



Ajuntament de **RODA DE TER**

Informe Tècnic

Inundabilitat de l'àmbit "La Blava" (TM Roda de Ter)



Informe tècnic

Inundabilitat de l'àmbit "La Blava" (TM Roda de Ter)

Índex

1.	Objecte de l'informe.....	2
2.	Metodologia.....	2
3.	Criteris hidrourbanístics inclosos al Reglament de la Llei d'Urbanisme	3
4.	Descripció de l'àmbit d'estudi.....	5
5.	Hidrologia	6
6.	Estudi hidràulic	7
6.1.	Introducció. Metodologia.....	7
6.2.	Resultats	10
7.	Anàlisi dels resultats	12
8.	Conclusions	13

Informe tècnic

Inundabilitat de l'àmbit "La Blava" (TM Roda de Ter)

Memòria

1. Objecte de l'informe

L'objecte d'aquest informe és caracteritzar la resposta hidràulica del riu Ter en episodis d'avinguda per tal de definir unes condicions mínimes d'implantació de la proposta de modificació puntual de les normes subsidiàries de Roda de Ter a l'àmbit de "La Blava".

2. Metodologia

L'esquema metodològic que s'ha seguit per a l'elaboració d'aquest document és el següent:

- Obtenció i anàlisi de dades cartogràfiques:
 - Restitució a escala 1:1.000 del municipi de Roda de Ter
 - Model d'elevacions del terreny de malla 1mx1m del riu Ter, elaborat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya en base al programa PEFCAT de l'Agència Catalana de l'Aigua.
 - Aixecament taquimètric de detall de la llera del riu Ter, entre la resclosa del salt hidroelèctric i 560 m aigua avall, realitzat l'any 2005.

- Simulació del comportament hidràulic del riu Ter en el tram objecte d'estudi mitjançant el model matemàtic en règim permanent gradualment variat HEC-RAS, modelant la geometria de la llera i incloent la caracterització de les estructures existents en aquest tram (resclosa, pont nou i pont vell). S'utilitzen els cabals de la conca de l'Alt Ter tramificats recentment (2008) per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), que incrementen els que la mateixa ACA havia determinat a l'estudi hidrològic per a la redacció de l'INUNCAT.

- Anàlisi de dades i conclusió.

3. Criteris hidrouurbanístics inclosos al Reglament de la Llei d'Urbanisme

L'article 6 del Reglament de la Llei d'Urbanisme inclou els criteris tècnics que cal tenir en compte alhora de plantejar processos d'urbanització o de nova implantació d'usos i construccions en zones amb risc hidrològic.

Segons aquests criteris, es defineixen les següents zones relacionades amb l'espai fluvial:

- **Zona fluvial (ZF):** Es considera que ve definida per la franja delimitada per línia de cota d'inundació corresponent a una avinguda de 10 anys de període de retorn, tenint en compte els requeriments hidràulics i ambientals i respectant la seva continuïtat.

El planejament urbanístic ha de qualificar els terrenys inclosos en la zona fluvial com a sistema hidràulic i no hi pot admetre cap ús, llevat d'aquells previstos a la legislació aplicable en matèria de domini públic hidràulic.

- **Zona de sistema hídic (SH):** Es considera com a zona de sistema hídic de protecció fluvial la zona ocupada per la inundació corresponent a una avinguda de 100 anys de període de retorn, tenint en compte els requeriments hidràulics i ambientals i respectant la seva continuïtat.

En zona de sistema hídic el planejament urbanístic no pot admetre cap nova edificació o construcció ni cap ús o activitat que suposi una modificació sensible del perfil natural del terreny, que pugui representar un obstacle al flux de l'aigua o l'alteració del règim de corrents en cas d'avinguda.

Els usos que es consideren compatibles amb aquestes condicions són:

- usos agraris, sense que incorporin cap instal·lació o edificació, ni tancament de parcel·les, ni l'establiment d'hivernacles;
- parcs, espais lliures, zones enjardinades i usos esportius a l'aire lliure, sense edificacions ni construccions;
- llacunatges i estacions de bombament d'aigües residuals o potables;
- establiment longitudinal d'infraestructures de serveis i canonades, degudament soterrades i protegides;

Els plans d'ordenació urbanística municipal, quan estigui justificat per raons de racionalitat i coherència de l'ordenació urbanística, poden incorporar terrenys inclosos a la zona de sistema hídic a sectors de sòl urbà no consolidat i sòl urbanitzable si aquests terrenys es destinen als usos compatibles amb aquesta zona.

Tanmateix, aquest règim d'usos deixa de ser d'aplicació quan el planejament urbanístic, amb l'informe favorable de l'administració hidràulica, preveu 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. En qualsevol cas, l'execució d'aquestes obres, que no han de generar problemes d'inundabilitat a terrenys externs al sector, ha de constituir una càrrega d'urbanització dels àmbits d'actuació urbanística en els quals estiguin inclosos els terrenys.

- **Zona inundable per episodis extraordinaris (ZI):** Es defineix per la franja delimitada per la línia de cota d'inundació associada a una avinguda de 500 anys de període de retorn.

En aquesta zona no hi ha limitació d'usos admissibles on es produeixi la condició d'inundació lleu, però no es poden admetre alguns usos on es produeixi inundació moderada o greu:

- àrees d'acampada ni serveis de càmping, ni cap tipus d'edificació on es produeixi la condició d'inundació greu;
- àrees d'acampada ni serveis de càmping, ni cap tipus d'edificació, amb excepció de les destinades a usos industrials i d'emmagatzematge, on es produeixi la condició d'inundació moderada;

Tanmateix, aquest règim d'usos deixa de ser d'aplicació quan el planejament urbanístic, amb l'informe favorable de l'administració hidràulica, preveu 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. En qualsevol cas, l'execució d'aquestes obres ha de constituir una càrrega d'urbanització dels àmbits d'actuació urbanística en els quals estiguin inclosos els terrenys.

S'entén per condició d'inundació greu aquella en la qual el calat és superior a 1,00 metre, o la velocitat superior a 1,0 m/s, o el producte d'ambdós superior a 0,5 m²/s. S'entén per condició d'inundació moderada aquella en la qual el calat és superior a 0,40 m, o la velocitat superior a 0,4 m/s, o el producte d'ambdós superior a 0,08 m²/s.

L'article 6 del Reglament de la Llei d'Urbanisme exclou el sòl urbà, i les edificacions o conjunts d'edificacions que siguin objecte de protecció, de les limitacions d'usos i construccions esmentades anteriorment. No obstant considera que el planejament urbanístic general, d'acord amb el que determini l'administració hidràulica, ha de preveure les actuacions necessàries per a l'adopció de mesures de protecció front als riscos d'inundació, així com la programació i execució de les obres corresponents. Igualment, 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, de les infraestructures necessàries que adequin el risc d'inundació a l'ordenació urbanística.

4. Descripció de l'àmbit d'estudi

L'àmbit "La Blava" de Roda de Ter se situa al costat del marge dret del Ter, a l'extrem d'aigua avall del Passeig del Ter, uns 200 m més avall del pont vell de Roda.

L'àmbit inclou l'antiga fàbrica de filats coneguda per "La Blava" o Tecla Sala situada entre el riu Ter i el carrer de la Costa del Ter. També inclou, al nord (extrem d'aigua amunt), la plaça que hi ha al final del carrer Torrent Massana, annexa al carrer de la Verge Sol i el tram del Torrent Massana fins al riu Ter.

La classificació urbanística actual és la de sòl urbà no consolidat, amb diferents zones de sòl per sistema local i per a zones qualificades de indústria aïllada, conjunts històrics, equipaments públics, verd públic i vials.



Imatge situació de l'àmbit de La Blava, al marge dret del riu Ter, que en aquest tram transcorre en direcció nord-sud.

5. Hidrologia

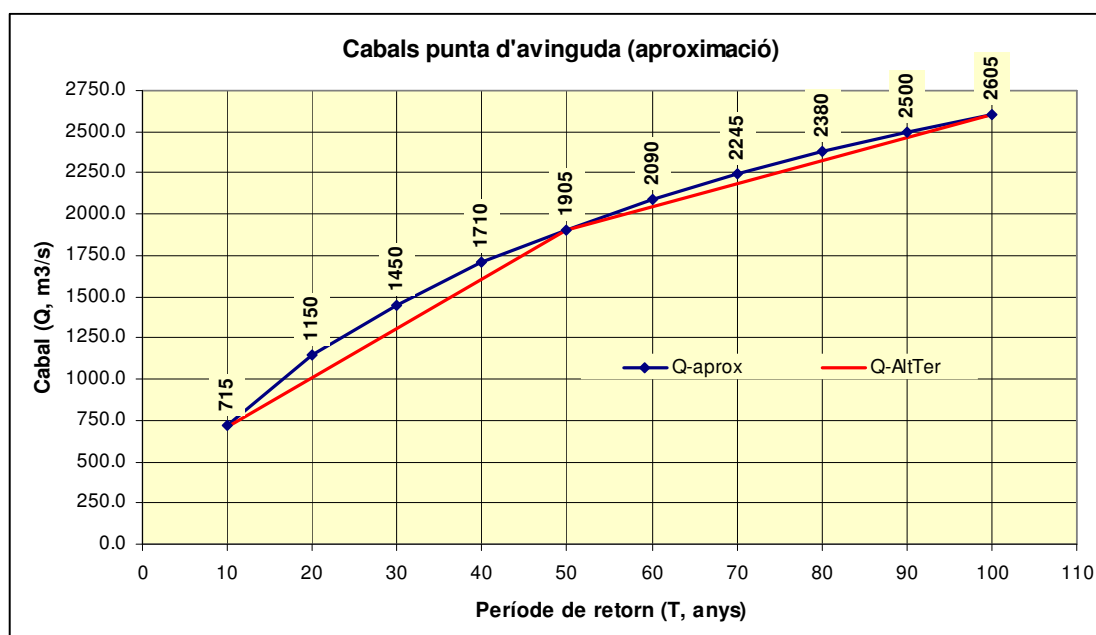
Els cabals punta d'avinguda que s'utilitzen són els corresponents a la tramificació de l'Alt Ter realitzada per l'Agència Catalana de l'Aigua enguany (any 2008). Al tram d'estudi, aigua avall de la confluència del Gurri, li correspondrien els valors associats a l'alçada del Pantà de Sau.

Els valors dels cabals punta d'avinguda associats a diferents períodes de retorn (diferents probabilitats d'ocurrència), suposen un increment de l'ordre d'un 10% sobre els cabals obtinguts a l'estudi hidrològic realitzat per a la redacció de l'INUNCAT just aigua avall de la confluència del riu Gurri.

La taula següent realitza la comparativa de cabals d'avinguda.

	Q_{10} (m ³ /s)	Q_{50} (m ³ /s)	Q_{100} (m ³ /s)	Q_{500} (m ³ /s)
Alt Ter - 2008	713,9	1.904,3	2.604,6	4.609,4
INUNCAT - 2003	647,1	1.737,0	2.375,3	4.211,8

Per tal de poder fer un anàlisi més detallat dels episodis d'avinguda compresos entre 10 i 100 anys de període de retorn, es realitza una aproximació basada en regressions logarítmiques, obtenint-se els valors aproximats que es mostren al gràfic que s'adjunta seguidament.



6. Estudi hidràulic

6.1. Introducció. Metodologia.

La metodologia de l'estudi consisteix en la simulació hidràulica del tram objecte de l'estudi, modelat com a canal natural sota determinades condicions inicials i condicions de contorn, utilitzant el model matemàtic HEC-RAS que ha desenvolupat pel Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps of Engineers.

Per poder discretitzar el riu, s'ha de dividir en trams entre seccions ortogonals a la direcció del flux. Els càlculs s'efectuen de secció a secció. Cada secció incorpora les actuals condicions topogràfiques i morfològiques de la llera, dels marges i de la possible plana d'inundació, determinades a partir de la informació topogràfica i cartogràfica disponible.

Les dades cartogràfiques per a la implementació del model hidràulic s'extrauen principalment del model digital d'elevacions del terreny de pas de malla 1m x 1m, elaborat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya en el marc del programa PEFCAT de l'Agència Catalana de l'Aigua, s'amplien amb la restitució aèria a escala 1:1.000 del municipi de Roda de Ter, i es corregeixen amb la topografia de detall realitzada expressament per a aquest estudi.

Els càlculs s'han fet assumint règim permanent gradualment variat. El procediment de càlcul es basa en la resolució de l'equació de balanç d'energia expressada unidimensionalment i recolzada en la fórmula de Manning per estimar les pèrdues per fricció. Els coeficients de Manning s'han obtingut a partir de l'anàlisi de les característiques del terreny i de la cobertura vegetal.

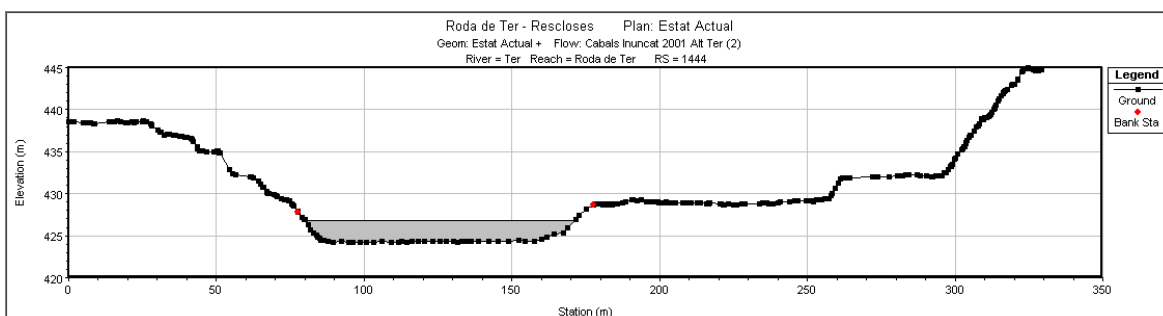
El model permet reproduir les estructures i obres de fàbrica existents a la llera i estimar les pèrdues d'energia que provoquen. De la mateixa manera, també es permet la implementació d'estructures laterals o en línia com ara sobreeixidors, comportes, rescloses, etc.

Les condicions de control s'obtenen a partir de dades de calat o de pendent d'energia conegudes o estimades en determinades seccions en funció de quin sigui el règim hidràulic. En aquest cas s'han pres com a condicions de contorn el calat crític en l'extrem d'aigües amunt i calat normal a l'extrem d'aigües avall. El model s'ha executat en règim mixt (on es permet variar el règim de subcrític a supercrític o a l'inrevés al llarg del tram).

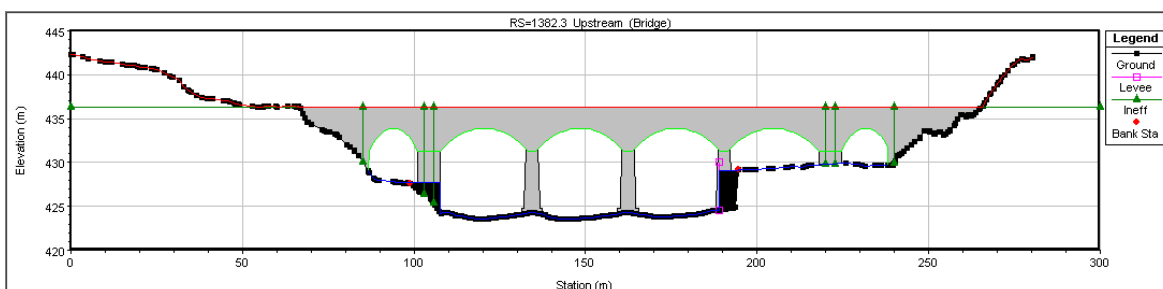
El model hidràulic té una longitud d'aproximadament 1575 m, incorpora 50 seccions transversals i les estructures existents (resclosa, pont nou i pont vell) (vegis gràfics adjunts).

Les hipòtesis de càlcul del model són:

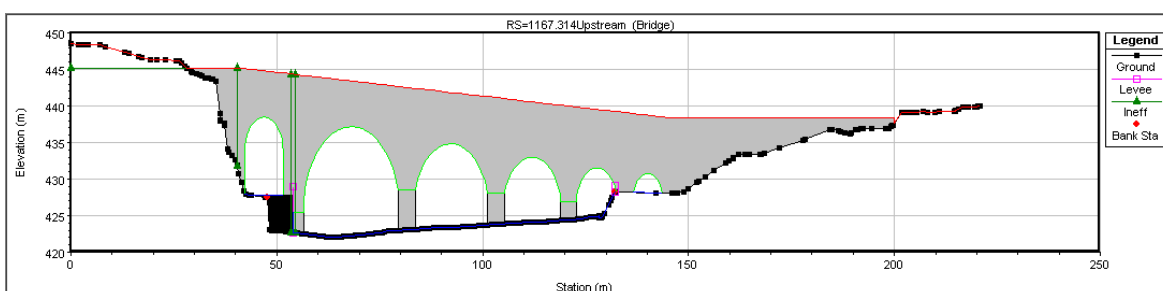
- Flux unidimensional: l'única component de la velocitat és la direcció del flux.
- Flux estacionari o permanent: per una secció donada, no hi ha variació de la velocitat ni del calat amb el temps.
- Flux gradualment variat: la profunditat de l'aigua no canvia sobtadament o de manera important en distàncies petites.
- Pendents menors que 0,10 m/m.
- Contorns rígids. La llera és fixa.



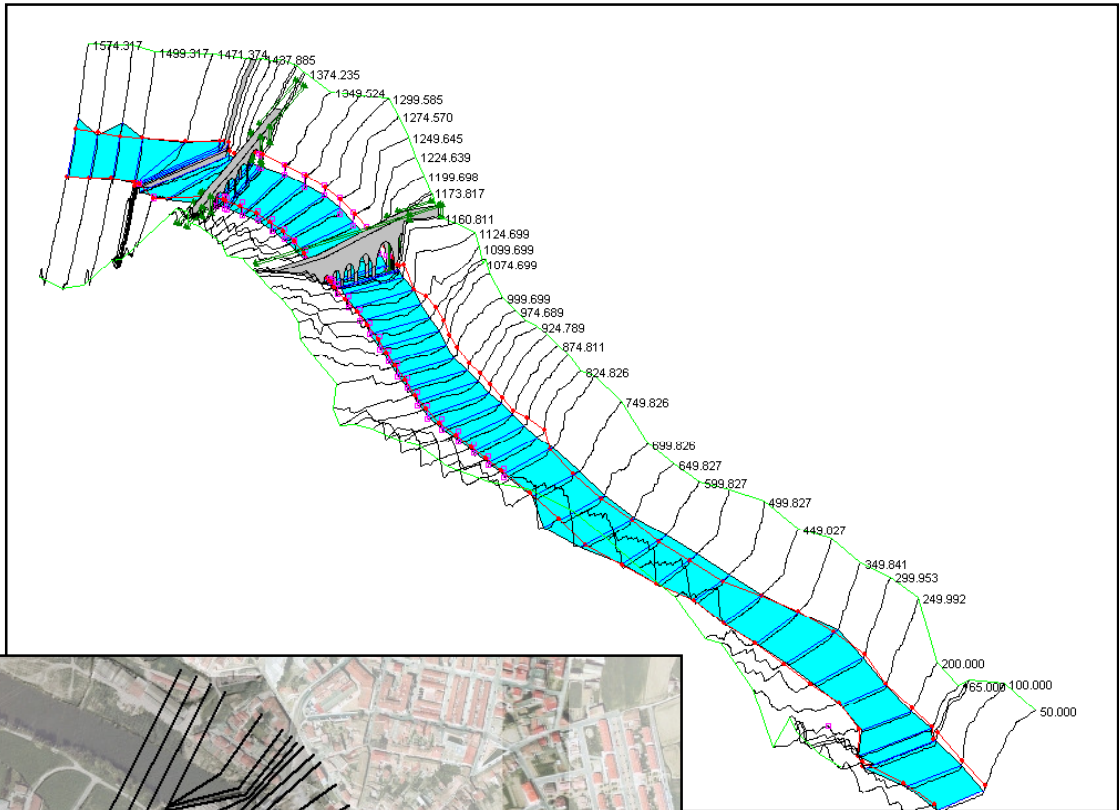
Resclosa existent del salt hidroelèctric (cota de coronament: 426.85)



Pont nou.



Pont vell.

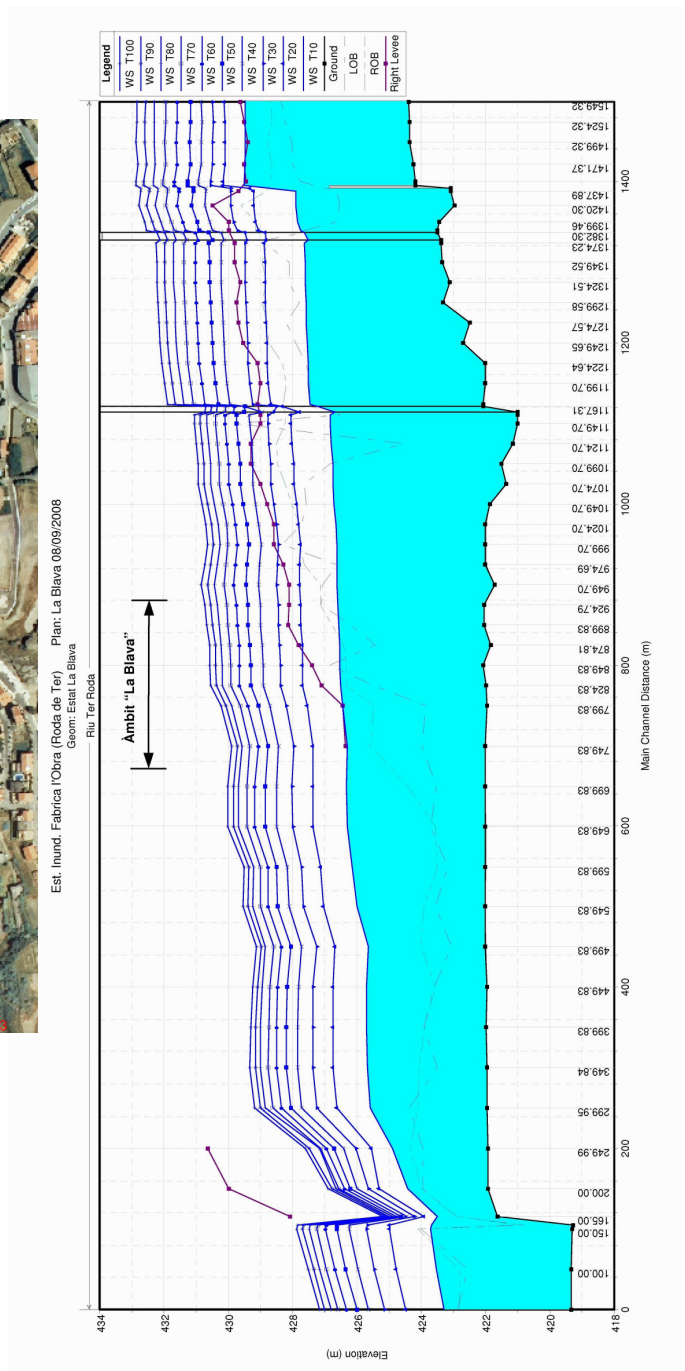


Seccions transversals modelades

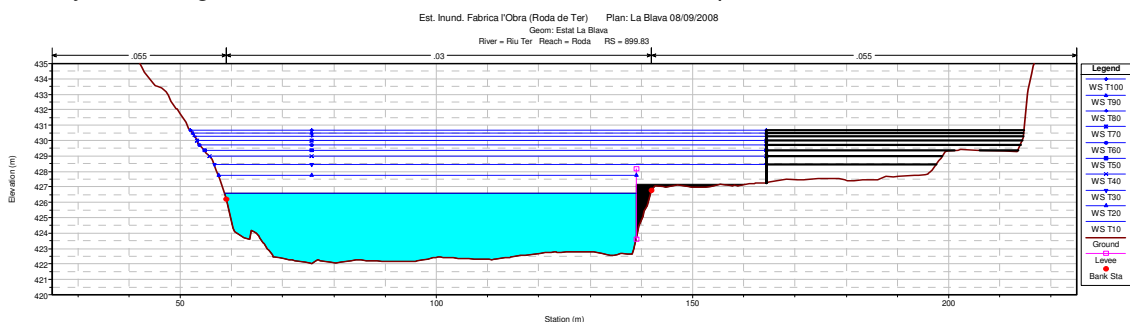
6.2. Resultats

Els resultats dels models hidràulics determinen que en la situació actual, la llera del Ter al seu pas pel nucli urbà de Roda de Ter té una capacitat de desguàs corresponent a avingudes d'entre 20 i 30 anys de període de retorn, tot i que a l'àmbit de La Blava es redueix ràpidament fins assolir una capacitat de desguàs de tant sols 10 anys de període de retorn.

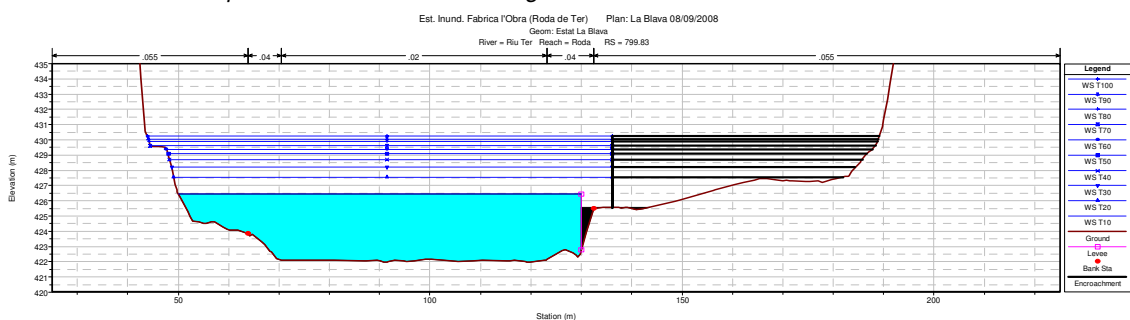
Els gràfics següents mostren una planta de les seccions transversals i el perfil longitudinal de les làmines d'aigua corresponents a períodes de retorn d'entre 10 i 100 anys.



Les figures que s'adjunten seguidament mostren dues seccions transversals del riu Ter a l'àmbit dels edificis de La Blava, on s'observa la capacitat de desguàs de la llera i els calats d'inundació que s'assolirien per a avingudes d'entre 20 i 100 anys de període de retorn, els quals serien d'entre 1,29 i 3,51 m, respectivament, a l'edifici nord, i d'entre 1,96 i 4,64 m, respectivament, a l'edifici sud. Les velocitats del flux a la llera d'aigües baixes assoliria, per avingudes d'entre 10 i 100 anys, d'entre 2,50 i 4,00 m/s, respectivament, mentre que als terrenys del marge dret se situaria d'entre 0,70 i 1,40 m/s, respectivament.



Secció transversal representativa de l'extrem d'aigua amunt de l'edifici de La Blava



Secció transversal representativa l'edifici sud de La Blava, el qual se situa més a la vora del riu.

A l'àmbit de "La Blava" s'assolirien cotes de làmina d'aigua pràcticament constants a la meitat nord de l'àmbit, i es reduirien progressivament cap a l'extrem sud, on es reduiria de l'ordre d'entre 15 i 50 cm en episodis de 10 i 100 anys, respectivament. Per episodis de 50 anys de període de retorn, la reducció de cota de làmina d'aigua a l'extrem sud de l'àmbit (respecte la màxima assolida a l'àmbit) seria d'uns 30 cm. Les cotes màximes de làmina d'aigua associades a diferents períodes de retorn a l'àmbit de "La Blava" es mostren a la taula que s'adjunta seguidament.

Període de Retorn, T (anys)	Cabal Q (m3/s)	Cota Làmina d'Aigua (msnm)
10	715	426.59
20	1150	427.75
30	1450	428.45
40	1710	429.01
50	1905	429.40
60	2090	429.75
70	2245	430.05
80	2380	430.33
90	2500	430.54
100	2605	430.73

7. Anàlisi dels resultats

Els resultats obtinguts a la modelització hidràulica del riu Ter al seu pas per Roda de Ter evidencien que els terrenys de l'àmbit de "La Blava" són potencialment altament inundables, situant-se clarament dins de la zona de flux preferent en episodis d'avingudes (zona de sistema hídic). La situació seria comparable a la del Passeig del Ter (marge dret) i les edificacions que hi tenen façana.

Segons el Reglament de la Llei d'Urbanisme, donades les condicions de risc d'inundació, els terrenys de La Blava no serien qualificables com a urbanitzables. No obstant, el mateix Reglament exclou de les limitacions d'ús per risc hidrològic les edificacions que siguin objecte de protecció, com és el cas de l'antiga fàbrica de filats coneguda per "La Blava" o la Tecla Sala.

En aquest sentit, és aconsellable assolir un nivell de protecció activa que sigui superior a l'existent als trams d'aigua amunt, que resulta ser d'avingudes d'aproximadament 30 anys. Així, en aquest cas es proposaria protegir l'àmbit de "La Blava" amb un tancament hidràulic perimetral dimensionat per a avingudes de 50 anys de període de retorn (cota de coronament de protecció aproximadament 429,60 per disposar d'un resguard mínim de 0,20 m).

Aquesta mesura hauria d'anar necessàriament acompanyada d'un Pla d'Emergència front a inundacions de l'àmbit, especialment sensible com a conseqüència de l'ús residencial que s'hi preveu, ja que tant bon punt el nivell de l'aigua superi la cota de protecció, tot l'àmbit es convertiria ràpidament en una bassa d'una profunditat d'entre 2,50 i 4,00 m.

Es considera molt recomanable plantejar un ús alternatiu al de vivenda per a les plantes baixes de l'àmbit, donat l'elevat risc que una avinguda extraordinària deixés completament sota l'aigua la planta baixa.

En quant a la protecció de l'àmbit i de l'edifici existent, caldria plantejar una solució estructural amb garanties. Així, es considera recomanable elevar un mur de formigó al límit perimetral dels edificis, capaç de resistir l'empenta horitzontal de l'aigua en avinguda i ben fonamentat al substrat rocós. La integració d'aquest element de contenció a l'àmbit del Passeig del Ter s'haurà de realitzar de manera complementària. Així mateix, aigua amunt dels edificis i a l'extrem d'aigua avall les rasants d'urbanització (zona verda, vialitat, aparcaments) hauran de plantejar-se de manera que es mantingui la continuïtat de la cota de protecció. En el cas de l'edifici, caldrà garantir la seva correcta fonamentació al substrat rocós, tot i que la construcció del mur perimetral permetrà donar més estabilitat a l'edifici.

8. Conclusions

La caracterització hidràulica d'avingudes del riu Ter al seu pas per Roda de Ter permet concloure, en relació a la modificació puntual de les normes subsidiàries de planejament de Roda de Ter a l'àmbit "La Blava", que:

- D'acord amb la tramificació de cabals d'avinguda realitzada per l'Agència Catalana de l'Aigua a la conca de l'Alt Ter, els terrenys de l'àmbit "La Blava" de Roda de Ter són potencialment inundables en episodis d'avinguda de més de 10 anys de període de retorn. Concretament, la capacitat de desguàs de la llera del Ter a l'àmbit "La Blava" se situaria entre 10 i 30 anys de període de retorn, tant més gran com més aigua amunt de l'àmbit.
- En condicions d'avingudes extraordinàries (100 anys de període de retorn, $Q_{100}=2.605 \text{ m}^3/\text{s}$), la inundació dels terrenys de l'àmbit assoliria entre 3,50 i 4,60 m de profunditat, amb velocitats superiors a 1,00 m/s, la qual cosa indica que l'àmbit forma part de la zona de flux preferent durant les crescudes del riu.
- No obstant això, i com a conseqüència de l'excepció que fa el Reglament de la Llei d'Urbanisme als criteris de protecció front a riscos d'inundació (article 6) davant l'existència d'edificis que són objecte de protecció, com és el cas de l'antiga fàbrica de filats anomenada "La Blava" o Tecla Sala, s'avaluen unes condicions mínimes d'implantació dels usos residencials que es preveuen.
- Es planteja, com a solució de mínims, protegir l'àmbit front a avingudes de 50 anys de període de retorn ($Q_{50} = 1.905 \text{ m}^3/\text{s}$) mitjançant un tancament hidràulic perimetral situat a cota 429,60, utilitzant una solució estructural tipus mur de contenció a la façana de riu dels edificis de l'antiga fàbrica (fonamentat al sòcol rocós) que serveixi també per garantir l'estabilitat estructural de la seva fonamentació. El tancament de protecció de l'extrem nord dels edificis es podria realitzar amb una solució integrada dins els espais de zona verda i vialitat/aparcament que es preveuen. En qualsevol cas, cal que existeixi continuïtat de la cota mínima de protecció tot al voltant de l'àmbit, tot i que el tancament de l'extrem d'aigua avall podria situar-se a cota 429,30.
- Donat que la protecció que es proposa és parcial, haurà de redactar-se un Pla d'Emergència per l'àmbit front a risc d'inundació. En qualsevol cas, és molt aconsellable plantejar un ús de la planta baixa dels edificis de l'antiga fàbrica que no sigui de vivenda.

Riudellots de la Selva
Novembre de 2008

L'enginyer de camins autor de l'estudi,



David Maruny Vilalta – Col. Núm. 13482
ABM, Serveis d'Enginyeria i Consulting SL