.97	60.67	62.02	0.001210	1.09	22.30	17.42	0.22
485	20.30	59.89	61.44	61.44	61.95	0.028788	3.31	6.76	10.66	0.93
478	20.30	58.19	58.96	59.52	61.26	0.338217	6.81	3.10	6.65	2.85
470	20.30	58.05	59.67	59.37	59.79	0.006472	1.79	14.50	18.64	0.47

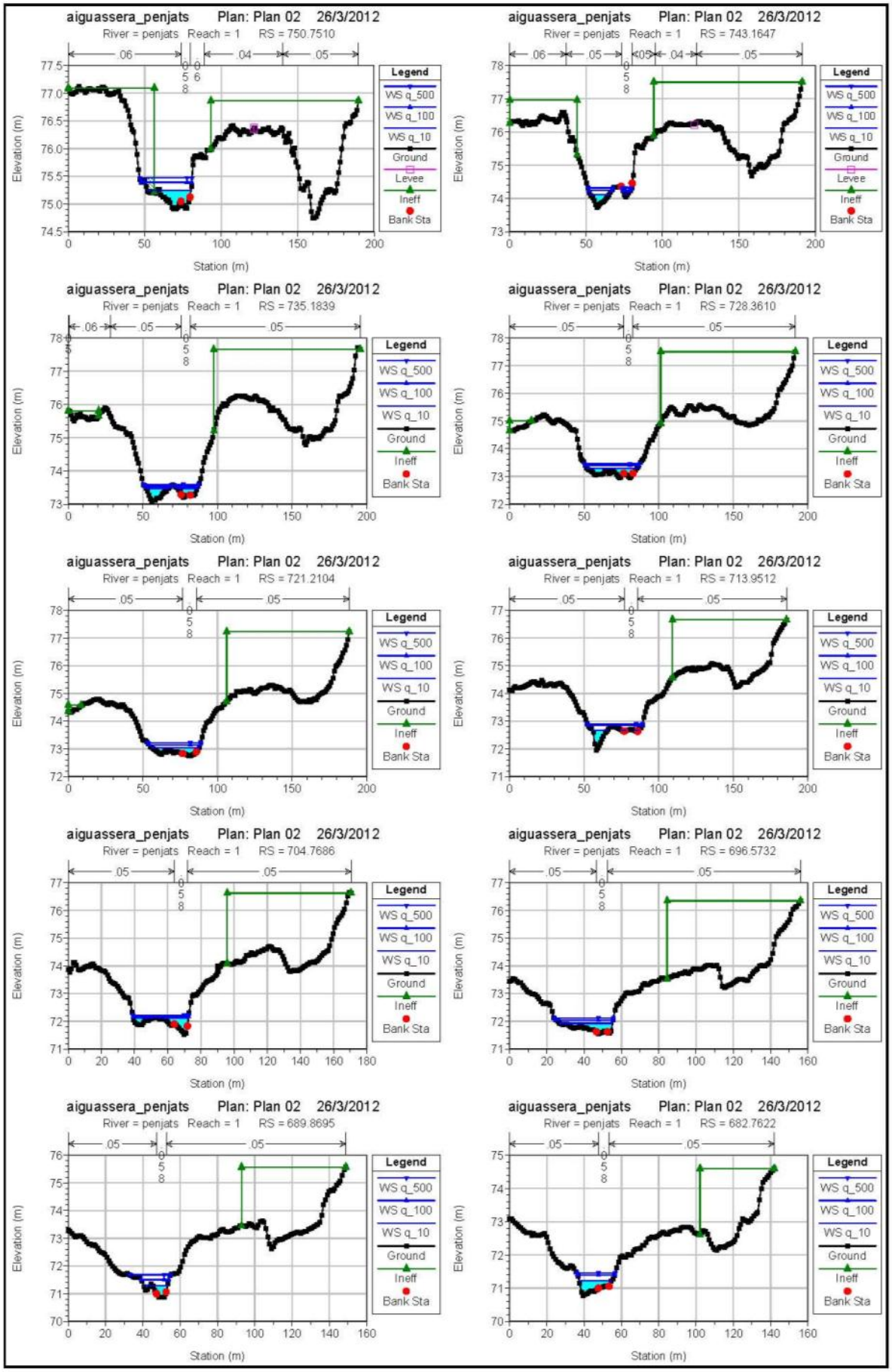
Barranc dels Penjats - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
463	20.30	58.14	59.26	59.26	59.67	0.030024	2.94	7.30	20.43	0.94
455	20.30	57.87	58.86	58.97	59.38	0.050184	3.33	6.51	16.31	1.17
445	20.30	56.86	58.22	58.37	58.86	0.046759	3.64	6.01	16.06	1.16
435	20.30	56.68	58.26	57.78	58.40	0.005880	1.70	13.11	18.95	0.45
427	20.30	57.23	57.98	57.98	58.29	0.033533	2.46	8.50	18.59	0.95
419	20.30	56.21	57.39	57.53	57.90	0.045942	3.39	7.06	12.82	1.13
410	20.30	55.52	57.25	56.90	57.42	0.008433	2.11	12.07	13.58	0.54
400	20.30	55.83	56.98	56.98	57.27	0.027030	2.70	9.00	15.17	0.88
391	20.30	55.55	56.59	56.67	56.97	0.045016	3.06	7.71	15.14	1.09
383	20.30	54.37	55.47	55.79	56.46	0.094178	4.48	4.74	7.21	1.59
376	20.30	53.72	55.01	55.28	55.88	0.066558	4.35	5.24	7.35	1.37
369	20.30	53.41	54.38	54.67	55.28	0.095625	4.31	5.03	9.00	1.59
361	20.30	53.03	54.01	54.15	54.67	0.059536	3.73	5.94	9.23	1.29
352	20.30	52.73	53.88	53.99	54.36	0.036705	3.29	7.18	11.52	1.04
344	20.30	52.45	53.49	53.65	54.02	0.047781	3.52	7.00	13.00	1.17
336	20.30	52.46	53.47	53.49	53.74	0.027786	2.64	9.76	18.83	0.89
326	20.30	51.61	52.88	53.02	53.38	0.037878	3.46	7.38	12.99	1.06
316	20.30	51.32	52.95	52.75	53.15	0.010379	2.27	11.83	15.83	0.59
309	20.30	51.21	52.69	52.69	53.03	0.022370	2.78	8.87	13.93	0.82
301	20.30	50.81	51.75	52.06	52.69	0.091447	4.46	4.92	8.16	1.59
294	20.30	50.51	51.74	51.87	52.25	0.037743	3.41	7.31	12.25	1.06
285	20.30	50.01	50.91	51.19	51.68	0.073462	4.11	5.57	9.36	1.44
275	20.30	49.31	50.77	50.64	51.12	0.018202	2.78	8.64	10.27	0.77
265	20.30	49.28	50.54	50.54	50.90	0.030781	2.99	8.08	11.13	0.95
256	20.30	48.74	50.23	49.94	50.40	0.009453	2.03	11.85	12.88	0.55
246	20.30	48.24	50.21	49.70	50.32	0.004773	1.66	15.27	13.85	0.40
236	20.30	48.02	49.79	49.79	50.20	0.025519	2.96	7.74	16.46	0.85
228	20.30	47.53	48.26	48.66	49.67	0.191988	5.44	4.17	8.66	2.21
220	20.30	45.64	46.58	47.06	48.20	0.190825	5.73	3.78	6.33	2.21
211	20.30	45.53	47.03	47.03	47.47	0.027222	3.15	8.37	10.33	0.91
202	20.30	45.00	45.85	46.12	46.75	0.100322	4.50	5.25	9.55	1.66
194	20.30	44.61	45.87	45.89	46.37	0.034820	3.32	7.18	12.18	1.03
187	20.30	44.04	45.06	45.33	45.94	0.078667	4.47	5.95	11.44	1.50
179	20.30	43.60	44.48	44.71	45.25	0.096324	4.18	5.93	10.99	1.59
171	20.30	42.91	44.41	44.44	44.85	0.029815	3.21	8.42	11.33	0.94
164	20.30	43.09	44.26	44.27	44.63	0.030385	3.03	9.29	13.56	0.96
158	20.30	42.53	43.99	43.85	44.25	0.017410	2.63	11.29	13.43	0.74
150	20.30	42.39	43.75	43.74	44.08	0.027403	3.12	10.31	14.26	0.91
142	20.30	42.32	43.56	43.53	43.84	0.023581	2.73	11.16	16.81	0.85
133	20.30	41.34	42.48	42.77	43.43	0.112512	4.69	5.89	13.83	1.69
125	20.30	41.44	42.92	42.58	43.05	0.007916	1.90	15.98	17.30	0.51

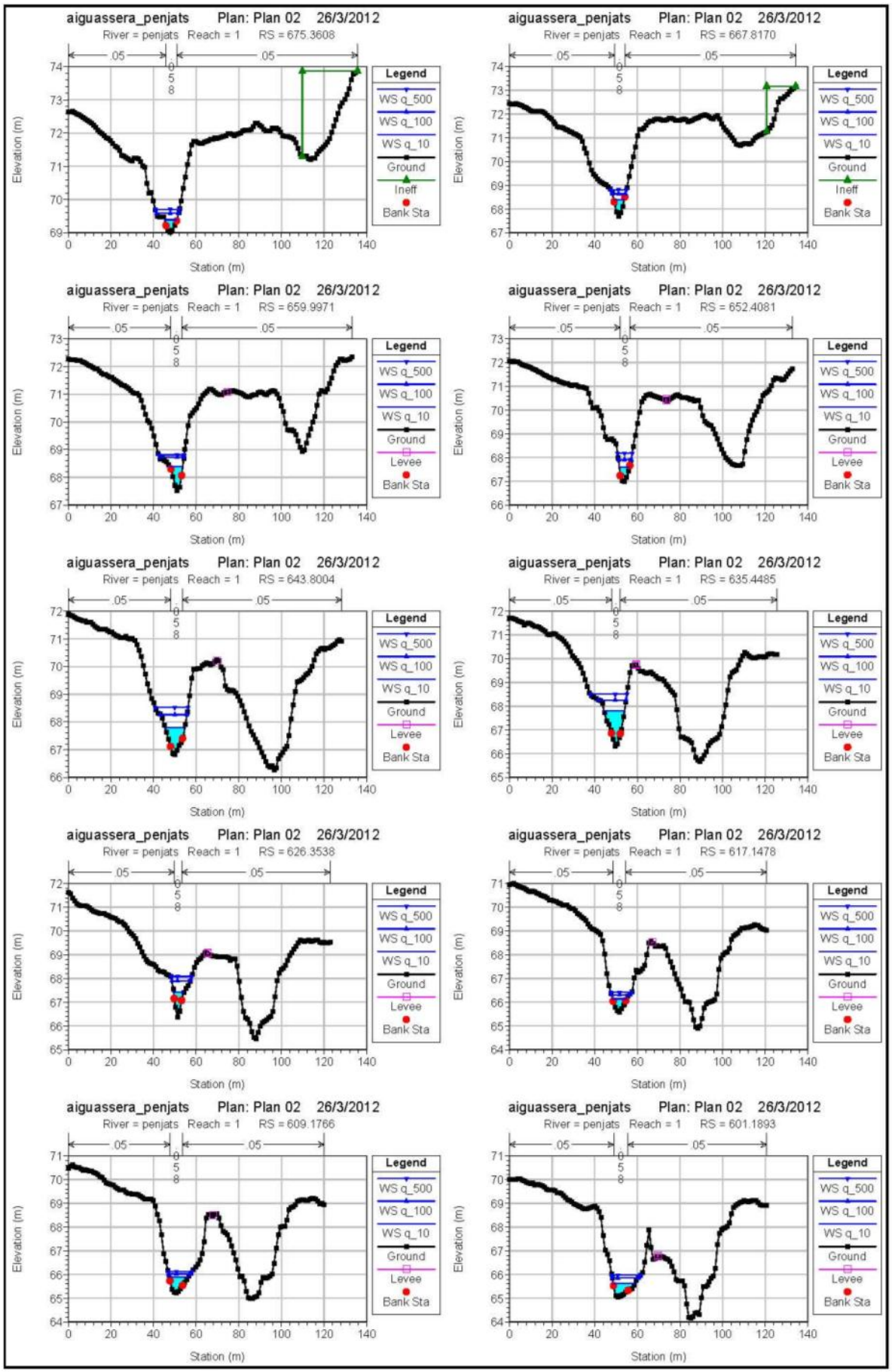
Barranc dels Penjats - T= 500 anys										
Secció	Cabal	Cota inferior	Nivell aigua	Nivell crític	Nivell energia	Pendent motriu	Velocitat	Àrea secció	Amplada	Froude
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
116	20.30	40.54	42.66	42.45	42.92	0.013798	2.42	10.65	11.88	0.63
110	20.30	41.12	42.42	42.42	42.78	0.028924	3.08	9.04	12.08	0.94
103	20.30	40.61	41.84	42.05	42.51	0.047004	3.93	6.62	10.71	1.19
96	20.30	39.81	41.38	41.69	42.16	0.052756	4.01	5.57	7.73	1.20
91	20.30	39.92	41.14	41.40	41.85	0.055976	4.18	6.49	11.22	1.29
81	20.30	39.46	40.68	40.87	41.33	0.060748	4.03	6.76	10.23	1.31
73	20.30	38.32	40.99	39.85	41.07	0.002322	1.40	20.58	21.21	0.29
64	20.30	38.53	40.59	40.37	40.98	0.017883	2.89	8.77	11.50	0.73
52	20.30	38.48	40.46	40.17	40.50	0.002769	1.09	25.53	38.38	0.28
36	Bridge									
23	20.30	36.41	38.75	37.70	38.84	0.003127	1.37	14.88	9.24	0.32
17	36.40	36.21	38.69	37.72	38.80	0.002228	1.36	25.61	36.87	0.29
9	36.40	35.80	38.62	37.36	38.77	0.002735	1.67	21.21	16.16	0.33
7	36.40	35.87	37.81	37.81	38.68	0.028238	4.17	8.89	10.71	1.00

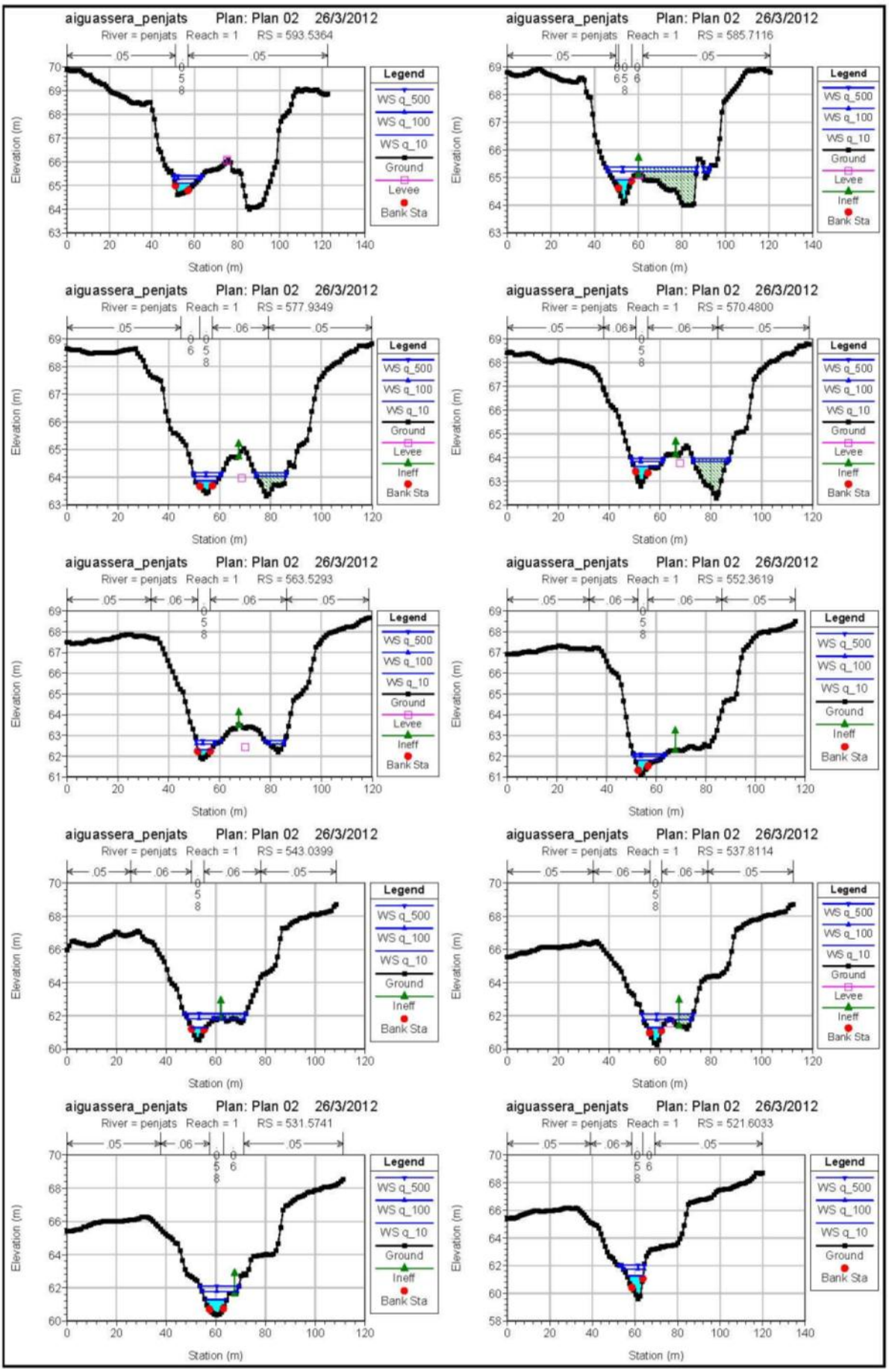
4 Resultats en les seccions transversals

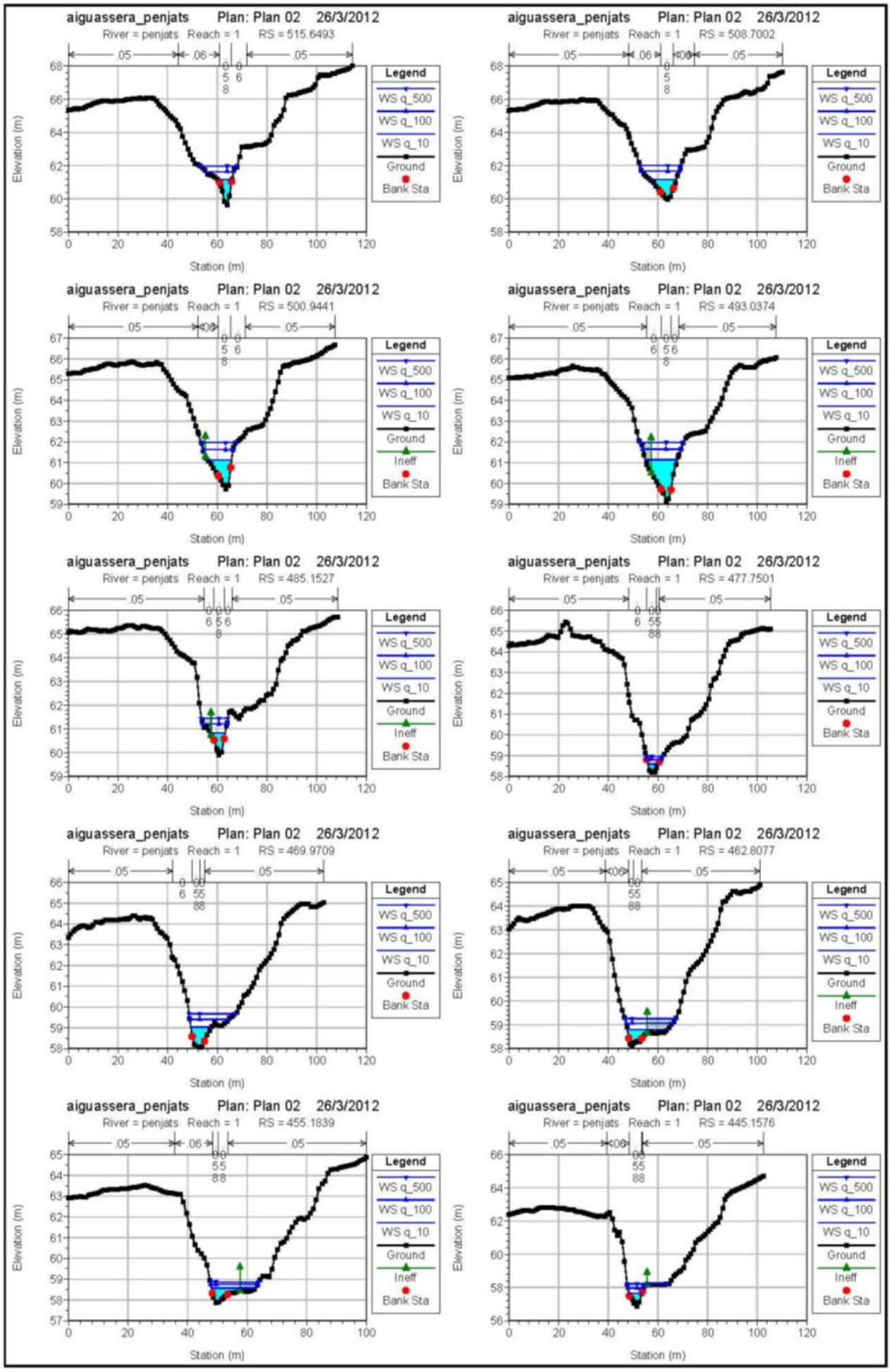
4.1 Barranc dels Penjats

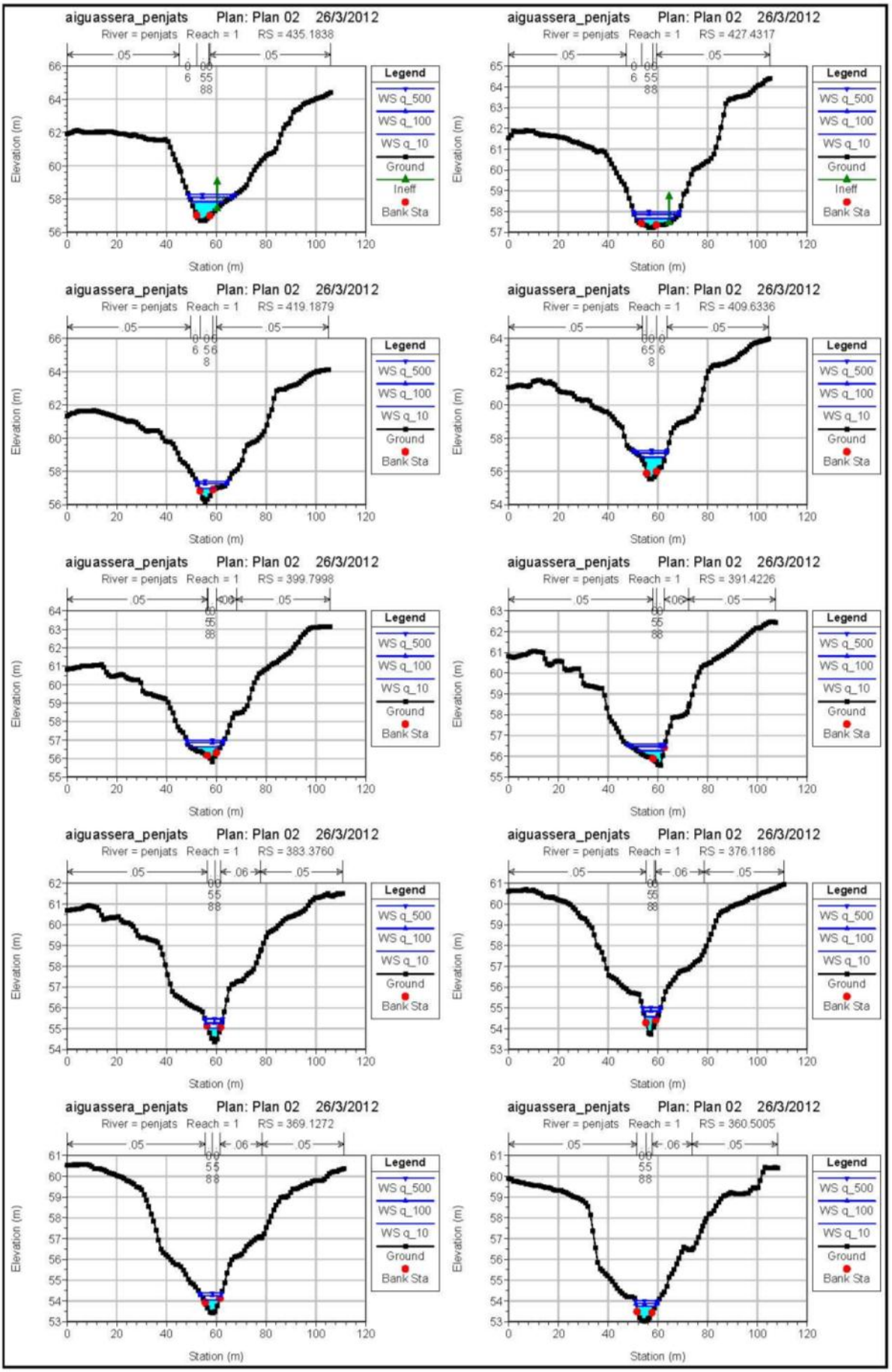


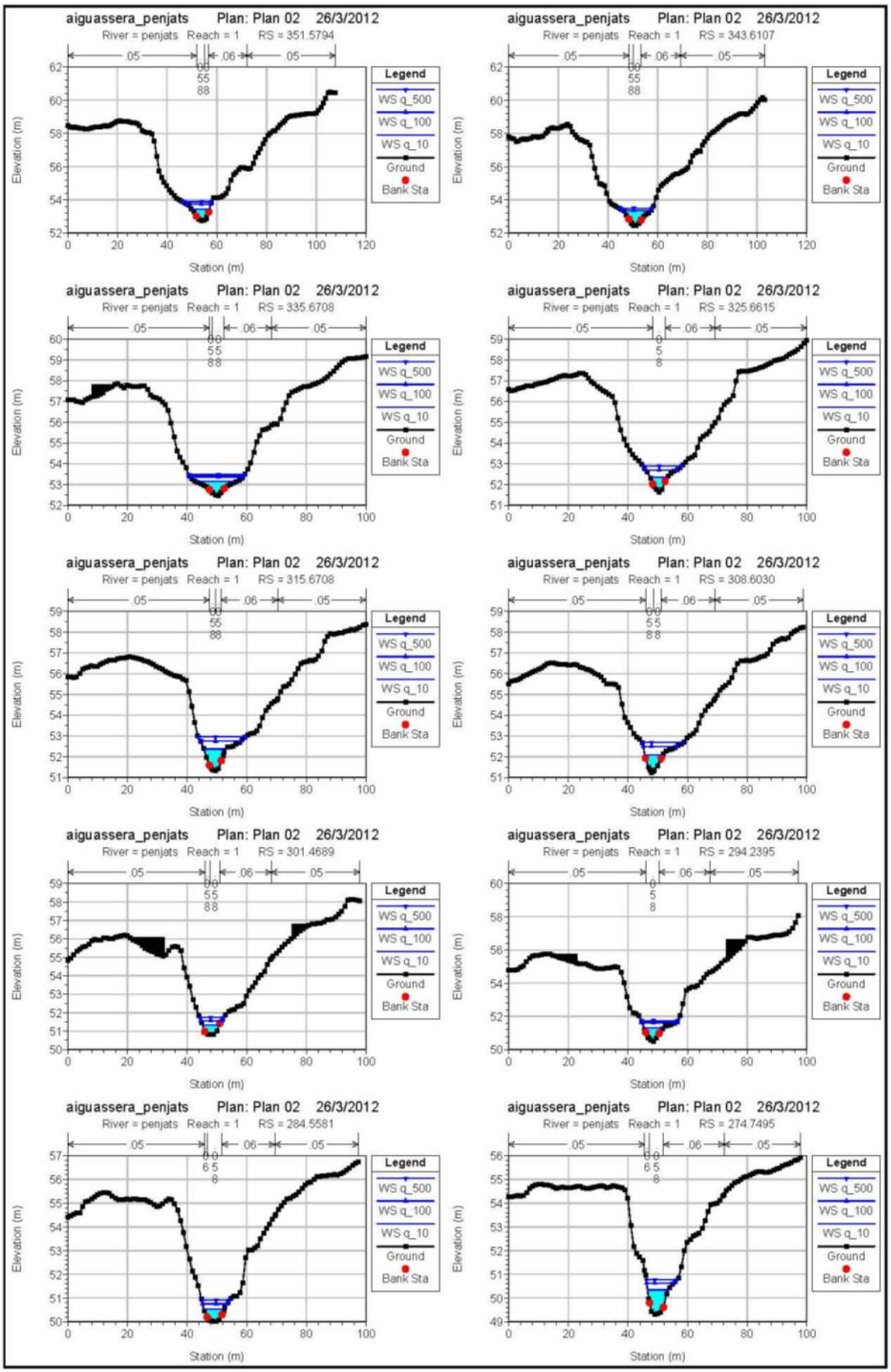

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 750.7510
River = penjats Reach = 1 RS = 743.1647
River = penjats Reach = 1 RS = 735.1839
River = penjats Reach = 1 RS = 728.3610
River = penjats Reach = 1 RS = 721.2104
River = penjats Reach = 1 RS = 713.9512
River = penjats Reach = 1 RS = 704.7686
River = penjats Reach = 1 RS = 696.5732
River = penjats Reach = 1 RS = 689.8695
River = penjats Reach = 1 RS = 682.7622
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

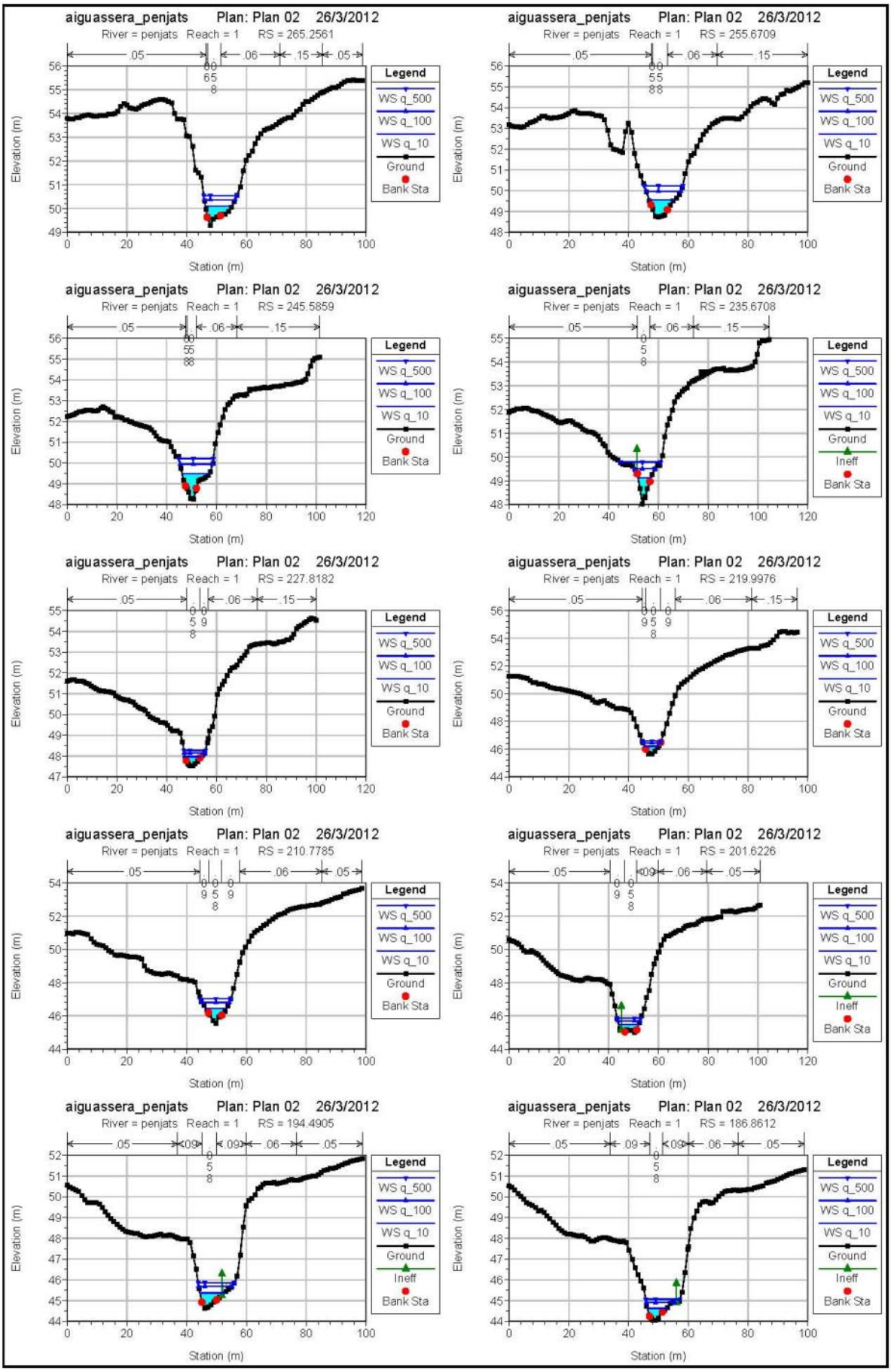

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 675.3608
River = penjats Reach = 1 RS = 667.8170
River = penjats Reach = 1 RS = 659.9971
River = penjats Reach = 1 RS = 652.4081
River = penjats Reach = 1 RS = 643.8004
River = penjats Reach = 1 RS = 635.4485
River = penjats Reach = 1 RS = 626.3538
River = penjats Reach = 1 RS = 617.1478
River = penjats Reach = 1 RS = 609.1766
River = penjats Reach = 1 RS = 601.1893
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

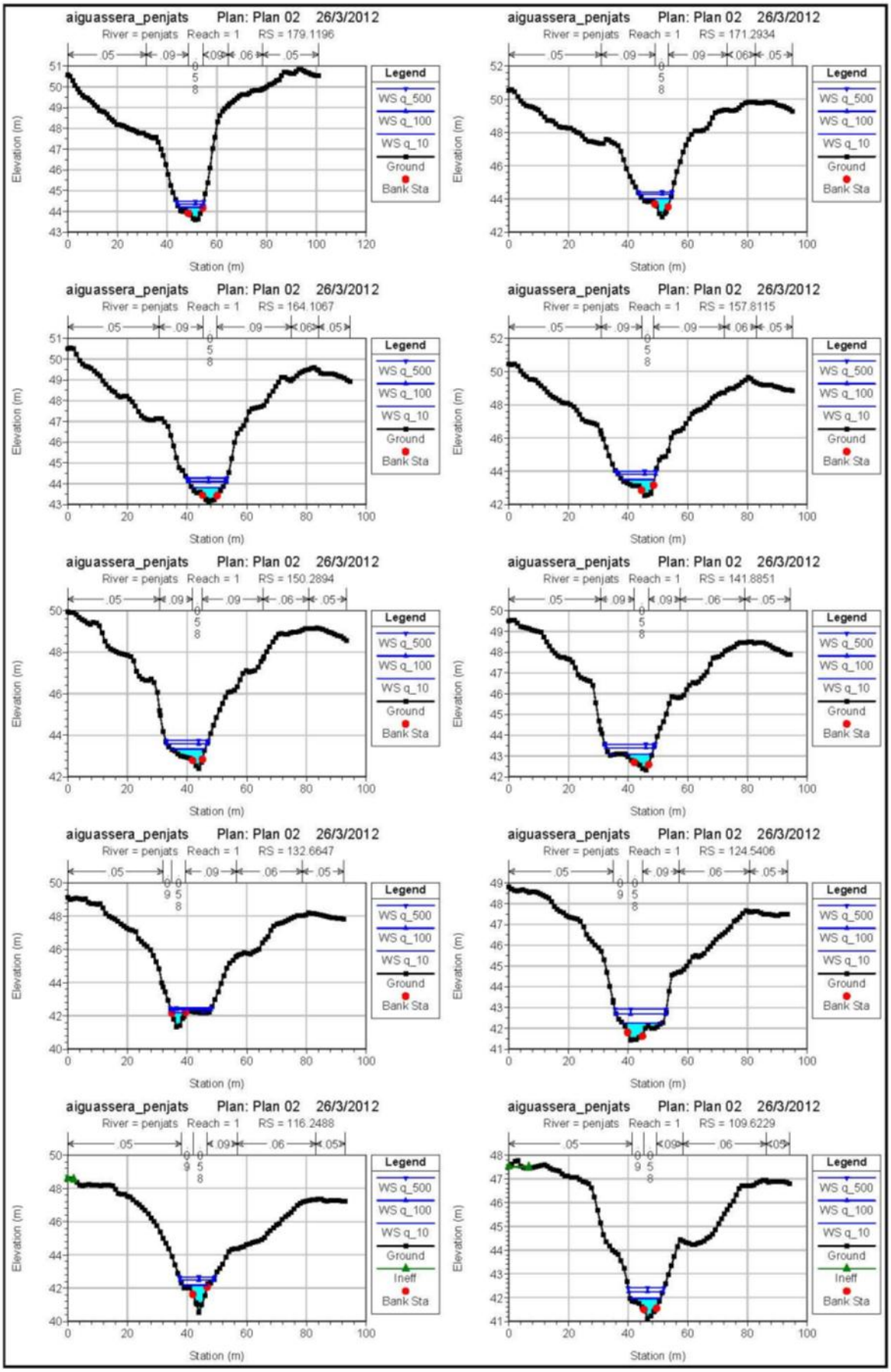

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 593.5364
RS = 585.7116
RS = 577.9349
RS = 570.4800
RS = 563.5293
RS = 552.3619
RS = 543.0399
RS = 537.8114
RS = 531.5741
RS = 521.6033
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta

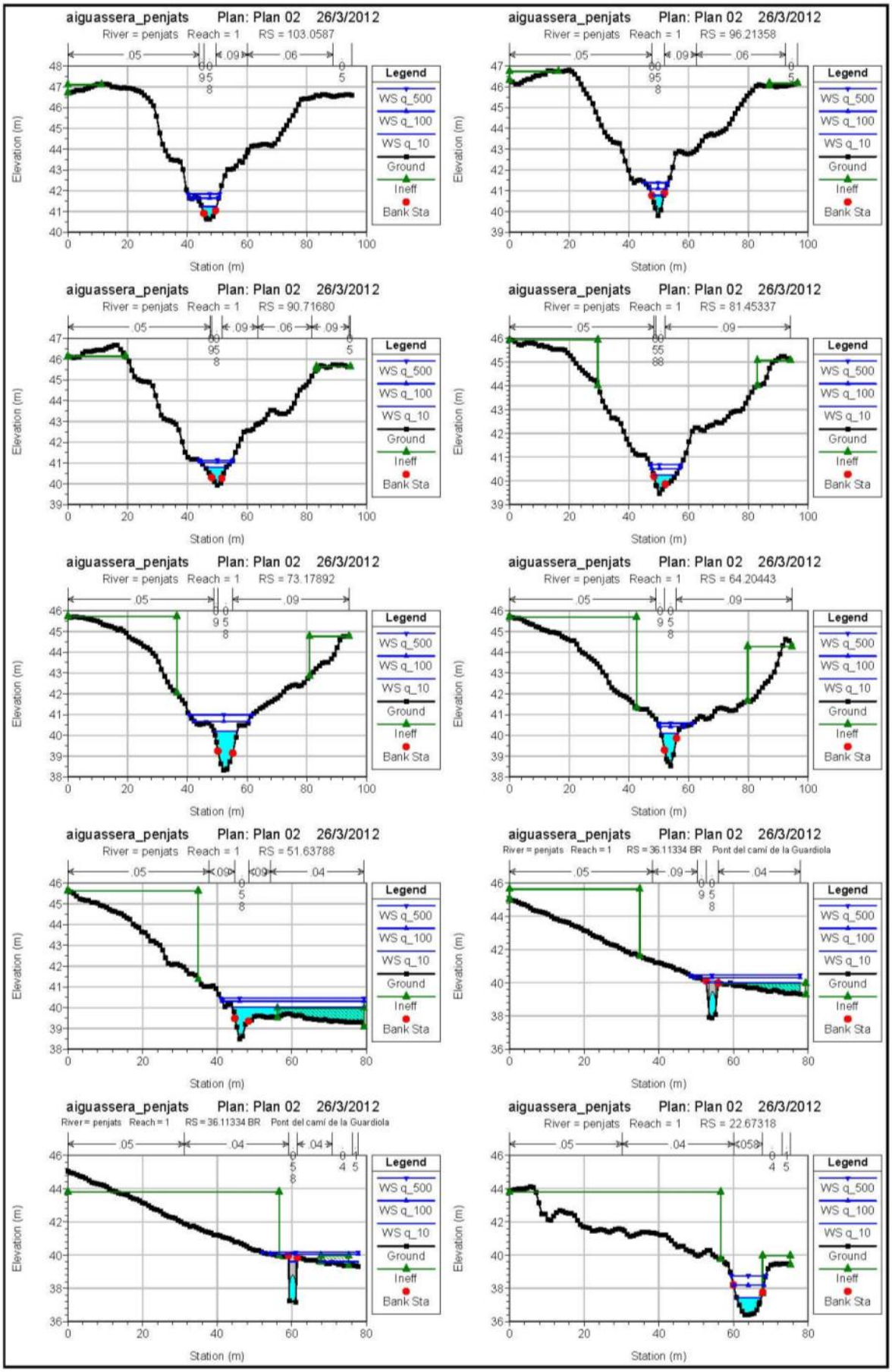

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 515.6493
River = penjats Reach = 1 RS = 508.7002
River = penjats Reach = 1 RS = 500.9441
River = penjats Reach = 1 RS = 493.0374
River = penjats Reach = 1 RS = 485.1527
River = penjats Reach = 1 RS = 477.7501
River = penjats Reach = 1 RS = 469.9709
River = penjats Reach = 1 RS = 462.8077
River = penjats Reach = 1 RS = 455.1839
River = penjats Reach = 1 RS = 445.1576
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

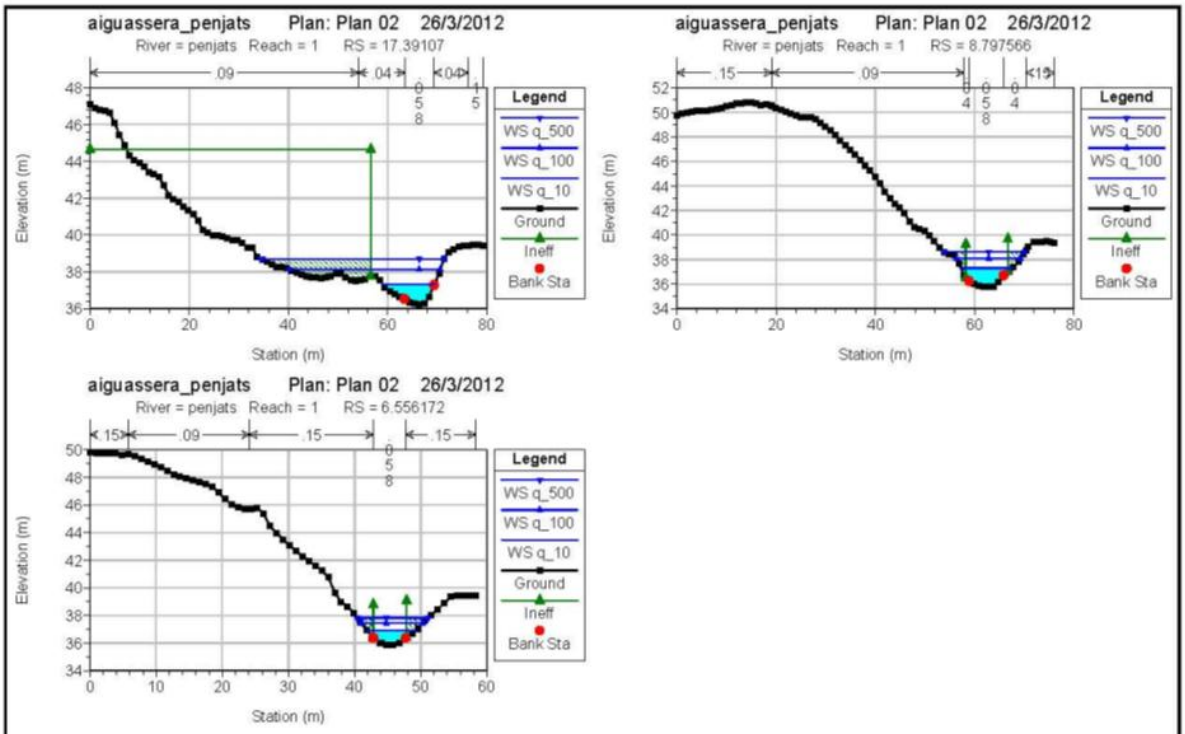

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 435.1838
River = penjats Reach = 1 RS = 427.4317
River = penjats Reach = 1 RS = 419.1879
River = penjats Reach = 1 RS = 409.6336
River = penjats Reach = 1 RS = 399.7998
River = penjats Reach = 1 RS = 391.4226
River = penjats Reach = 1 RS = 383.3760
River = penjats Reach = 1 RS = 376.1186
River = penjats Reach = 1 RS = 369.1272
River = penjats Reach = 1 RS = 360.5005
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 351.5794
River = penjats Reach = 1 RS = 343.6107
River = penjats Reach = 1 RS = 335.6708
River = penjats Reach = 1 RS = 325.6615
River = penjats Reach = 1 RS = 315.6708
River = penjats Reach = 1 RS = 308.6030
River = penjats Reach = 1 RS = 301.4689
River = penjats Reach = 1 RS = 294.2395
River = penjats Reach = 1 RS = 284.5581
River = penjats Reach = 1 RS = 274.7495
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

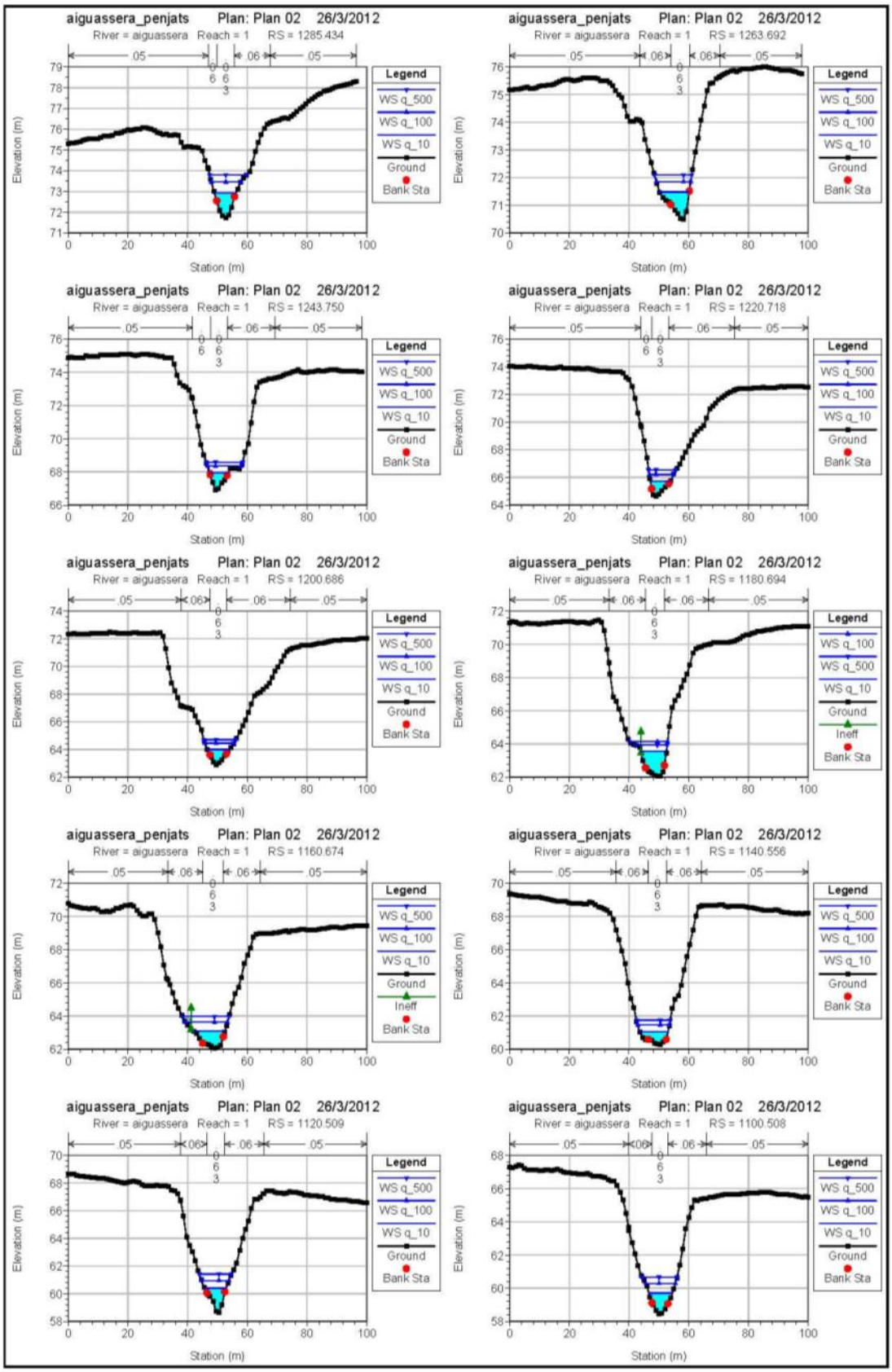

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 265.2561
River = penjats Reach = 1 RS = 255.6709
River = penjats Reach = 1 RS = 245.5859
River = penjats Reach = 1 RS = 235.6708
River = penjats Reach = 1 RS = 227.8182
River = penjats Reach = 1 RS = 219.9976
River = penjats Reach = 1 RS = 210.7785
River = penjats Reach = 1 RS = 201.6226
River = penjats Reach = 1 RS = 194.4905
River = penjats Reach = 1 RS = 186.8612
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

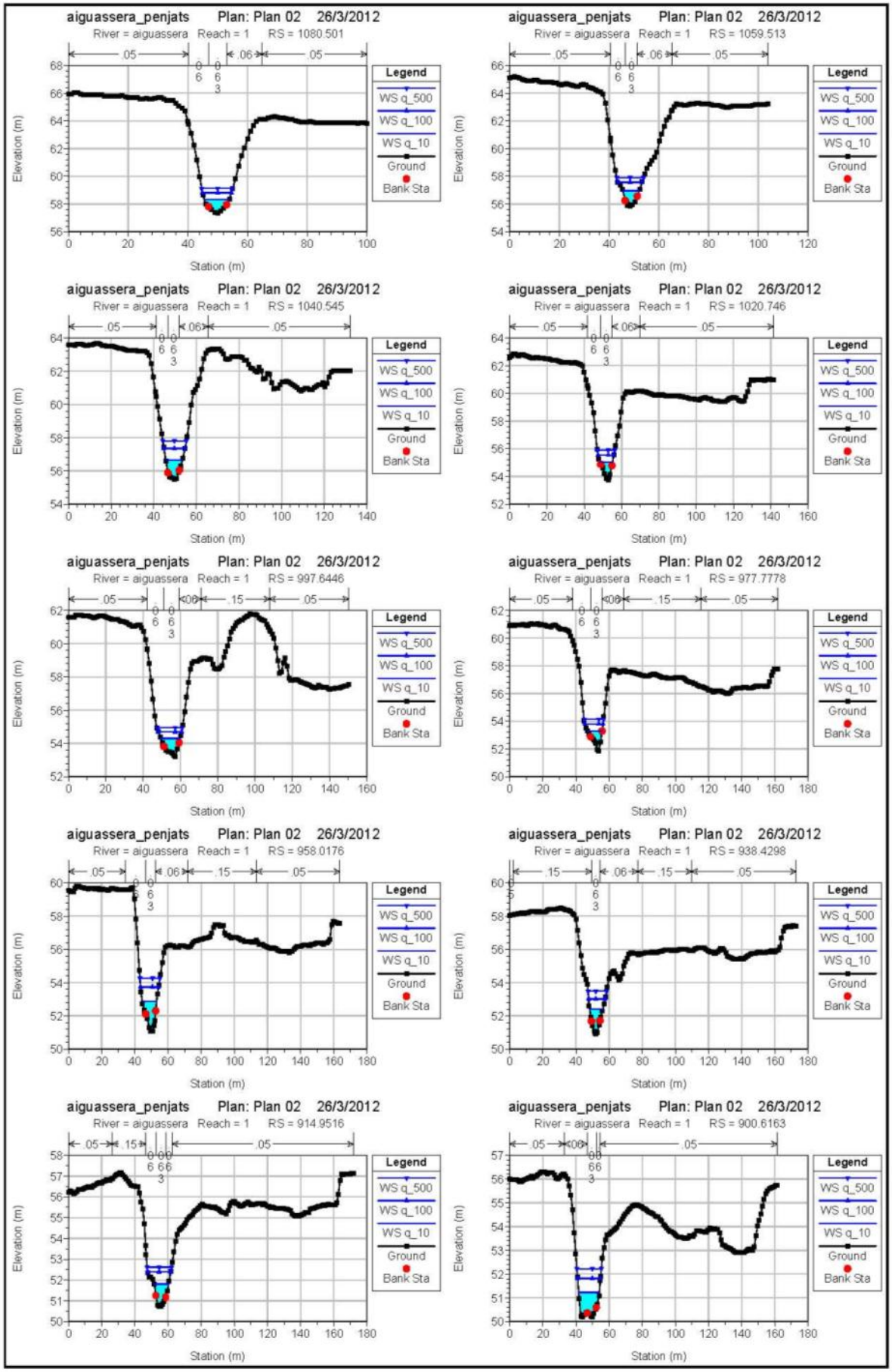

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 179.1196
River = penjats Reach = 1 RS = 171.2934
River = penjats Reach = 1 RS = 164.1067
River = penjats Reach = 1 RS = 157.8115
River = penjats Reach = 1 RS = 150.2894
River = penjats Reach = 1 RS = 141.8851
River = penjats Reach = 1 RS = 132.6647
River = penjats Reach = 1 RS = 124.5406
River = penjats Reach = 1 RS = 116.2488
River = penjats Reach = 1 RS = 109.6229
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

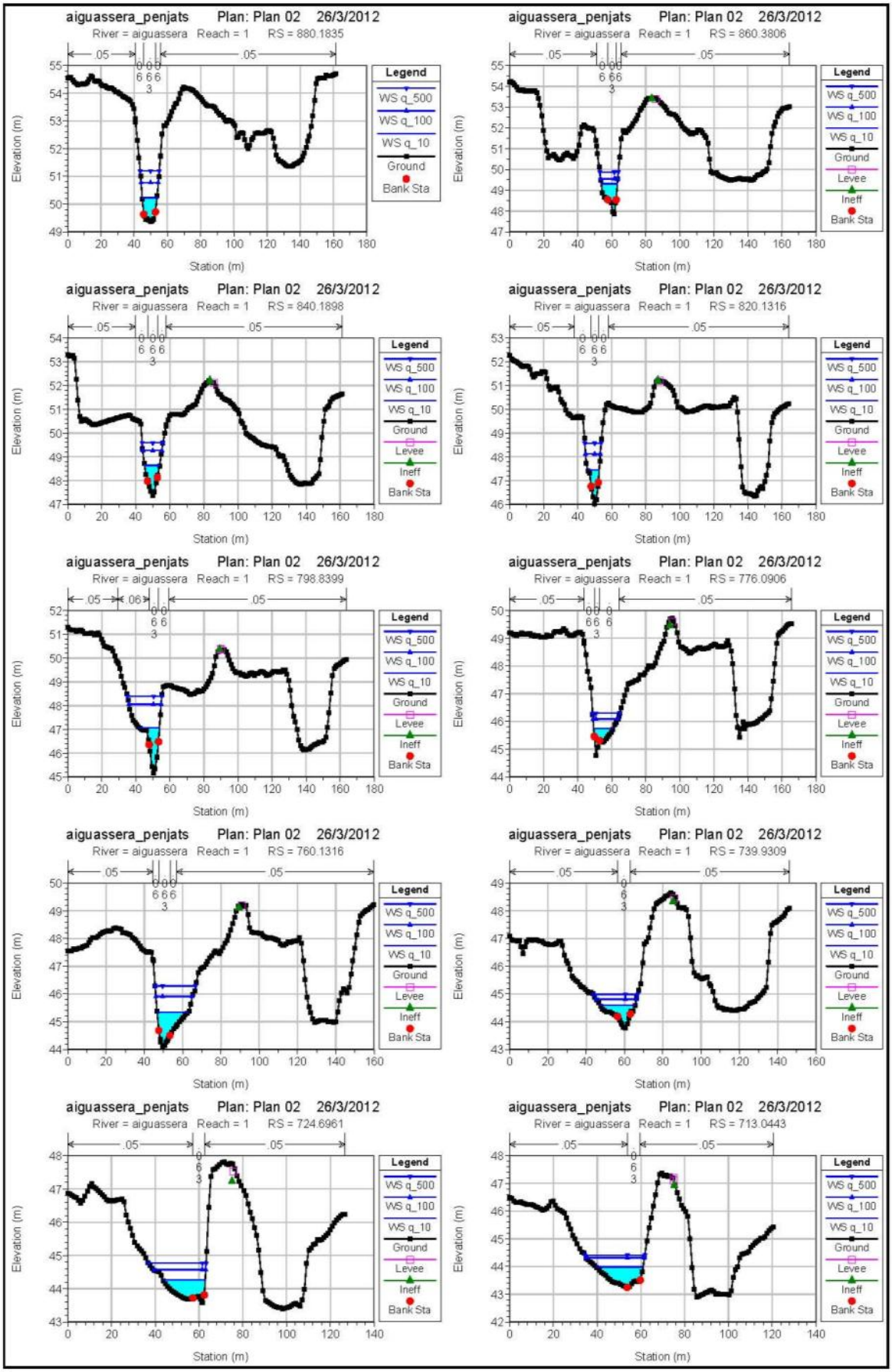

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 103.0587
River = penjats Reach = 1 RS = 96.21358
River = penjats Reach = 1 RS = 90.71680
River = penjats Reach = 1 RS = 81.45337
River = penjats Reach = 1 RS = 73.17892
River = penjats Reach = 1 RS = 64.20443
River = penjats Reach = 1 RS = 51.63788
River = penjats Reach = 1 RS = 36.11334 BR Pont del camí de la Guardiola
River = penjats Reach = 1 RS = 22.67318
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

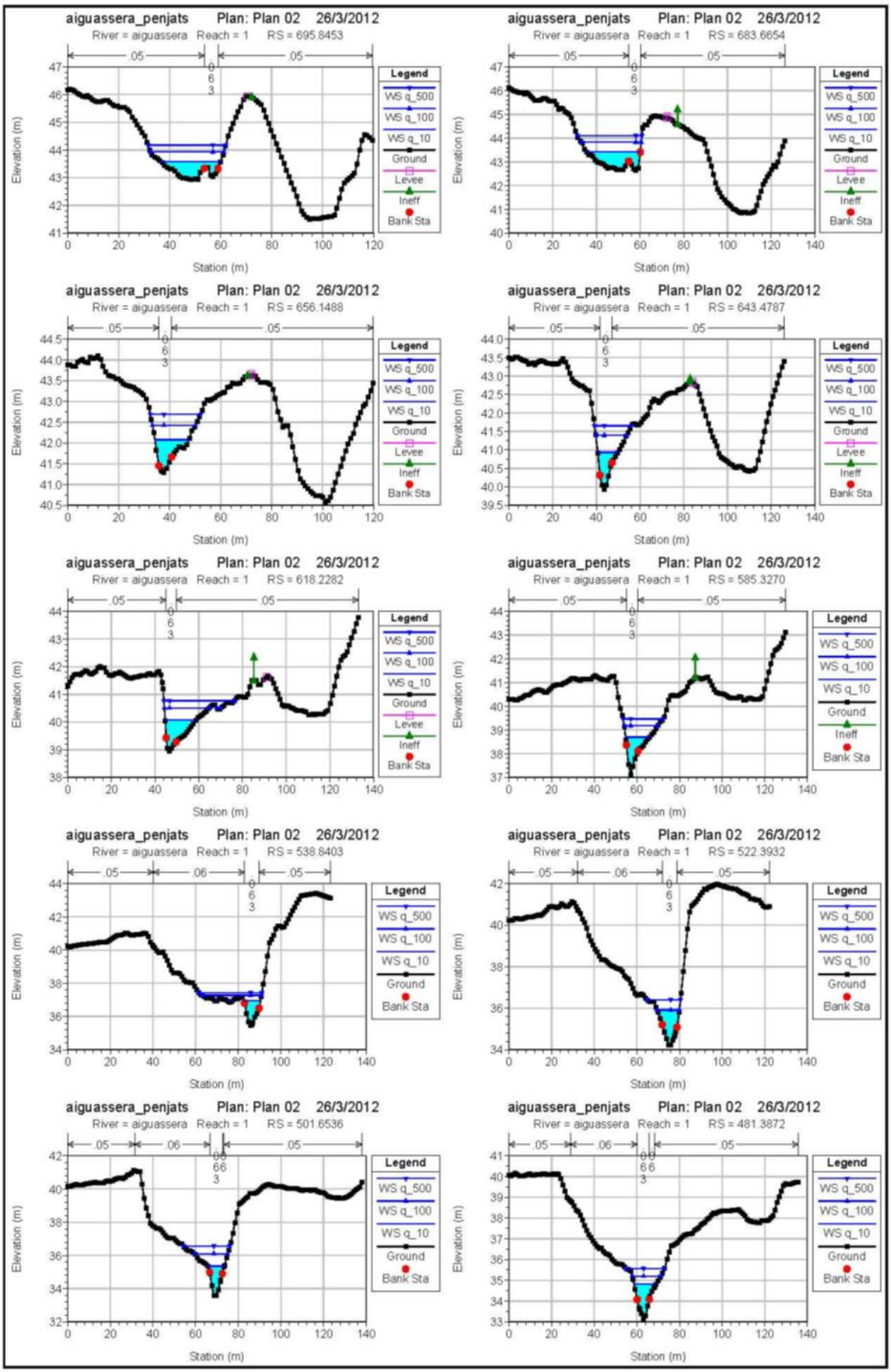

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 17.39107
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 8.797566
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta
aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = penjats Reach = 1 RS = 6.556172
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Ineff
Bank Sta

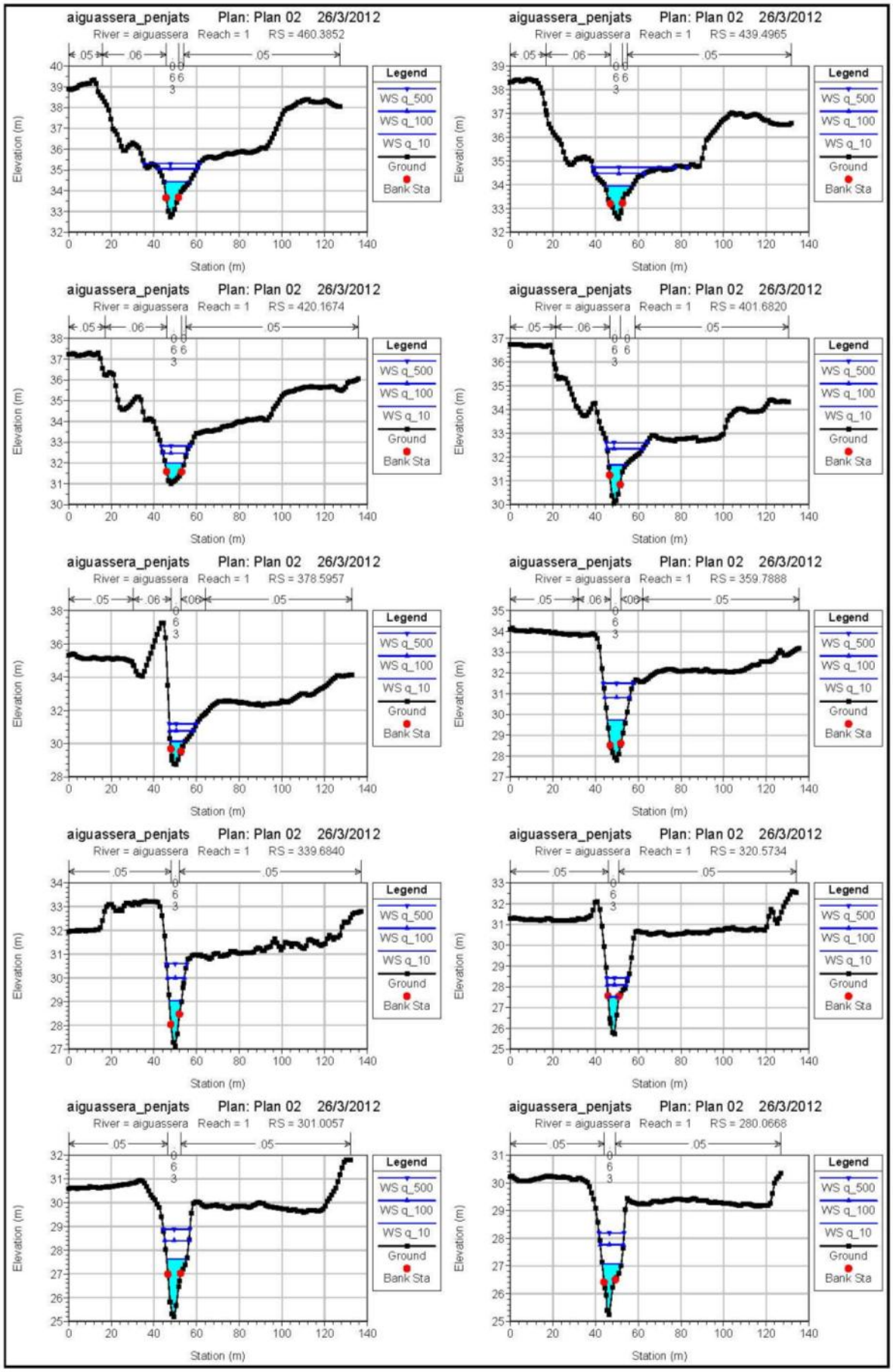
4.2 Barranc de l'Aiguassera

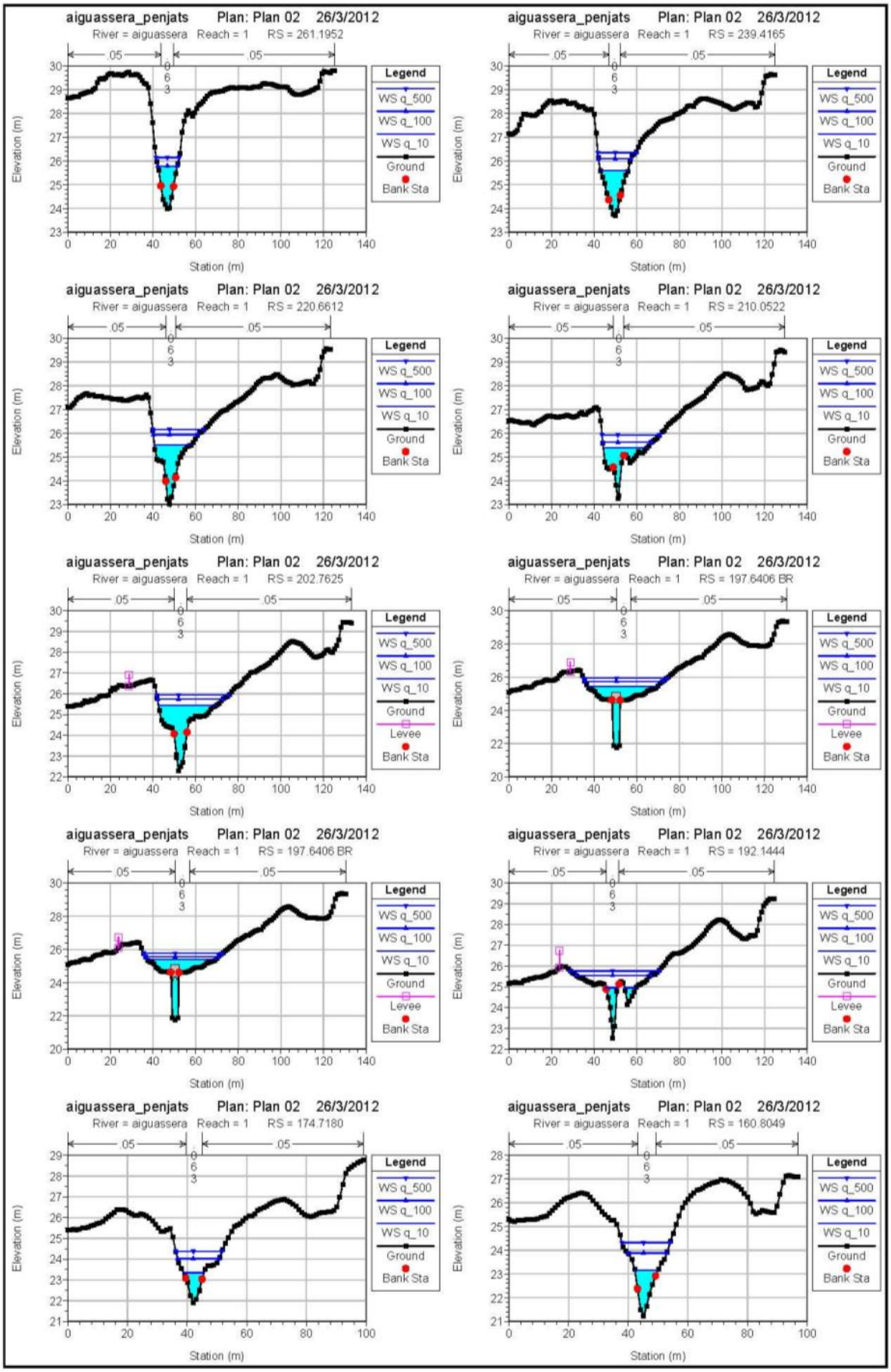


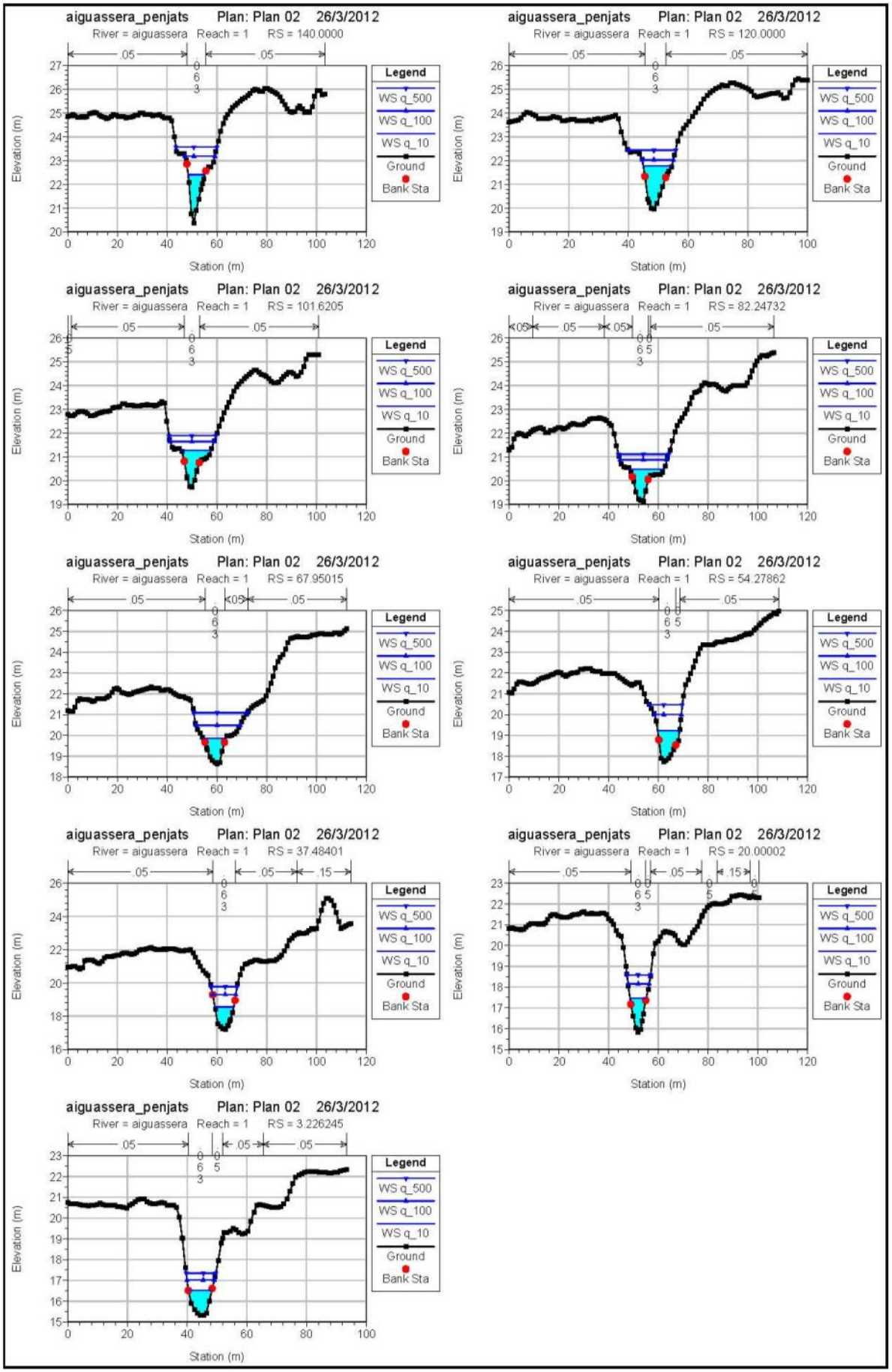

aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 1080.501
River = aiguassera Reach = 1 RS = 1059.513
River = aiguassera Reach = 1 RS = 1040.545
River = aiguassera Reach = 1 RS = 1020.746
River = aiguassera Reach = 1 RS = 997.6446
River = aiguassera Reach = 1 RS = 977.7778
River = aiguassera Reach = 1 RS = 958.0176
River = aiguassera Reach = 1 RS = 938.4298
River = aiguassera Reach = 1 RS = 914.9516
River = aiguassera Reach = 1 RS = 900.6163
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 880.1835
River = aiguassera Reach = 1 RS = 860.3806
River = aiguassera Reach = 1 RS = 840.1898
River = aiguassera Reach = 1 RS = 820.1316
River = aiguassera Reach = 1 RS = 798.8399
River = aiguassera Reach = 1 RS = 776.0906
River = aiguassera Reach = 1 RS = 760.1316
River = aiguassera Reach = 1 RS = 739.9309
River = aiguassera Reach = 1 RS = 724.6961
River = aiguassera Reach = 1 RS = 713.0443
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 695.8453
River = aiguassera Reach = 1 RS = 683.6654
River = aiguassera Reach = 1 RS = 656.1488
River = aiguassera Reach = 1 RS = 643.4787
River = aiguassera Reach = 1 RS = 618.2282
River = aiguassera Reach = 1 RS = 585.3270
River = aiguassera Reach = 1 RS = 538.8403
River = aiguassera Reach = 1 RS = 522.3932
River = aiguassera Reach = 1 RS = 501.6536
River = aiguassera Reach = 1 RS = 481.3872
Elevation (m)
Station (m)
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Levee
Ineff
Bank Sta


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 460.3852
River = aiguassera Reach = 1 RS = 439.4965
River = aiguassera Reach = 1 RS = 420.1674
River = aiguassera Reach = 1 RS = 401.6820
River = aiguassera Reach = 1 RS = 378.5957
River = aiguassera Reach = 1 RS = 359.7888
River = aiguassera Reach = 1 RS = 339.6840
River = aiguassera Reach = 1 RS = 320.5734
River = aiguassera Reach = 1 RS = 301.0057
River = aiguassera Reach = 1 RS = 280.0668
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 261.1952
River = aiguassera Reach = 1 RS = 239.4165
River = aiguassera Reach = 1 RS = 220.6612
River = aiguassera Reach = 1 RS = 210.0522
River = aiguassera Reach = 1 RS = 202.7625
River = aiguassera Reach = 1 RS = 197.6406 BR
River = aiguassera Reach = 1 RS = 197.6406 BR
River = aiguassera Reach = 1 RS = 192.1444
River = aiguassera Reach = 1 RS = 174.7180
River = aiguassera Reach = 1 RS = 160.8049
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Levee
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


aiguassera_penjats Plan: Plan 02 26/3/2012
River = aiguassera Reach = 1 RS = 140.0000
River = aiguassera Reach = 1 RS = 120.0000
River = aiguassera Reach = 1 RS = 101.6205
River = aiguassera Reach = 1 RS = 82.24732
River = aiguassera Reach = 1 RS = 67.95015
River = aiguassera Reach = 1 RS = 54.27862
River = aiguassera Reach = 1 RS = 37.48401
River = aiguassera Reach = 1 RS = 20.00002
River = aiguassera Reach = 1 RS = 3.226245
Legend
WS q_500
WS q_100
WS q_10
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

5 Informe tècnic relatiu a l'expedient UDPH 2006006020 referent a l'autorització de les obres del barranc dels Penjats al TM Sant Carles de la Ràpita

Agència Catalana de l'Aigua
Àngel, 6
43500 Tortosa
Tel. 977 44 61 55
Fax 977 44 50 14
NIF Q 0801031 F
www.gencat.net/aca

Expedient: **UDPH2006006020**
Procediment: **Autorització d'obres en zona de DPH**
Assumpte: **Informe tècnic (Cobriment de llera)**
Document: **2327018**

IDENTIFICACIÓ DE L'EXPEDIENT

- Expedient: UDPH2006006020
- Peticionari: AJUNTAMENT DE SANT CARLES DE LA RÀPITA
- Assumpte: AUTORITZACIO OBRES BC.DELS PENJATS TM SANT CARLES DE LA RÀPITA

ANTECEDENTS

1. UDPH2006000599 El 27 de octubre de 2006, AJUNTAMENT DE SANT CARLES DE LA RÀPITA va sol·licitar l'autorització de l'assumpte de referència, i va adjuntar un projecte tècnic, firmat per l'enginyer de CCP Cruz Vivas.
2. Amb data 06.07.06 l'ajuntament ens fa arribar via fax còpia de l'exposició pública del projecte al BOPT de 08.02.06, al DOGC de 13.02.06, i al taulell d'anuncis municipal, així com certificat del secretari de 21 de març del 2006 conforme no hi ha hagut al.legacions i l'aprovació inicial s'eleva a definitiva.
3. El 27 de octubre de 2006, AJUNTAMENT DE SANT CARLES DE LA RÀPITA va sol·licitar l'autorització de l'assumpte de referència, i va adjuntar un projecte tècnic, que recollia les condicions de l'informe fet en data 25 de juliol de 2006, firmat per l'enginyer de CCP Cruz Vivas.

UBICACIÓ DE L'OBRA

- Curs fluvial: Barranc dels Penjats
- Tram afectat: tram entre el carrer Torreta i el carrer Jacint Verdaguer
- Terme municipal: SANT CARLES DE LA RÀPITA
- Coordenades UTM:
  - X: 295,800
  - Y: 4,499,366
  - Z: 35

DADES TÈCNIQUES

- Tipus d'obra: Cobriment de lleres
- Secció transversal coberta (m^2): 7,5
- Superfície d'ocupació (m^2): 587,5
- Longitud de la llera afectada (m): 235
- Secció geomètrica: calaix de formigó de 2,5x3 m2

L'obra consisteix en el cobriment d'un tram del barranc dels Penjats, aigües amunt del carrer Jacint Verdaguer en un tram que es troba a la frontera de la consolidació urbana, fins al pont situat a l'alçada del carrer Torreta.

CONSIDERACIONS TÈCNIQUES

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge

Pàgina 1 de 4

Agència Catalana de l'Aigua

Afecció a les servituds

El projecte consisteix en col·locar un calaix de formigó de 2,5x3 metres fins al pont situat a l'alçada del carrer Torreta. Posteriorment es terraplenarà la llera fins arribar a cota de la trama urbana actual. La futura urbanització de la zona haurà de preveure el manteniment d'una zona lliure d'obstacles i construccions de 10 metres en planta centrada a l'eix del calaix per permetre un adequat manteniment.

Qualificació ambiental de la zona

No consta, es tracta de sòls urbans o urbanitzables.

Possibles reposicions del medi

No consten, es reposarà el pont existent a l'inici de la canalització, el qual serà substituït per un calaix que millorarà el seu comportament hidràulic.

Anàlisi hidrològic

Segons l'estudi presentat, la conca té una superfície de 1,31 Km2, la longitud del curs principal es de 2,3 km, i la seva pendent de 0.067 m/m. Als càlculs del Tc hi ha una errada material, en ser el resultat de 0,944 hores i no en minuts, això comporta que el coeficient de punta K no sigui el calculat en el document de 1,92 sinó de 1,062.
Els resultats presentats abarquen fins a un període de retorn de T=200 anys amb els següents resultats:

Coef. d'escorrentia = 0,75
It= 121,99 mm/h
Qpunta= 63,83 m3/sg.

Ara bé, en tractar-se d'un barranc, d'un curs intermitent d'aigua, els càlculs s'han de fer en base a les recomanacions de la pròpia ACA, les quals estableixen que, en cas que sigui necessari canalitzar un curs d'aigua, s'ha de calcular per a T= 500 anys de període de retorn. Tenint en compte aquesta premisa, i adoptant per al càlcul el valor de K=1,062, ponderant un coeficient d'escorrentia al voltant de 0,8 i una precipitació Pd=300 mm/h, sortiria un cabal màxim de 46 m3/s

Anàlisi hidràulic

El projecte presenta un endagament de la riera amb un calaix de 2.5x3 i una pendent longitudinal de 2,5% aquest disseny permet desguassar un màxim de 63 m3/s que segons els càlculs del projecte correspondria a un període de retorn de T=500 anys amb un resguard de 0,5 metres. Igualment el document fa una anàlisi de l'endagament existent aigües avall, per tal d'avaluar la seva capacitat d'evacuació. Aquest endagament es composa de diferents seccions corresponents als períodes històrics en que es va anar cobrint el barranc, vàries d'elles presenten una capacitat de desguàs inferior al cabal de T=500 anys, concretament la S3, S4, S5, S6, S7, S10, S11 i S12 i podrien entrar amb càrrega amb les posteriors conseqüències. Per tal de millorar les condicions, el projecte proposa substituir la secció S5 per un marc de 2,5x3m. i a la S7 que presenta un estat molt deteriorat reparar la solera. Igualment en alguns trams hi ha una gran acumulació de deixalles i sòlids on el document proposa fer un adequat manteniment.

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge

Pàgina 2 de 4

Agència Catalana de l'Aigua

VALORACIÓ ECONÒMICA

Cànon d'ocupació: 1.641,6 €

CONCLUSIÓ

La proposta del projecte permet desguassar el cabal per a T=500 anys. Igualment, aigües avall d'aquesta actuació ens trobaríem amb la manca de capacitat d'algunes seccions, d'aquí que es consideri encertada la línia del projecte d'actuar en les seccions 7, reparant la solera, i en la 5, substituint tota la secció. Aquestes renovacions s'haurien d'aplicar progressivament a la resta de seccions existents que no són adequades. Igualment s'haurà de prendre en consideració que els càlculs s'han fet amb un determinats coeficients que poden variar amb el temps, d'aquí la importància de mantenir els cultius existents a la zona i les terrasses amb marges de pedra per tal de permetre una correcta laminació de les avingudes.

Per tal de millorar el funcionament hidràulic de tot l'endagament seria necessari fer un manteniment i neteja periòdics, tant de la canalització com de la llera del barranc. A l'inici de la canalització l'obra connecta amb un pont existent que presenta una secció hidràulica insuficient, la unió entre les dos obres es també molt forçada i s'hauria de suavitzar.
En cas que es vulgui continuar en l'endagament aigües amunt, s'hauran d'estudiar mesures correctores sobre tota la conca.

El període d'exposició al públic per ocupació del domini públic hidràulic es pot convalidar amb les publicacions fetes per l'ajuntament, les condicions imposades en aquest informe poden ser assumides per l'obra i no necessitarien d'un nou període d'exposició pública..

Fetes les anteriors consideracions s'informa favorablement per a l'autorització d'obres amb les següents condicions particulars.

CONDICIONS PARTICULARS

- Les obres de transició hauran de ser amb un desenvolupament prou llarg per permetre un correcte comportament hidràulic. Especialment la nº1 que presenta un gir molt forçat, si fos necessari s'aplicarà un tractament superficial per millorar la rugositat.
- S'hauran d'executar les obres complementàries a les seccions S5 i 7.
- Previ al començament de l'obra es comunicarà a aquesta unitat per tal de fer un replanteig sobre el terreny.
- Es fixa un termini per executar l'obra de 9 mesos des de l'acta de replanteig.
- S'haurà de fer un manteniment i neteja periòdics de la canalització i la llera del barranc.

Recomanacions:

- Es recomana que els trams en corba del traçat siguin el més suau posibles.
- Es recomana que s'actuï el més aviat posible sobre la resta de seccions insuficients.
- Es recomana que s'adoptin les mesures correctores necessàries per tal de mantenir l'estructura morfològica de la conca i ajudar a laminar avingudes.

Tortosa, a 15 de desembre de 2006

Ignasi Reques Blanc
Enginyer de CCP

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge

Pàgina 3 de 4

Agència Catalana de l'Aigua

Tortosa, 15 de desembre de 2006

Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge

Pàgina 4 de 4

6 Capacitats

En la següent taula i figura es mostra un càlcul de la capacitat de l'estructura de canalització soterrada pel barranc de l'Aiguassera, amb un anàlisis de sensibilitat, disminuint la pendent i augmentant la rugositat.

ESTRUCTURA RECTANGULAR

BASE	6	m
ALTURA	2.5	m
n:	0.02	
COTA ENTRDA:	15.3	
COTA SALIDA:	0.7	
L:	445	m
i:	0.0328	3.28

Qmax: 167.054

y (m)	Area (m2)	P (m)	R (m)	Q m3/s	v (m/s)	F
0.1	0.6	6.200	0.097	1.145	1.909	0.61
0.25	1.5	6.500	0.231	5.111	3.407	1.09
0.5	3.0	7.000	0.429	15.444	5.148	1.64
0.75	4.5	7.500	0.600	28.992	6.443	2.06
1	6.0	8.000	0.750	44.856	7.476	2.39
1.25	7.5	8.500	0.882	62.487	8.332	2.66
1.375	8.3	8.750	0.943	71.843	8.708	2.78
1.5	9.0	9.000	1.000	81.510	9.057	2.89
1.625	9.8	9.250	1.054	91.456	9.380	2.99
1.75	10.5	9.500	1.105	101.656	9.682	3.09
1.875	11.3	9.750	1.154	112.086	9.963	3.18
2	12.0	10.000	1.200	122.726	10.227	3.27
2.125	12.8	10.250	1.244	133.557	10.475	3.34
2.25	13.5	10.500	1.286	144.565	10.709	3.42
2.375	14.3	10.750	1.326	155.735	10.929	3.49
2.5	15.0	11.000	1.364	167.054	11.137	3.56

ESTRUCTURA RECTANGULAR. ANÀLISIS DE SENSIBILITAT

BASE	6	m
ALTURA	2.5	m
n:	0.02	
i:	0.0164	(=0.5 i)

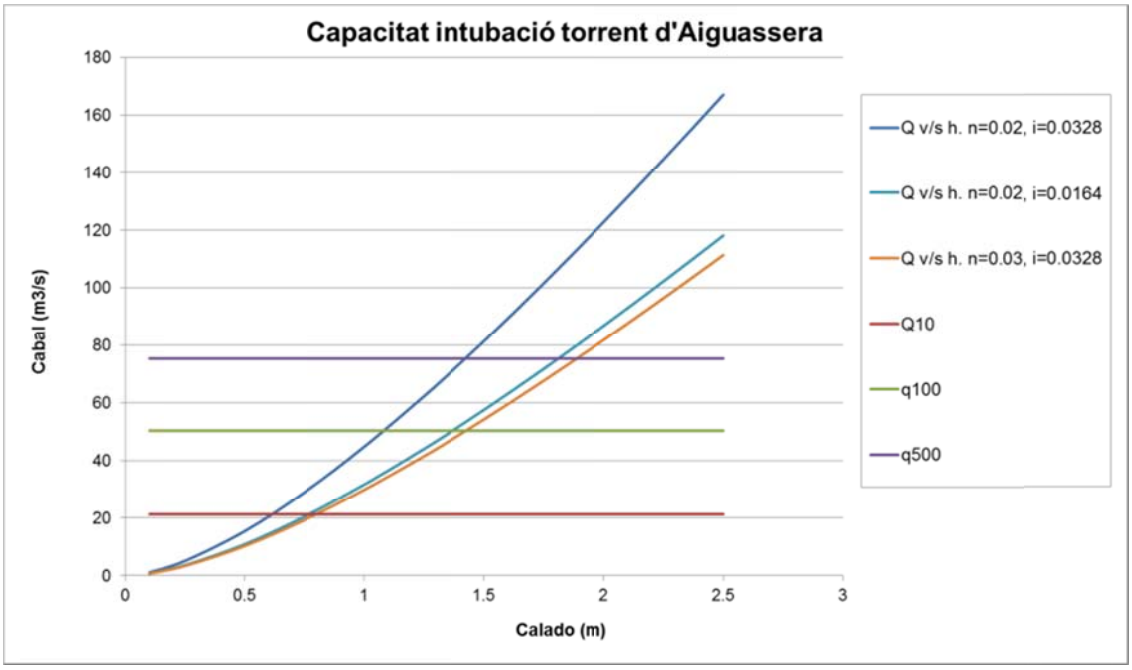
Qmax: 118.125

y (m)	Area (m2)	P (m)	R (m)	Q m3/s	v (m/s)	F
0.1	0.6	6.200	0.097	0.810	1.350	0.43
0.25	1.5	6.500	0.231	3.614	2.409	0.77
0.5	3.0	7.000	0.429	10.921	3.640	1.16
0.75	4.5	7.500	0.600	20.501	4.556	1.45
1	6.0	8.000	0.750	31.718	5.286	1.69
1.25	7.5	8.500	0.882	44.185	5.891	1.88
1.375	8.3	8.750	0.943	50.801	6.158	1.97
1.5	9.0	9.000	1.000	57.636	6.404	2.04
1.625	9.8	9.250	1.054	64.669	6.633	2.12
1.75	10.5	9.500	1.105	71.882	6.846	2.19
1.875	11.3	9.750	1.154	79.257	7.045	2.25
2	12.0	10.000	1.200	86.780	7.232	2.31
2.125	12.8	10.250	1.244	94.439	7.407	2.36
2.25	13.5	10.500	1.286	102.223	7.572	2.42
2.375	14.3	10.750	1.326	110.121	7.728	2.47
2.5	15.0	11.000	1.364	118.125	7.875	2.51

BASE	6	m
ALTURA	2.5	m
n:	0.03	(=1.5 n)
i:	0.0328	

Qmax: 111.369

y (m)	Area (m2)	P (m)	R (m)	Q m3/s	v (m/s)	F
0.1	0.6	6.200	0.097	0.764	1.273	0.41
0.25	1.5	6.500	0.231	3.407	2.272	0.73
0.5	3.0	7.000	0.429	10.296	3.432	1.10
0.75	4.5	7.500	0.600	19.328	4.295	1.37
1	6.0	8.000	0.750	29.904	4.984	1.59
1.25	7.5	8.500	0.882	41.658	5.554	1.77
1.375	8.3	8.750	0.943	47.895	5.805	1.85
1.5	9.0	9.000	1.000	54.340	6.038	1.93
1.625	9.8	9.250	1.054	60.971	6.253	2.00
1.75	10.5	9.500	1.105	67.771	6.454	2.06
1.875	11.3	9.750	1.154	74.724	6.642	2.12
2	12.0	10.000	1.200	81.817	6.818	2.18
2.125	12.8	10.250	1.244	89.038	6.983	2.23
2.25	13.5	10.500	1.286	96.377	7.139	2.28
2.375	14.3	10.750	1.326	103.823	7.286	2.33
2.5	15.0	11.000	1.364	111.369	7.425	2.37



7 PEFCAT Francolí (Planificació de l'Espai Fluvial de la conca del Francolí)

Referent a les condicions de contorn d'aigües avall establertes en aquells torrents que desemboquen directament a mar, barranc del Codonyol, les quals venen determinades per la presència del mar (veure Apartat 4.5), s'ha considerat adient la referència del document ACA corresponent a la Planificació de l'Espai Fluvial de la conca del Francolí, on s'exposa la metodologia utilitzada per l'obtenció del valor del nivell del mar aplicat per realitzar les simulacions associades als diferents períodes de retorn (10, 100, 500 anys).

A continuació s'annexa l'apartat corresponent a la definició de la condició de contorn del model hidràulic.

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ 3
2 MODELITZACIÓ HIDRÀULICA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIU FRANCOLÍ 3
2.1 Definició de la condició de contorn del model hidràulic 4
2.1.1 Font de dades 4
2.1.2 Nivells de referència utilitzats a Barcelona. Correccions per a l'aplicació a l'àmbit de Tarragona 4
2.1.3 Nivell del mar total 5
2.1.4 Marees astronòmica i meteorològica 5
2.2 Modelització 6
2.3 Resultats 7
2.4 Conclusions 8

Índex de taules

Taula 1.- Característiques del mareògraf de Barcelona. Font: REDMAR (Ports de l'Estat) 4
Taula 2.- Nivells de referència per al càlcul del nivell mig del mar 5

Índex de figures

Figura 1.- Vistes aèries de la desembocadura del riu Francolí. A l'esquerre la imatge contempla la desembocadura abans de l'execució de l'endegament i a la dreta l'estat actual del riu. 4
Figura 2.- Quadrant corresponent a l'Àrea VIII. Mareògraf de Barcelona 4
Figura 3.- Nivells de referència en el Port de Barcelona 5
Figura 4.- Nivells de referència per a la obtenció de la condició de contorn de la desembocadura del riu Francolí. El valor de η meteo escollit correspon a un succés igual al 80 % del màxim nivell per un règim extremal a la zona. 6

Figura 5.- Vista del MDT1x1 incorporant la batimetria del port amb les seccions del model hidràulic. A l'última secció, ressenyada en color groc, s'aplica la condició de contorn de nivell constant. 6
Figura 6.- Vista dels resultats de l'estudi d'inundació per a 500 anys de període de retorn. L'ultima secció, ressenyada de color groc es troba dins del port i és on s'aplica la condició de contorn.....6
Figura 7.- Gràfic longitudinal de calats màxims (continu colors) i número de Froude màxim (discontinu colors) per als diferents períodes de retorn modelitzats. En color negre el perfil longitudinal del riu. 7
Figura 8.- Gràfic longitudinal de velocitats màximes per als diferents períodes de retorn modelitzats. En color negre el perfil longitudinal del riu. 7

1 INTRODUCCIÓ

El model requereix de condicions de contorns en tots els extrems del model que no estan connectats. Les relacions aplicables en aquests límits poden ser de tres tipus:

- Valors constants d' *h* o *Q*
- *h* ó *Q* variables en els temps
- Una relació entre *h* i *Q* (quocient; hauria de ser usat en els límits aigües avall)

Aquestes relacions són necessàries per tancar el sistema d'equacions i poder resoldre'l a través d'un model de doble escombrada.

2 MODELITZACIÓ HIDRÀULICA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIU FRANCOLÍ

El riu Francolí discorre en el seu últim tram dins de l'àrea urbana de la ciutat de Tarragona, descrivint en aquesta zona una corba de 90º cap al sud oest per desembocar al port del Port de Tarragona a través de la dàrsena de Varadero. En aquest últim tram fluvial, se situen en ambdós marges murs de protecció que limiten immediatament amb el barri del Serrallo, la zona portuària, la zona industrial i les infraestructures pròpies.

La modelització de la desembocadura del Francolí ha necessitat de la informació batimètrica del Port de Tarragona. Aquesta batimetria ha estat cedida per el mateix Port de Tarragona.

Analitzant la batimetria de la zona de la desembocadura s'observa com el port realitza periòdicament actuacions de dragatge (per eliminar les aportacions de material sòlid del ríu), donant-se calats a la desembocadura que arriben a ser de 12 metres.

Figura 1.- Vistes aèries de la desembocadura del riu Francolí. A l'esquerre la imatge contempla la desembocadura abans de l'execució de l'endegament i a la dreta l'estat actual del riu.

2.1 DEFINICIÓ DE LA CONDICIÓ DE CONTORN DEL MODEL HIDRÀULIC

2.1.1 Font de dades

La font de dades utilitzada és l'Atlas d'Inundació en el Litoral Peninsular Espanyol (pendent de publicació), elaborat a partir de les dades subministrades per el Programa de Clima Marítim. La informació utilitzada correspon l'*Àrea **VIII**, subzona **a***, amb dades procedents del mareògraf de Barcelona. Aquest mareògraf és el més proper a l'emplaçament de la desembocadura del riu Francolí al Port de Tarragona.

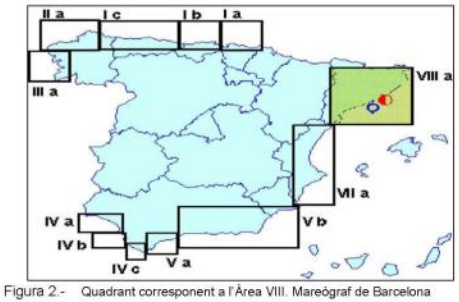


Figura 2.- Quadrant corresponent a l'Àrea VIII. Mareògraf de Barcelona

Les característiques d'aquest mareògraf es detallen a la següent taula.

Mareògraf de Barcelona	
Característiques de l'estació	
Latitud:	41º 21' 01'' N
Longitud:	2º 9' 41'' E
Tipus de sensor:	Ultrasons SONAR
Inici dades mesurades:	Agost 1992
Clau geodèsic	NGP 791
Situació del zero	Nivell mig del mar a Alacant: 2.438m sota NGP 791

Taula 1.- Característiques del mareògraf de Barcelona. Font: REDMAR (Ports de l'Estat)

2.1.2 Nivells de referència utilitzats a Barcelona. Correccions per a l'aplicació a l'àmbit de Tarragona

A la següent figura es representa la relació entre els diferents nivells de referència que s'utilitzen a l'àmbit del port de Barcelona.

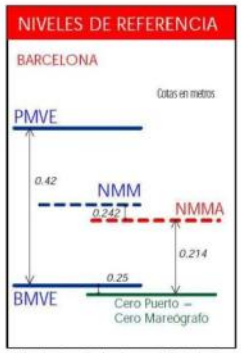


Figura 3.- Nivells de referència en el Port de Barcelona

La nomenclatura utilitzada és:

- *NMM*: Nivell mig del mar
- *NMMA*: Nivell mig del mar a Alacant
- *BMVE*: Baixa Mar Viva Equinoccial
- *PMVE*: Plena Mar Mitja Viva Equinoccial
- *CP*: Zero del Port

A Barcelona, tal i com es veu a la figura, el nivell de BMVE respecte al zero del port és de 0,25 metres. A la seva vegada el zero del port de Barcelona es troba 0,016 metres respecte el zero topogràfic. Així doncs per a l'àmbit de Tarragona, el nivell de la BMVE es considera igual a 0.266 metres respecte al zero topogràfic. En el cas que ens ocupa s'ha considerat que el zero topogràfic és igual al zero del model digital d'elevacions (MDE) elaborat per el ICC per aquest estudi. El sistema de referència d'aquest MDE és el oficial. (*European Datum* 1950 projecció UTM fus 31N i cotes ortomètriques).

La resta de nivells per a l'àmbit de Tarragona es consideren iguals als establerts per al Port de Barcelona, donada la poca variació existent al llarg del litoral català.

2.1.3 Nivell del mar total

El nivell mig del mar Z_{NMM} és el resultat de la superposició dels nivells deguts a:

Nivells	Causa
Marea Astronòmica (M.A.)	Accions atractives del sol i la lluna
Marea Meteorològica (M.M.)	Variacions atmosfèriques de vent i pressió
Set-up	Variació del nivell mig degut al trencament de les onades

Taula 2.- Nivells de referència per al càlcul del nivell mig del mar

La variació que pogués produir el Set-up no és significativa, i per tant no es té en compte al estar la desembocadura dins del port.

2.1.4 Marees astronòmica i meteorològica

A partir de les dades corresponents al mareògraf de Barcelona, s'estima que la màxima carrera de marea és de 0,42 m, situant-se la PMVE i la BMVE equidistants a 0,21 m respecte el NMMA.

Per tant, podem dir que el Nivell Mig del Mar a Tarragona (NMMT), es troba a la cota 0.476 m resultat de sumar el valor del nivell de la BMVE (0,266 m) respecte el 0 topogràfic i la diferència establerta entre el NMMA i la BMVE (0,21 m). Així doncs el nivell mig del mar a Tarragona (NMMT) és situa a la cota (0,266+0,21) 0,476 m. A partir del NMMT es situa la PMVE i el Nivell Màxim a Tarragona.

Per obtenir el Nivell Màxim és necessari estimar la contribució de la component meteorològica. Per aquesta zona es pot considerar una sobreelevació per aquesta causa de η_{mig}= 0.50 m en règim mig i $\eta_{extremal}$= 1.0 m sota condiciones de tempesta (règim extremal).

En el cas que ens ocupa, la condició de contorn per a l'estudi hidràulic i per l'estudi d'inundabilitat de la desembocadura del riu Francolí, s'ha considerat un nivell total constant en el temps igual a 1,5 m. Aquesta dada correspon als 0.5 metres aproximadament de la situació del NMM a Tarragona juntament amb un escenari

combinat entre la PMVE (0.21 m) i un succés en el mar igual al 80 % del màxim nivell per un règim extremal a la zona.

Així doncs, s'ha considerat el valor 1,5 metres (constant en el temps) per realitzar les simulacions associades als diferents períodes de retorn (500, 100, 50 ,10).

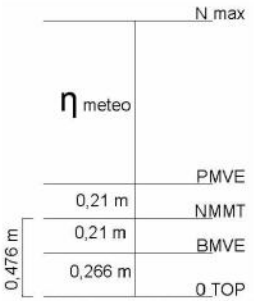


Figura 4.- Nivells de referència per a la obtenció de la condició de contorn de la desembocadura del riu Francolí. El valor de η meteo escollit correspon a un succés igual al 80 % del màxim nivell per un règim extremal a la zona.

2.2 MODELITZACIÓ

La modelització d'aquest últim tram de riu depèn bàsicament de dos factors:

- Reflexar a les seccions de forma precisa la morfologia de l'endegament. La cota del murs ha estat facilitada per l'ICC
- Ubicació de la secció amb la que finalitza la modelització. En aquesta secció s'imposa la condició de contorn aigua avall.

L'última secció del model hidràulic es troba dins del mar i recull la informació batimètrica del Port de Tarragona. A les següent figures es pot veure les seccions del model hidràulic. Ressenyada amb color diferent es mostra l'última secció on s'aplica la condició de contorn. Aquesta condició, justificada anteriorment, és igual a un nivell constant de 1,5 metres respecte el zero del MDE.

Figura 5.- Vista del MDT1x1 incorporant la batimetria del port amb les seccions del model hidràulic. A l'última secció, ressenyada en color groc, s'aplica la condició de contorn de nivell constant.

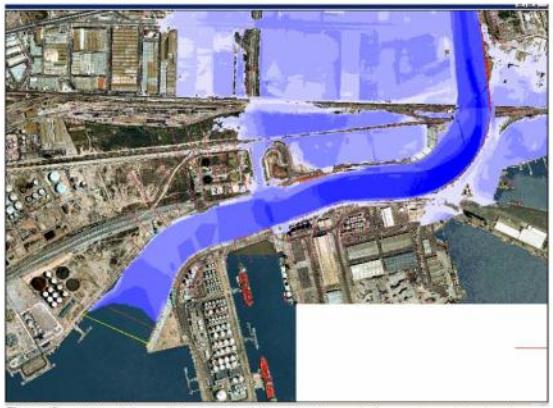


Figura 6.- Vista dels resultats de l'estudi d'inundació per a 500 anys de periode de retorn. L'ultima secció, ressenyada de color groc es troba dins del port i és on s'aplica la condició de contorn.

Pel que fa a l'aspecte morfodinàmic de funcionament de la pròpia desembocadura, s'ha de dir que no s'ha tingut en compte la formació de fletxes o barres litorals que poguessin crear-se a la desembocadura del riu i que podrien originar el tancament de la sortida al mar. Aquest fet es justifica pel manteniment que realitza el port de Tarragona amb les corresponent actuacions de dragatge.

2.3 RESULTATS

Per a cabals associats a períodes de retorn elevats, el flux del riu en crescuda es percep "caient" o "precipitant-se" cap al mar, passant dels 5 m de calat per 500 anys de periode de retorn fins el nivell del mar escollit (1,5 m). En aquest casos la condició de contorn no afecta aigua amunt al flux propi del riu ja que es passa d'un règim lent a ràpid tornant finament a un règim lent ja dins el mar.

Els resultats obtinguts per a periode de retorns inferior mostren com el riu sempre discorre en règim lent i per tant la influència del nivell mar és cada cop major. Per altra banda els calats obtinguts són cada cop de menys importants i per tant menys greus alhora de planificar.

A la següent gràfica es mostren els resultats hidràulics de la desembocadura del riu Francolí al port de Tarragona. A l'eix de ordenades es mostra els pk's del perfil longitudinal de la modelització i als eixos d'abscisses es mostres les cotes màximes de làmina d'aigua obtingudes per els diferents períodes de retorn (m) i el valor màxim del nº de Froude per a les mateixes modelitzacions.

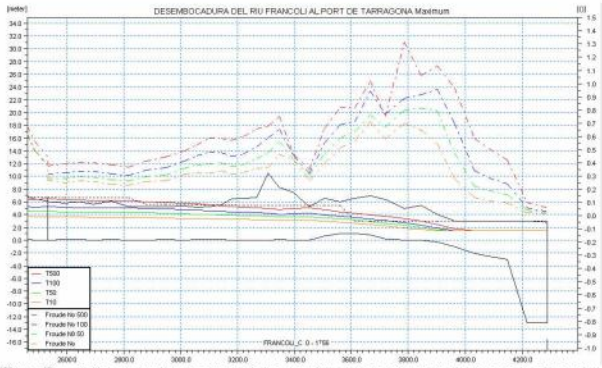


Figura 7.- Gràfic longitudinal de calats màxims (continu colors) i número de Froude màxim (discontinu colors) per als diferents periodes de retorn modelitzats. En color negre el perfil longitudinal del riu.

A la següent gràfica es mostren els resultats de la desembocadura del riu Francolí al port de Tarragona. A l'eix de ordenades es mostra els pk's del perfil longitudinal de la modelització i als eixos d'abscisses es mostres les velocitats màximes assolides per a cada periode de retorn modelitzat.

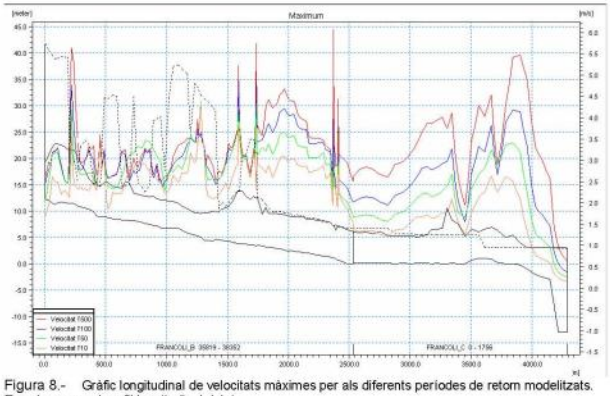


Figura 8.- Gràfic longitudinal de velocitats màximes per als diferents periodes de retorn modelitzats. En color negre el perfil longitudinal del riu.

2.4 CONCLUSIONS

Aquests resultats ens indiquen que per successos de períodes de retorn elevats, amb grans calats, no hi ha connexió hidràulica entre el nivell del riu i el mar. Per això, tot i que el flux en el riu és lent, el mar no es condició de contorn del flux en el riu. El riu desguassa llavors segons condicions pròpies, com una secció de control amb calat crític. Aquesta conclusió no es veu a afectada per la eventual elevació del nivell del mar en el cas de temporals, ja que es tracta d'ordres de magnitud diferents. En el cas de successos de períodes de retorn inferiors la condició de contorn té major influència respecte el flux del riu