



Característiques i inundabilitat per rierades sobtades (flash flood) als torrents costaners del nord del cap de Creus (Catalunya).

Pere Mascareñas i Rubiés

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



Característiques i inundabilitat per rierades sobtades (*flash flood*) als torrents costaners del nord del cap de Creus (Catalunya)

Tesi doctoral

PERE MASCAREÑAS I RUBIÉS
Directora: Maria Àngels Marqués Roca



Grup de Recerca RISCOS NATURALS – RISKNAT
Departament de Geodinàmica i Geofísica
Facultat de Geologia
Universitat de Barcelona

Característiques i inundabilitat per rierades sobtades (flash flood) als torrents costaners del nord del cap de Creus (Catalunya).

Tesi doctoral

Presentada per

Pere Mascareñas i Rubiés

per a optar al títol de Doctor en Ciències de la Terra

2008 – 2011

VOLUM 1 DE 2

Barcelona, octubre 2011

Dra. Maria Àngels Marquès Roca
Directora

Pere Mascareñas i Rubiés
Doctorand

Aquesta tesi s'ha realitzat en el marc del Projecte CONSOLIDER "Geociencias en Iberia: estudios integrados de Topografía y Evolución 4-D" (CSD 2006-41), del programa "Consolider Ingenio 2010-12" i, en part, també, del projecte INTERAMBAR: "Integración de datos paleoambientales y arqueológicos para la interpretación de las interacciones climatico-ambientales en una cuenca del NE peninsular durante el Holoceno: I. Paleoambiente" (CGL2009-12676-C02-01.- subpr BTE). (Mint. Ciencia e Innovación, 2010-2012),

RISKNAT
RISCOS NATURALS



AGRAÏMENTS

Aquesta recerca és el treball efectuat conjuntament amb innumbrables sense les quals no hauria pogut tirar endavant ni finalitzar-lo amb un mínim d'èxit.

Primerament he tingut una **Directora de la recerca, la Dra. Maria Àngels Marquès**, que m'ha orientat en el camí del funcionament dels rius i torrents, camp per mi encara poc conegut al començament del treball. Ha tingut la paciència i les idees (la inspiració, en diu ella), m'ha acompanyat al "camp" i al "gabinet", i m'ha animat en hores baixes. He disposat del seu rigor científic i crític (cap clar, en dic jo). En resum, activa i seriosa però també *engrescadora*. És amiga de fa molts anys.

He d'agrair a la **família** la paciència, encoratjament i suport, ja que ha suportat la meua "absència" durant tot aquest temps: la meua esposa Carme i els meus fills Oriol i Eulàlia.

A la **Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona**, he d'agrair els cops de mà o els cops a l'esquena de gairebé tothom:

Degans: Dr. MA Cuevas, Dr. Lluís Cabrera

Vicedegans/es de l'àrea acadèmica: Dra. M.A. Canals, Dra. Gemma Alias i Dr. Carles Martí

Vicedegana: Dra. Glòria Furdada

Caps de recerca: del programa Consolider-Ingenio 2010, Dr. Pere Santanach i del programa INTERAMBAR, Dr. Ramon Julià.

Caps de departament de Geodinàmica i Geofísica: Dr. F. Sabat i Dr. J.M. Casas

Altres membres del **Departament** (per ordre alfabètic): Antonio Abellán, Jaume Bordonau, Jaume Calvet, Joan Guimerà, Marta Guinau, Eulàlia Masana, Maria Ortuño, Angel Rodés, Blanca Pallàs (Riskcat), Raimon Pallàs, Pere Santanach, David Serrat, Joan Manuel Vilaplana

Secretaria del departament: Aida Espiritusanto, Joan Ramon Ribas, Ana Romera, María José Aguilar.

Secretaria de la facultat: German Salgado i M^a del Carmen Rebellón, així com també al Sr. Sancho, que em recull de terra i m'envia a l'hospital quan faig tombarelles per les escales de la Facultat.

Introducció als mètodes de cartografia Arc-Gis: Glòria Furdada, Marta Guinau, Jaume Calvet i especialment la M^a Àngels Marquès, qui en va aprendre molt més que jo i ha acabat fent els retocs finals que sempre falten.

Digitalització de les cartografies: Xavier Rodríguez i Jaume Llopart

Organització informàtica i maquetació: els meus fills Oriol i Eulàlia, més entesos que jo en les noves tècniques i trucs informàtics i que hi han destinat hores de dia i de nit.

En el capítol de les traduccions, he de tornar a agrair a l'Eulàlia la intervenció en la interpretació de bibliografia en anglès, a la Christine la traducció del resum al francès i a la M^a Àngels Marquès la seva intervenció en l'abstract a l'anglès, juntament amb en Georges .

Cal afegir a la llista una colla d'**altres geòlegs**. Els uns m'han acompanyat en els treballs de camp o orientat en determinats capítols: Antoni Domínguez, Joan Escuer, Marta Gascon, Ramon Julià, J. Montaner, S. Riera, Esperança Serra, etc. D'altres, companys de quan estudiàrem, i que m'han encoratjat a seguir treballant com: Pere Busquets, Àngels Canals, Albert Casas, Agustí Collado, Ferran Colombo, Salvador Galí, Francisco García, Montserrat Inglés, Jordi Martinell, Joaquim Nogués, Antoni Obrador, Federico Ortí, Albert Permanyer, Jordi Serra, David Serrat, Ramon Vaquer (també per ordre alfabètic). I els bons amics Joan Macau i Patrick Marco i els "deixebles" Arnau Puig i David Sánchez Pujol.

Altres ajuts generals:

L'arxivera de l'Arxiu comarcal de Figueres.

Altres ajuts locals

Portbou:

Joan Ramos (antic arquitecte municipal)

Jordi Rimblas (arquitecte tècnic municipal)

Joan Gubert (historiador i tinent d'alcalde)

Aleix Pagès i Helena Vancells (autors d'un treball de la conca de Portbou)

Marian Roman (fotografies i dades pluviomètriques)
Llorenç Novés (regidor d'obres i ex-alcalde)

Colera:

Serveis tècnics: Jordi Beltran, arquitecte tècnic municipal
Srs. Miquel Carrés, ex-alcalde, i Marcel Nadal
Marta Coll (autora d'un treball de fi de carrera en aquesta mateixa conca)

Llança:

Serveis tècnics: Marc Parés, enginyer municipal
J.M. Pau Negre (aparellador)
Joan Serra (arxiver)
Josep Maria Gros (llibreter)
Rafael Corcoll i Jaume Verdaguer (fotografies)
Vicenç Bonareu i Jaume Giralt (observadors molt actius de la vida llançanenca)
Pere (veí del Mas Tolzanes)
Veí anònim de la Valleta
Veí de Grifeu (del restaurant de la platja)

El Port de la Selva

Serveis tècnics: Pere Ribot, arquitecte municipal
Miquel Puignau (pescador i observador de la vida)
Carles Bros (artista i observador crític del món) i la seva dona

Tants i tants **altres personatges** anònims amb qui he compartit trams paral·lels del camí de la vida, en els camps de la família, de l'amistat, de la professió, de l'esport, de l'oci, dels "hobbys", dels viatges

A tots: MOLTES GRÀCIES, us recordaré sempre amb estimació.

També he pensat, d'una manera especial, en tots aquells **vilatans/es** de la comarca que han sofert els efectes de les rierades. Alguns hi han perdut la vida, d'altres molts bens materials i econòmics, d'altres il·lusions i esperances. Finalment encara d'altres que han sigut simplement testimonis impotents de totes aquestes circumstàncies i esdeveniments.

Estructura de la tesi

Aquest treball s'ha estructurat en dos volums separats.

El **volum primer** és el text de la memòria.

Queda dividit en:

- Un **primer** capítol (**I**) d'introducció i objectius del treball, amb les explicacions de la problemàtica a investigar i les descripcions de les aportacions científiques que es persegueixen.

- En els dos capítols següents (**II i III**) es presenta la situació i les característiques de l'àrea estudiada, des del punt de vista del marc geogràfic primer i del marc geològic després.

- La metodologia de treball es descriu i planteja en el capítol (**IV**). Es tracta d'un tema que per a molts es considera que cal exposar primerament, però aquí s'ha considerat que abans d'abordar mètodes era precís situar-se, ja que la situació per si sola ja planteja una orientació de les possibilitats de metodologies a utilitzar. La base és el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" o "Mètode geomorfològic integrat".

- El capítol (**V**), esta destinat als cabals. Primerament es fa una anàlisi dels principals i més utilitzats mètodes de càlcul i especialment dels seus requeriments i limitacions. Després s'analitzen les dades disponibles a la zona d'estudi i a partir d'aquí es planteja el problema de l'estudi de cabals a la zona. Finalment, en una conca seleccionada, s'apliquen diferents mètodes de càlcul per veure els problemes i/o les limitacions del càlcul de cabals.

- El capítol **VI** esta destinat a les conques. S'ha escollit i estudiat aquelles conques amb risc d'inundació, és a dir, amb torrents que signifiquen un perill d'inundació, però que puguin afectar àrees vulnerables. Recull la descripció i anàlisi de les característiques, elements, indicadors, esdeveniments específics, etc., de cada conca. Aquestes informacions estan recollides per conques que van des de Portbou a Port de la Selva, i s'han ordenat seguint la costa des del N, en direcció al S i després a l'E, fins al cap de Creus.

Les dades han estat recopilades durant el llarg període de cartografia al camp i en les recerques bibliogràfiques en arxius, biblioteques i hemeroteques. També els contactes "humans" amb els habitants del territori i amb alguns membres dels serveis tècnics dels municipis inclosos, han permès una certa reconstrucció del funcionament històric de les valls i els seus torrents.

A l'índex d'aquest capítol **VI** només es posa el nom de la conca, però no es desglossen els diferents apartats, perquè són els mateixos a cada conca. A continuació es recullen el principals apartats (però no els subapartats):

1. Disposició geogràfica
2. Característiques del substrat
3. Característiques dels materials recents: morfologia i litologia
4. Tipus de vegetació i usos del sòl
5. Ocupació humana i població
6. Característiques hidrològiques de la conca
7. Elements antròpics que poden interferir en la dinàmica hídrica
8. Principals esdeveniments d'aiguats i rierades
9. Inundabilitat de la zona i punts crítics
10. Resum de la conca
11. Propostes de millora i gestió

- En el capítol **VII** es tracta del problema de la incertesa i de les dificultats que les incerteses plantegen de cara a la determinació de conclusions. A partir d'aquestes informacions es busquen maneres de reduir la incertesa en el camp de la inundabilitat, i de manera especial en conques de reduïda extensió i de les que es tenen poques dades.

- El capítol **VIII** està destinat a que s'ha anomenat anàlisi "multiconca-multifunció". Aquest anàlisi es una nova proposta per reduir la incertesa en l'estudi de conques petites amb respostes tipus *flash flood* i especialment en el problema de la determinació de les freqüències d'inundació. Per altra banda, és una innovació dins dels "mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables". Aquesta anàlisi permet una valoració de les freqüències amb les que cal esperar inundacions en aquestes conques

- El capítol **IX** correspon a les conclusions.

- L'última part d'aquest volum és l'**Annex 1: Marc Legal**. Recull els aspectes relatius al marc legal referent a les inundacions. La recopilació comprèn els aspectes dictaminats per l'àmbit de la Comunitat Europea, en l'àmbit estatal i en l'àmbit autonòmic.

Finalment, també a la manera d'annexes, s'adjunten uns resums en altres idiomes i la bibliografia.

El **volum segon** comprèn tota la cartografia originada en el treball i que és una part molt important de la recerca, ja que, a més a més de la cartografia geomorfològica integrada, inclou els mapes corresponents a la inundabilitat. També inclou les llegendes explicatives de la simbologia utilitzada en els dos sistemes de cartografia.

Així, aquesta cartografia es recull, de la mateixa manera que en la descripció de les conques, ordenada de nord a sud i a est. A cada conca s'hi ha situat primer un mapa geomorfològic de la conca amb la situació dels diferents fragments de la cartografia a manera de "mapa guia". Seguidament s'inclouen els fragments de cartografia geomorfològica integrada, numerats de mar a capçalera i finalment la cartografia d'inundabilitat, que queda dividida en les mateixos fragments indicats en el mapa guia. L'escala de tota la cartografia és de 1:3000, suficientment detallada per a poder admetre una situació localitzada.

INDEX

VOLUM 1

AGRAÏMENTS	i
Estructura de la tesi	iii
<i>CAPÍTOL I – INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS</i>	1
1.1.- Introducció	1
1.2.- Finalitats de la recerca i problemàtica a investigar	1
1.2.1.- Objectius inicials.....	1
1.2.2.- Nous objectius	2
<i>CAPÍTOL II – MARC GEOGRÀFIC</i>	3
2.1.- Conques torrencials estudiades.....	4
2.2.- El Relleu.....	6
2.3.- El Clima.....	6
2.4.- La Vegetació	7
2.5.- Usos del sòl.....	10
2.6.- Urbanisme	11
2.7.- Comunicacions	11
2.8.- Jerarquització de la xarxa de drenatge.....	12
<i>CAPÍTOL III – MARC GEOLÒGIC I GEOMORFOLÒGIC</i>	15
3.1.- Substrat rocós paleozoic	15
3.2.- Granitoides	20
3.3.- Sediments i formes recents	20
3.4.- Altres materials (d'origen antròpic).....	23
3.5.- Descripcions puntuals d'altres materials	24
<i>CAPÍTOL IV – METODOLOGIA DE TREBALL I PLANTEJAMENT DE LA RECERCA</i>	25
4.1.- Plantejament metodològic de treball	25
4.2.- Mètode Geomorfològic Integrat: resum	26
4.3.- Metodologia del treball: Adaptació, desenvolupament, conceptes utilitzats i millores del mètode geomorfològic integrat.	28
4.3.1.- Criteris de selecció de l'àrea de treball.....	28
4.3.2.- Escala i bases cartogràfiques	28
4.3.3.- Toponímia.....	28
4.3.4.- Cartografia geomorfològica	28
4.3.5.- Recull de dades històriques	29
4.3.6.- Recull de dades de pluviometria.....	29

4.3.7.- Dades de cabals.....	30
4.3.8.- Cartografia geomorfològica integrada: llegenda i conceptes	30
4.3.9.- Cartografia d'inundabilitat o de perillositat d'inundació.....	34
4.3.10.- Anàlisi Multiconca-multifunció. Proposta de millora del mètode geomorfològic integrat	36
4.4.- Consideracions relatives a l'obtenció de dades referents al canvi climàtic mitjançant sondeigs.	36
CAPÍTOL V - CABALS MÀXIMS PER DIFERENTS PERÍODES DE RETORN: MÈTODES DE CÀLCUL I PROBLEMÀTICA.....	39
5.1.- Càlcul de cabals	39
5.1.1.- Mètodes directes: càlcul de cabals màxims per diferents períodes de retorn (Q_{TR}) que parteixen de dades de cabals (Q).....	39
5.1.2.- Mètodes indirectes: càlcul de (Q_{TR}) que no necessiten disposar de dades de cabals (Q).....	42
5.2.- Aplicació dels mètodes de càlcul de cabals a la zona d'estudi.....	49
5.3.- Consideracions generals sobre el càlcul de cabals.....	51
CAPÍTOL VI – DESCRIPCIÓ DE LES CONQUES ESTUDIADES	53
6.1.- Conca de la Riera de Portbou	53
6.2.- Conca del Rec del Pi (Portbou).....	83
6.3.- Conca de la riera de Colera o de Molinàs	93
6.4.- Conca de la Riera de Garbet (Colera)	129
6.5.- Conca de la Riera o del Rec de Grifeu (Llançà).....	143
6.6.- Conca del rec del Boquer (Llançà)	157
6.7.- Conca de la Riera de Llançà o de la Valleta	179
6.8.- Conca de la Riera de la Vall de la Santa Creu (el Port de la Selva).....	231
6.9.- Conca de la Riera de la Selva de Mar	239
6.10.- Conca de la Riera del Port de la Selva, de Romanyac o de Rubiés.....	251
6.11.- Conca del Rec de Granyera (el Port de la Selva).....	277
CAPÍTOL VII – LA INCERTESA: PROBLEMES I PROPOSTES	291
7.1.- El problema de la incertesa	291
7.2.- Incertesa en la inundabilitat en les conques d'estudi	294
7.3.- Proposta de reducció de la incertesa en conques petites i amb poques dades	296
CAPÍTOL VIII – ANÀLISI MULTICONCA-MULTIFUNCIÓ PER LA DETERMINACIÓ DE LES FREQUÈNCIES D'INUNDACIÓ A LES CONQUES DE LA ZONA.....	297
8.1.- Introducció	297
8.2.- Dades de precipitacions	298
8.2.1.- Precipitacions per estacions i períodes de retorn	298
8.2.2.- Precipitacions associades a les inundacions.....	302
8.2.3.- Discussió de les freqüències d'inundació segons les precipitacions.....	308

8.3.- Dades històriques i de camp dels efectes de les inundacions.....	309
8.3.1.- Efectes de les inundacions al segle XIX.	310
8.3.2.- Efectes de les inundacions als segles XX-XXI.....	315
8.4.- Valoració multiconca-multifunció de les freqüències d'inundació en base als episodis històrics i a les precipitacions durant el conjunt dels segles XIX, XX i XXI.	322
<i>CAPÍTOL IX - CONCLUSIONS</i>	325
9.2.- Sobre la zonificació de les àrees inundables.....	325
9.3.- Sobre els factors de la incertesa característics de les conques.....	325
9.4.- Sobre el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables".....	326
9.5.- Sobre la determinació de la freqüència de les inundacions per l'anàlisi multiconca-multifunció i les seves implicacions.....	327
<i>ANNEX 1 - MARC LEGAL DE LA INUNDABILITAT: CRITERIS I LEGISLACIÓ</i>	329
1. Nivell Unió Europea.....	329
2. Nivell Estat Espanyol.....	329
3. Nivell autonòmic de Catalunya.....	333
4. Consideracions.....	334
<i>RESUM</i>	337
<i>RESUMEN</i>	339
<i>RESUMÉ</i>	341
<i>ABSTRACT</i>	343
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	345

VOLUM 2

CARTOGRAFIA GEOMORFOLÒGICA INTEGRADA I CARTOGRAFIA D'INUNDABILITAT:
MAPES I LLEGENDES

(Veure índex en el propi volum)

CAPÍTOL I – INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1- Introducció

La tesi s'emmarca dins de la problemàtica del risc d'inundacions. És un tema d'extrema actualitat, especialment a Europa, després de les inundacions del 2002, que la van afectar i van posar sobre la taula l'evidència d'aquest problema, no solament als països subdesenvolupats, sinó també als desenvolupats com els de la EU. A partir d'aquí, la EU el 2003 va elaborar el Document de Bones pràctiques sobre inundacions (EU 2003) i ha culminat el 2007 amb la Directiva Europea sobre inundacions (EU 2007). Aquesta situació comporta una important recerca en el camp de les inundacions.

La Directiva Europea sobre inundacions és un pas endavant en el problema, però està enfocada majoritàriament cap als grans rius amb crescudes de tipus lent (riverine floods). En canvi, els cursos amb crescudes sobtades (localment rierades o riuades; angl. flash flood, esp. inundaciones relámpago) presenten unes condicions especials, molt diferents dels grans rius, que no estan precisades a la Directiva. Per tant, aquest tipus de curs ha de ser objecte de recerques més avançades.

És en aquest context que es situa la tesi ja que totes les rieres de l'àrea tenen una resposta de tipus flash flood. L'estudi comprèn les conques amb **risc** per les avingudes (**perillositat d'inundació i vulnerabilitat**), que desguassen al mar entre la punta del Cap de Creus i la frontera amb França. Inclou el termes municipals de Port de la Selva, la Selva de Mar, Llança, Colera i Portbou.

Veure situació de les conques en el Capítol II, Marc Geogràfic.

1.2.- Finalitats de la recerca i problemàtica a investigar

Al començament de la tesi es van plantejar una sèrie d'objectius inicials que s'exposen primerament. Després, durant el desenvolupament de la tesi van sorgir unes problemàtiques que van portar a la formulació de nous objectius, que s'exposen després dels inicials.

1.2.1.- Objectius inicials

Com indica el títol i l'apartat anterior d'introducció, es pretén primerament l'estudi de la dinàmica fluvial, dinàmica que comporta les avingudes torrencials ("flash-food" o "rierades" que periòdicament es produeixen al sector costaner del nord del cap de Creus i que plantegen riscos d'inundació, ja que afecten a zones vulnerables i exposades al perill d'inundació. A partir d'aquest coneixement es tracta d'identificar i determinar-hi les zones amb perill d'inundació, les línies o els punts més problemàtics, establir unes categories de perillositat, fer la zonificació d'àrees inundables i i proposar potencials sistemes per a reduir-hi el risc, de manera especial en els punts més crítics.

Dins d'aquest marc, es planteja l'obtenció de la correlació entre la **frequència** i la **magnitud** d'inundació amb les característiques geomorfològiques i antròpiques del sistema fluvial de cadascuna de les conques, a partir de les quals arribar a determinar la inundabilitat.

Per a la realització d'aquests objectius es va escollir el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" o "Mètode geomorfològic integrat".

L'altre objectiu inicial fa referència al canvi climàtic. Es tracta d'obtenir informació climàtica en base als episodis pretèrits o canvis registrats en les seqüències sedimentàries localitzades a les conques d'estudi. A partir d'aquí i després d'analitzar les diferents estimacions/prospectives sobre els canvis en els patrons climàtics i especialment a nivell de les precipitacions, aportar informació de veure quina seria la resposta en uns futurs nous escenaris.

Veure el capítol IV de Metodologia i apartat 4.4.

1.2.2.- Nous objectius

Aquí s'exposen els objectius que van sorgir en el desenvolupament de la tesi i que es persegueixen en la present investigació. Se centren o es poden resumir en 3 aspectes.

a) Sobre el problema de la incertesa (uncertainty)

Durant la recerca s'ha fet palès el problema de la incertesa a la zona d'estudi.

En el context de la recerca internacional recent la incertesa és una problemàtica lligada als fenòmens naturals, entre els que es troben les crescudes fluvials i les inundacions. Es un tema que es va iniciar als anys 90 i que és objecte de treballs molt recents com per exemple els de Appel et al (2004 i 2008) o de Merz i Thieken (2005 i 2009). Es diferencien, com també fan aquests darrers autors, dos tipus fonamentals d'incertesa: **aleatòria i epistèmica**.

Conseqüentment, es planteja primerament l'objectiu d'identificar i analitzar el perquè es produeixen aquestes incerteses i posteriorment l'objectiu de reduir-la..

Veure capítol VII, referent a la Incertesa.

b) Sobre la tipologia de les zones inundables

En aquest treball, inicialment es van estudiar les normatives i directives relatives a la inundabilitat en diferents marcs (europeu, estatal i autonòmic) a fi d'aplicar-les a les rieres de la zona d'estudi.

Durant el desenvolupament de la recerca van anar sorgint problemes d'aplicabilitat. Es va veure que majoritàriament les tipologies d'inundabilitat efectuades fins a l'actualitat, es basen en el funcionament dels grans rius

És a partir d'aquestes circumstàncies que es pretén trobar nous models d'inundabilitat per a les conques petites i de ràpida resposta hídrica.

Veure les descripcions de cadascuna de les conques al capítol VI.

c) Sobre el "Mètode geomorfològic integrat": Innovacions per a l'anàlisi multiconca i multifunció

L'objectiu de reduir la incertesa, tant l'epistèmica com l'aleatòria (segons les tipologies àmpliament acceptades: Merz i Thieken 2009 o Warmink et al. 2011), ha portat a innovar el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" i a plantejar una anàlisi multiconca-multifunció dels fenòmens i dels comportaments en els diferents episodis.

Veure el resum del mètode geomorfològic integrat en el capítol IV de Metodologia, apartat 4.2.

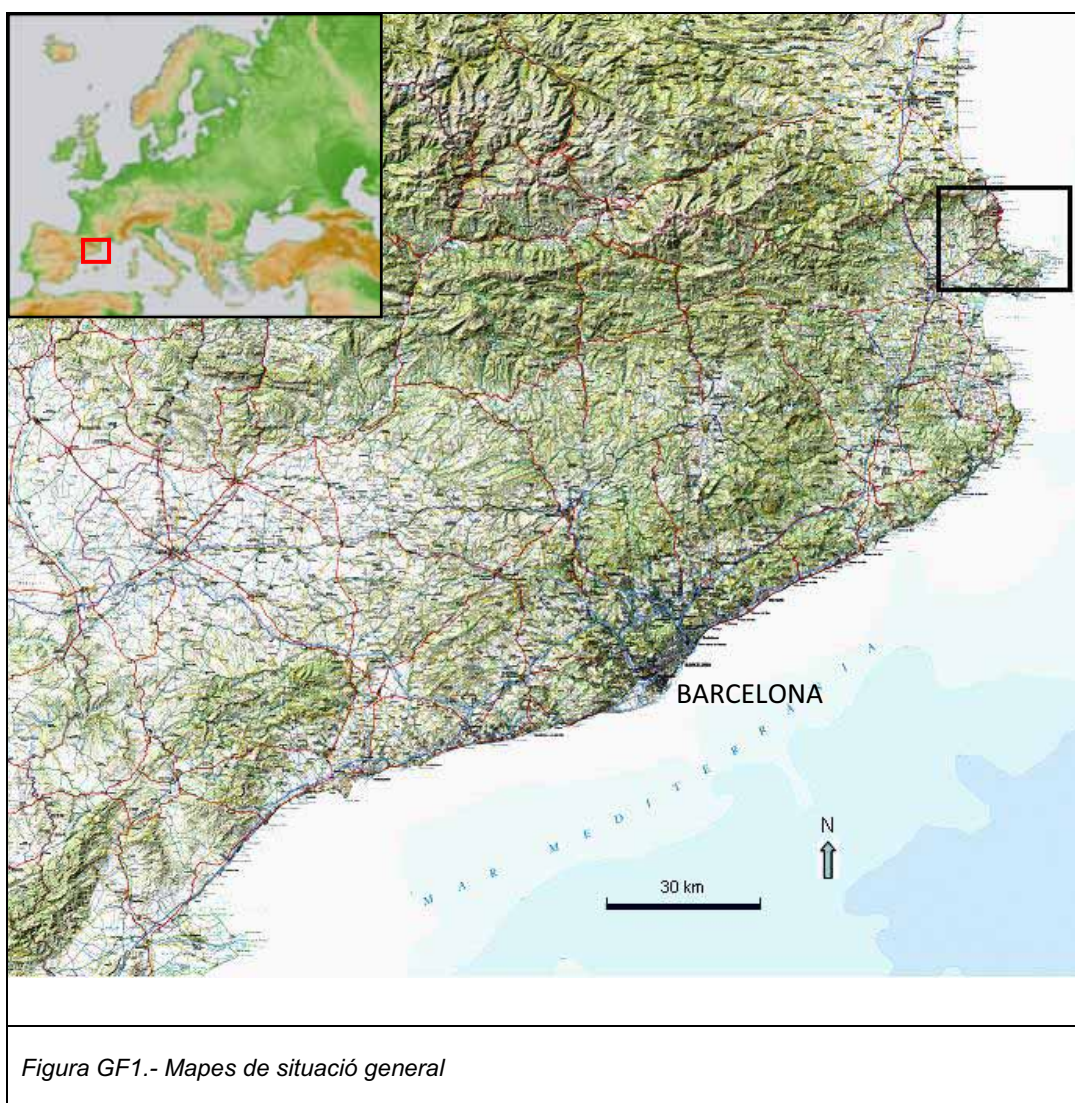
Veure també les consideracions de l'anàlisi multiconca i multifunció al capítol VIII, i al capítol IX de conclusions.

CAPÍTOL II – MARC GEOGRÀFIC

Es tracta d'una zona amb conques torrencials petites però en les que sovint s'originen inundacions, i amb una certa freqüència originen danys importants.

L'estudi comprèn l'àrea de les conques que desguassen al mar entre la punta del Cap de Creus i la frontera entre l'estat espanyol i el francès (figura GF1). Inclou el termes municipals de Port de la Selva, la Selva de Mar, Llançà, Colera i Portbou. Al municipi de Cadaqués hi pertany un petit tram de la costa descrita, tocant a l'extrem de llevant, però no conté cap torrent significatiu.

Es tracta doncs del tram de costa més septentrional de la comarca de l'Alt Empordà, i que els vilatans i pescadors de la comarca anomenen la "Mar d'Amunt", encara que també hi ha qui en diu les "Alberes Marítimes" del tram entre Llançà i el cap de Cervera.



2.1.- Conques torrencials estudiades

L'estudi comprèn una sèrie de conques que es relaciones a la taula següent. El criteri inicial fou estudiar les conques a partir d'una extensió mínima determinada, com per exemple els 0.20 Km².

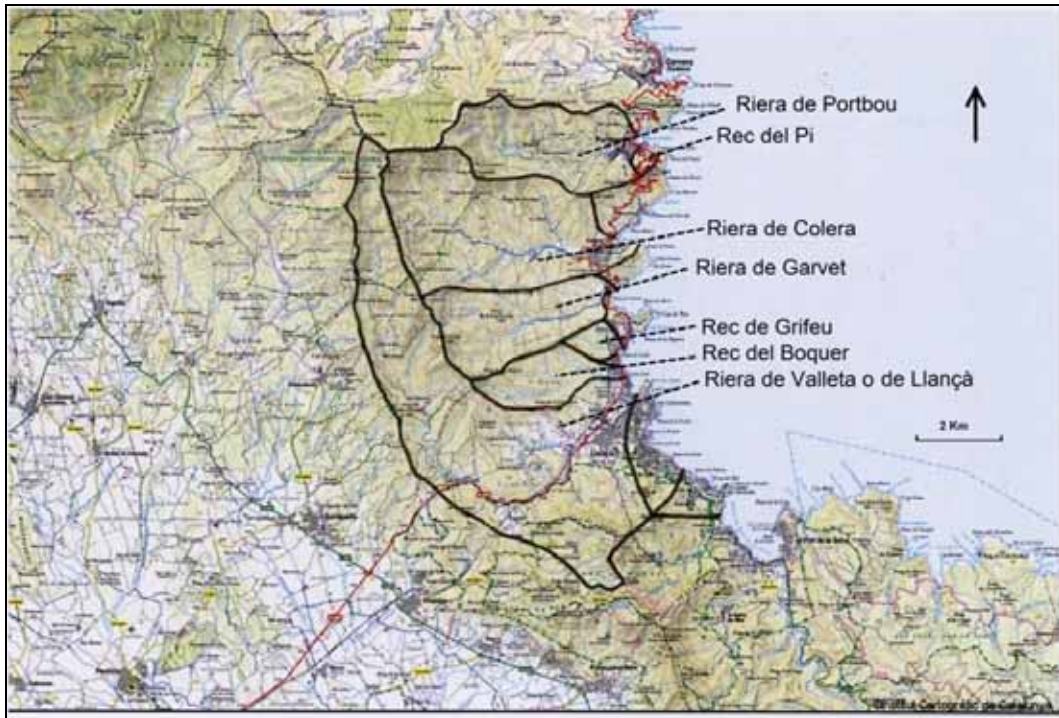
Posteriorment es va deduir que l'interès de les conques havia de ser seleccionat pel risc de les avingudes, és a dir que es podien originar riscos importants en conques molt petites, i riscos nuls en conques relativament grans i amb avingudes importants. Així, es va descartar estudiar rieres relativament amples però no habitades com ara la de Tavellera, el rec de Talabre, o la riera de Tamariua. Per contra, s'ha introduït conques petites com el rec de Granyera al nucli urbà del Port de la Selva, les rieres del Boquer i de Grifeu a Llançà, la riera de Garbet a Colera i la riera del Pi a Portbou.

Taula GF1.- Conques i rieres de l'estudi a l'àrea del Mar d'Amunt			
Conca	Superfície (km²)	Longitud (m)	Cota de capçalera (m)
Municipi de Portbou			
Riera de Portbou	8,16	5.100	697 (Puig Tarabaus)
Rec del Pi	0,193	995	235 (Puig del Claper)
Municipi de Colera			
Riera de Colera o de Molinàs	14,62	6.800	697 (Puig Tarabaus)
Riera de Garbet	7,50	5.800	606 (Puig d'Esquers)
Municipi de Llançà			
Riera de la Valleta o de Llançà	28,50	14.500	757 (Puig d'en Jordà)
Rec d'en Prim (dreta)	1,99	2.600	430 (Puig del Vaquer)
Rec de Gardissó (dreta)	0,75	2.100	311 (Puig de la Borda)
Riera de Terrols o de Madres (esq.)	3,55	1.500	250 (Serra de Terrols)
Rec del Boquer	3,50	4.100	405 (Puig Tifell)
Rec de Grifeu	0,70	1.375	165 (Puig de la Coma d'en Ral)
Municipi de la Selva de Mar			
Riera de Selva de Mar	4,55	4.286	670 (St. Salvador de Verdera)
Municipi del Port de la Selva			
Riera de la Vall	4,58	3.100	630 (Sta. Helena)
Riera del Port de la Selva, de Rubiés o de Romanyac	14,95	7.760	606 (Puig Pení)
Riera de Granyera	0,125	827	200 (Puig Traïc)
<i>Es relacionen les conques seguint la costa de N a S, agrupades per municipis. A la conca de Llançà s'inclouen els principals afluents.</i>			

Les característiques generals de la zona i les de cadascuna de les conques presenten doncs una sèrie de particularitats que les diferencia molt, però també algunes característiques comunes.

L'anàlisi de la situació general de l'àrea estudiada ja planteja una gran semblança entre conques: la reduïda extensió i el pronunciat perfil longitudinal a causa de la proximitat de les muntanyes a la costa, encara que els cims més elevats de l'àrea resulten de l'ordre de només 600/700 m, tant en la Serra de les Alberes com en la Serra de Verdera-Pení.

Com a grans diferències, també destaca, ja des de l'inici, la diferent orientació de la costa i conseqüentment de les valls que hi desaigüen. Així la línia envoltent del tram de costa més oriental, des del Cap de Creus fins a Llançà (Platja del Cau de Llop) queda propera a la direcció E – W, mentre que, a partir de Llançà i fins més enllà de la frontera, la costa pren una clara direcció S–N. Així, les valls del segon tram, queden orientades majoritàriament d' E a W, amb la capçalera a l'oest, i més sensibles a les situacions de temporal de llevant.



Figures GF1 i GF2.- Mapes de situació de les conques estudiades i relacionades en la taula anterior, així com les petites que no impliquen risc i no s'inclouen en l'estudi. La figura superior correspon a les que desguassen cap a l'E i la inferior les que ho fan al N.

Hi ha conques de les que se n'ha descartat un estudi específic, doncs es tracta de conques en les quals no hi ha habitants permanents, ni habitatges ni tan sols vies de comunicació; són simplement torrents que desemboquen directament al mar formant una cala, majoritàriament en forma de platja de còdols. No presenten doncs exposició de bens ni de persones de cara a les riudes; conseqüentment tampoc no presenten risc.

Entre les no estudiades destaquen les de Portaló, de Tavallera, de Talabre i de la Tamarua, ubicades entre el cap de Creus i el Port de la Selva.

2.2.- El Relleu

El relleu de l'àrea s'ha de considerar composta per dues grans unitats: el conjunt de la serralada de les Alberes, extrem més oriental de l'eix dels Pirineus, i la serralada de Verdera. Totes dues queden alineades de E-W, i presenten diverses ramificacions, sense deixar el predomini direccional del conjunt.

Els cims principals de les Alberes constitueixen, a grans trets, la línia divisòria estatal. La part corresponent a l'àrea d'estudi es limita als vessants meridionals.

Les alçades principals es situen a la capçalera de les conques estudiades, i queden presidides pels cims fronterers de Querroig (636.7), Puig de Tarabaus (697) i el Puig d'en Jordà (757). Altres cims queden ja en les divisòries entre les diverses valls: Puig d'Esquers (605.9), les Roques Blanques (588), Puig de l'Ossetera (556), Puig del Llop (454) i Puig Tifell (405).

Pel que fa a la serra de Verdera o de Rodes, troba el seu cim màxim a Sant Salvador Saverdera (670), amb les ramificacions destacables del Puig Pení (513), el Puig Alt (490), el Puig de l'Àguila (473) i la Muntanya Negra (433).

La disposició de la costa és de N a S entre Portbou i Llançà, punt on canvia gairebé en angle recte i d'aquí pren una direcció sensiblement de W a E, fins el cap de Creus.

Resulten molt abundants els trams de costa amb desnivells bruscos de tipus penya-segat, amb caients de 10 a 20 m, però que en alguns punts poden arribar a ser de l'ordre dels 100 m. Són especialment pronunciats en el sector entre Colera i Portbou, al cap de Ras, a les Carboneres i en trams molt extensos de la costa nord del cap de Creus. Els penya-segats queden interromputs en els punts de desembocadura d'alguna riera, on es forma una cala o una platja més a menys extensa en funció de la importància de la riera de cada vall.

Les platges coincideixen amb les rieres, és a dir amb les desembocadures de les valls. Vist d'una altra manera, com que les valls són coincidents amb línies de fractura geològica, les platges corresponen a les interseccions de la costa i les línies de falla. La majoria de les platges són de tipus "cala", en forma d'arc o fins i tot de semicercle, i limitades lateralment per promontoris rocosos. Les més amples corresponen a les valls més importants: Llançà i el Port de la Selva. Majoritàriament són platges de còdols grisos, que a conseqüència de la esquistositat de la roca del substrat de l'àrea font, és a dir de la capçalera de les valls, són còdols de formes aplanades. Únicament les platges del Port de la Selva i de Llançà estan formades per sorra fina a molt fina. A la platja de Grifeu la sorra no és tan fina i queda barrejada amb graveta.

2.3.- El Clima

L'àrea d'estudi té un clima estretament vinculat a la proximitat termoreguladora de la Mediterrània, però alhora els desnivells topogràfics originen irregularitats.

Té els estius secs i calents, hiverns suaus i màximes plujoses força irregulars a la primavera i a la tardor. Les temperatures es mantenen moderadament baixes (8/9 graus) a l'hivern per la influència marina, i van augmentant durant a la primavera, arribant als valors màxims pel juliol i l'agost. Les temperatures estiuenques (mitjana no inferior a 20°C) dominen durant quatre mesos (juny, juliol, agost i setembre). Es registra una oscil·lació tèrmica diària important. La mitjana anual és bastant constant, al voltant dels 16°, en tota la franja litoral, de Roses a Portbou.

A les muntanyes septentrionals de l'Albera, l'altitud fa que el clima sigui més fresc i més plujós i que perdi parcialment el caràcter mediterrani per passar a un clima més temperat i humit de tendència atlàntica. Cal considerar però que la zona d'estudi queda als vessants meridionals de la serralada pirinenca, bastant més càlida que la septentrional i amb menys precipitació de pluja i també de neu.

En general, les pluges poden aparèixer en qualsevol època de l'any, però són freqüents durant la tardor que és quan es donen els màxims pluviomètrics, seguit de l'hivern, la primavera i l'estiu (règim pluviomètric THPE). Les pluges intenses i de curta durada són les que solen causar les rierades i les inundacions, especialment en situació de vent de llevant.

Les altes pressions dominen a l'estiu, a la tardor i a l'hivern; en canvi a la primavera són més baixes perquè el front polar travessa amb més freqüència les nostres latituds.

En quant als vents, cal destacar la tramuntana, vent del N o del NW, que s'origina quan hi ha una depressió atmosfèrica al centre d'Europa i un anticicló sobre l'Atlàntic nord. Els Pirineus actuen de barrera, però al marge oriental d'aquesta serralada el relleu genera una situació semblant a la que existeix en els canals estrets i això fa que la velocitat del corrent sigui particularment alta. Com que la tramuntana és un vent descendent, ha perdut la humitat en passar per terres de més latitud, aporta masses d'aire sec, fet que contribueix a augmentar l'evaporació. Sovint és intens, amb violentes i altes velocitats, motiu pel que incideix en el clima i en la gent. També incideixen les brises: "marinada" i "terral", especialment a l'estiu, que temperen les diferències diürnes de temperatura.

També s'ha de considerar la importància dels violents temporals de llevant. Aporten masses d'aire molt humit, que en el tram N de la costa hi incideixen perpendicularment. En arribar a terra i topat amb els relleus de les capçaleres de les valls les masses d'aire originen pluges molt sobtades, que, com s'ha exposat anteriorment, són les que repercuteixen en les rierades i en les inundacions.

2.4.- La Vegetació

En general i en tota la zona, la vegetació més o menys espontània és poc densa. És àrea de l'àmbit dels matollars, prats i herbeis. Tanmateix, encara queden algunes zones de bosc, que es situen als vessants més elevats i allunyats de les poblacions, i preferentment als vessants d'obaga. Són boscos amb predomini del pi blanc, encara que hi ha algunes alzines i alzines sureres.

La vegetació autòctona d'arbrat gairebé va desaparèixer, en bona part, a causa de la plantació de vinya i a l'explotació dels boscos per a llenya. L'any 1879, la fil·loxera s'endugué una vinya que, per raó de l'abruptesa del terreny, gairebé no es replantà o es replantà únicament a les franges topogràficament més baixes i més accessibles.

No és difícil deduir que el terreny muntanyós amb poc arbrat existent avui dia ho és a causa fonamental de tres factors. En primer lloc la tradició de la vinya, que provocà, en un principi, una poda d'arbres per tal que la terra es pogués conrear bé. En segon lloc la tramuntana, com a vent del N sense humitat, ha assecat molt la terra i l'ha anat fent estèril. Per acabar, en tercer lloc, la quantitat d'incendis soferts han acabat despoblant les muntanyes de la seva flora natural i autòctona. Si a tots aquests punts hi afegim el mínim interès per la repoblació forestal, el resultat és, sens dubte, el paisatge que en resta avui dia, que, malgrat tot, té el seu interès i la seva riquesa ecològica, però queda reduïda especialment als matolls i a arbres escadussers i aïllats (fotos GF1 i GF2).

Poden encara observar-se amples sectors amb restes de vegetació de bosc carbonitzada, especialment a causa de l'extens incendi de l'estiu del 2000. (fotos GF3, GF4, GF5 i G 6)

Entre la flora arbustiva que ocupen bona part de la superfície s'hi troba el llentiscle, el bruc, l'estepa, la ginesta i l'argelaga.



Foto GF1.- Vegetació arbustiva del vessant. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto GF2.- Vegetació de vessant amb algun arbre, al fons, i vegetació de ribera en primer terme. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto GF3.- Vessant amb els arbres que sobreviuen socarrimats, a la Riera del Boquer. (foto PMR, novembre de 2007)



Foto GF4.- Vessant amb arbres cremats, a la Riera del Boquer. (foto PMR, novembre de 2007)



Foto GF5.- Sector amb vegetació morta a la llera. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto GF6.- Vegetació del vessant i llenya seca. (foto PMR, novembre de 2007)



Foto GF7 .- Àrea de reforestació en feixes, a la solana del Puig del Llop. (foto PMR, febrer 2008)

Cal citar sectors de repoblament forestal que representa un petit % de la zona. Se situa especialment a les capçaleres de les rieres, en les zones més elevades i allunyades, on la vinya no resultava tan favorable. La repoblació s'ha fet preferentment de pins de diferents espècies, però també hi ha algun sector plantat d'eucaliptus, possiblement destinat a les fàbriques de paper (fotos GF7, GF8 i GF9).

En altres sectors el creixement del "bosc" es produeix de manera espontània. La vegetació va ocupant terrenys de conreu abandonats i recuperant extensió (fotos GF10 i GF11), passant progressivament a ser superfície forestal.



Foto GF8.- Reforestació amb eucaliptus a la Ctra. de St. Silvestre (Coll Guanter) (foto PMR, febrer 2008)



Foto GF9.- Feixes de plantació de bosc residual a causa d'incendis. (foto PMR, febrer 2008)



Foto GF10 .- Vinya abandonada al pla de la riba esquerra de la Riera del Boquer. (foto PMR, novembre de 2007)



Foto GF11.- Rebrotos de vinya en un bosquet de repoblació, a la Valleta (foto PMR, agost 2010)

Al fons de les valls i als vessants inferiors la vegetació ja no resulta autòctona, però ara ja és espontània i especialment arbustiva. Tot i l'aspecte àrid del paisatge, hi ha nombroses àrees en les que, a l'hivern, es practica el pasturatge boví de transhumància, amb bestiar procedent de la Cerdanya o de llocs d'hiverns més rigorosos. En els vessants de solana, abunda la figuera de moro.

Ja en les planes inferiors, al fons de les valls i a ran dels torrents, la vegetació és de conreu, especialment de vinya i d'olivera (foto GF12), encara que hi ha sectors de fruiters. També hi ha amples sectors d'horta allà on l'aigua subterrània permet el regadiu a través de petits pous. (foto GF13)



Foto GF12.- Olivar a l'esplanada de la terrassa de la Riera del Boquer; solc entre les oliveres. (foto PMR, agost de 2008).

En les línies inferiors de les valls, a ran de les mateixes lleres o en els marges de les ribes, s'hi troba vegetació més de ribera, amb arbres del tipus om, salze, vern, tamariu, pollancre i avellaner, i amb arbusts diversos. Hi abunden les canyes, i esbarzers. (foto GF14)



Foto GF13.- Exemple de l'aspecte dels horts, al sector de Llançà. (foto PMR, febrer 2008)



Foto GF14.- Vegetació espontània de les ribes, al sector de capçalera de la riera de Llançà, per sobre de Sant Silvestre (foto PMR, agost 2008)

A les línies litorals escassa presència de vegetació. Les dificultats es centren en les condicions extremes per poc sòl en els penya-segats i també en les àrees de sorra eòlica, per les ventades de la tramuntana i del llevant, per la salinitat ambiental.

Fora de la flora espontània, es troben arbres monumentals com els plàtans de Colera i de Llançà.

2.5.- Usos del sòl.

La configuració topogràfica del sector estudiat, amb sectors molt extensos de vessants de muntanya, condiona en gran manera l'ús del territori, que queda molt destinat a petites àrees de bosc i a extenses àrees de vegetació de tipus arbustiu i/o matolls. No es pot qualificar que sigui un terreny "utilitzat".

Fins als inicis del segle XX encara hi havia masos disseminats que ocupaven sectors dels vessants, destinant-los a la ramaderia i a l'agricultura de subsistència, però han anat quedant deshabitats. Fins i tot nuclis de cases que havien significat petits llogarets han anat quedant abandonats, com el de Molinàs, a Colera. El nucli de la Valleta, a Llançà, va passar una llarga temporada en regressió, però ha sofert una revifalla en les darreres dècades, tant de primera com de segona residència.

Una bona part de les franges més baixes dels vessants havien estat ocupades per vinyes, fins l'arribada de la fil·loxera. Les valls, en els espais planers i més accessibles queden aprofitades per l'agricultura, especialment als fruiters i a l'horta. Dintre d'aquesta tipologia de conreu destaquen la vinya i l'olivera (veure l'apartat de vegetació).

Els usos del sòl de cara a l'aprofitament humà es centren, essencialment, en els fons de vall. És a les valls i especialment en les proximitats de la costa on s'havia implantat la població. Conseqüentment, és en els nuclis de població ja existents on s'ha experimentat un creixement considerable amb la indústria turística, a partir dels anys seixanta del passat segle i fins a l'actualitat. En cada capítol específic de les conques, s'ha inclòs unes taules i uns fragments de cartografia o de fotografia aèria que il·lustren aquesta evolució.

Aquest increment d'ocupació degut al turisme ha comportat també l'ocupació de sectors que havien estat dedicats a l'agricultura d'horta. Les necessitats d'aquesta dedicació ha comportat també l'aparició de sectors destinats a naus, magatzems i comerços. També algunes àrees han anat quedant destinades a l'aparcament de vehicles, amb la conseqüent impermeabilització del terreny. Fins i tot ha portat a la implantació del d'edificis d'habitatge unifamiliar en diverses urbanitzacions, disseminades pels vessants, tot buscant disposar de vistes sobre el paisatge i el mar; representen en un petit % del territori.

També a rel del turisme s'ha construït àrees destinades a les embarcacions, amb ports esportius i les seves corresponents dependències, alguns dels quals s'ubiquen en àrees hidrològicament no apropiades, com és el cas del port de Colera, al qual hi desemboca la riera.

2.6.- Urbanisme

Es tracta d'uns municipis en els que, en quasi tots, hi ha diversos nuclis urbans. Alguns gairebé abandonats (Molinàs, a Colera), d'altres poc o molt habitats (la Valleta, a Llançà) i encara d'altres es troben en ple creixement (el Port, a Llançà). En general, els nuclis principals de cada municipi es troben en creixement. És de remarcar que el nucli de Colera és el que es troba urbanísticament menys "atapeït", menys dens, amb els carrers urbanitzats paral·lels a la riera, però amb nombrosos espais encara sense construir, especialment entre el pont del tren i la platja. Alguns nuclis provenen del creixement de petits grups de cases de pescadors, com ara el port de la Selva i el Port de Llançà, cosa habitual a tota la costa mediterrània. El desenvolupament de Portbou ha sigut diferent, amb una època de creixement amb l'arribada del ferrocarril, la col·laboració del sector comercial i duaner pel fet de ser fronterer i amb una estació d'intercanvi ferroviari a causa de les diferències d'amplada de les vies, que obligaven a transvasaments de mercaderies i de passatgers.

El principal desenvolupament urbanístic és degut al turisme, que ha originat l'aparició de segones residències, en forma de casetes unifamiliars o de blocs d'apartaments, més o menys agrupats en urbanitzacions. Són nombroses les urbanitzacions que han crescut enfilades pels vessants de les valls, buscant el menor preu del sòl i alhora disposar de vista sobre la costa i el mar. D'altres s'han desenvolupat més al fons de les valls, com Grifeu, o a ran de Mar, com Sant Carles (totes dues a Llançà) i d'altres en terrenys abruptes i a ran de costa, especialment entre Llançà i el Port de la Selva. La principal problemàtica deguda a les inundacions deriva de que algunes noves edificacions s'han construït en zones inundables, com per exemple el Port de la Selva. En canvi, en d'altres municipis és un problema més antic (per exemple a Llançà, Colera o Portbou), actualment agreujat pel mateix motiu.

2.7.- Comunicacions

Les principals vies de comunicació de l'àrea d'estudi es redueixen al ferrocarril i a les carreteres.

El ferrocarril creua de S a N, els termes de Llançà, Colera i Portbou, amb estació a cada nucli, a més a més d'un baixador a Garbet. Es tracta d'una via internacional, que ve del sud des de Barcelona, Girona i Figueres, i que té unes estacions d'intercanvi i enllaç de la xarxa espanyola amb la francesa a Portbou i a Cervera. Es tracta doncs d'una línia important, amb estacions a les tres poblacions per les que passa.

Les carreteres també són importants, amb la N-260, que uneix la capital de comarca i el sud de França, amb una traça semblant a la del ferrocarril, i que comunica també els nuclis de Llançà, Colera i Portbou mitjançant una traça de tipus “muntanya”, que ha de salvar les serralades i les valls. A França, al terme de Cervera, enllaça amb la de N-114.

Vers el SE, Llançà es comunica amb el sector del cap de Creus: Port de la Selva i la Selva de Mar, mitjançant la carretera provincial GI-612.

Des del Port de la Selva hi ha la carretera Gi-613, que comunica, a través del Coll de la Perafita, amb la Gi-614 que uneix Cadaqués amb Roses i la resta de la plana comarcal de l'Alt Empordà.

Altres petites carreteres veïnals uneixen les descrites amb nuclis més reduïts i amb urbanitzacions.

Hi ha una sèrie de camins que bàsicament comuniquen les zones més poblades, situades a la part baixa o a les desembocadures de les conques, amb les zones interiors. Molt sovint aquests camins es situen al fons de les valls i inclús arriben a coincidir amb les lleres. Aquest fet és degut a que generalment les rieres estan seques. També són freqüents els creujaments entre les lleres i els camins, situació que es “resol” generalment per guals naturals o algun cimentat i molt més rarament per ponts.

Les vies de comunicació poden ser elements antròpics amb incidència sobre el funcionament hídic de les conques, especialment en les interseccions amb les traces dels torrents, tant si es salven mitjançant guals com mitjançant ponts o soterraments.

Per altra banda és freqüent que els trams de camins coincidents amb les lleres, queden interromputs i coberts d'aigua en moments de crescuda. Veure casos de punts crítics en els capítols de descripció de les conques.

Es recorda que les centúries romanes i els seus comerciants ja passaven per aquesta línia costanera en els seus viatges de Roma a Tarraco.

També el mar és una “via” de comunicació. Així, es tenen ports pescadors a Llançà i el Port de la Selva, i ports esportius a Portbou, Colera, Llançà i Port de la Selva.

2.8.- Jerarquització de la xarxa de drenatge

La jerarquia de la xarxa de drenatge, realitzada amb el mètode Stralher, (1957) ha estat considerada en base a les cartografies 1:25.000 i 1:50.000, com queda recollit en la taula

Taula GF2.- Jerarquització de la xarxa de drenatge		
Conca	Ordre de les conques	
	1:25.000 (ICC)	1:50.000 (ICC)
Portbou	4	3
El Pi	2	1*
Colera	4	3
Garbet	4	3
Grifeu	3	2
El Boquer	4	3
Llançà	4	3
Vall de la Santa Creu	4	3
La Selva de Mar	4	3
Port de la Selva	4	3
Granyera	2**	1**

* A aquesta escala només hi ha t 1 curs, però la topografia sí que reflexa clarament la segona vall
 ** la xarxa de drenatge no està representada a les cartografies d'aquesta escala

Com es pot veure, el grau màxim en l'ordre de les conques resulta de 4 a l'escala 2:25.000 i de 3 en l'escala 1:50.000.

El motiu d'aquesta poca jerarquitzaió és la reduïda superfície de la majoria de les conques i al fort pendent dels perfils longitudinals dels torrents a causa de la proximitat entre les capçaleres i la desembocadura al mar.

CAPÍTOL III – MARC GEOLÒGIC I GEOMORFOLÒGIC

L'àrea en estudi es troba geològicament en un sector constituït pels materials de la prolongació de les estructures axials dels Pirineus, que aquí s'enfonsen en les aigües mediterrànies.

Els materials que componen el territori consten doncs d'un substrat rocós molt extens, amb petites intercalacions i intrusions (Cambroordovicià - Paleozoic inferior). Un altre grup de materials és el compostat per materials de formació recent, predominantment d'edat holocena (Quaternari recent).

Veure el mapa geològic general de l'àrea i la seva llegenda a les pàgines següents.

3.1.- Substrat rocós paleozoic

És un substrat rocós d'edat paleozoica, amb sèries sedimentàries atribuïdes al període Cambroordovicià posteriorment afectades per metamorfisme de baixa pressió durant l'orogènia herciniana i, encara posteriorment, pels moviments orogènics alpins.

Aquests materials constitueixen la major part del substrat geològic que compona l'àrea d'estudi i correspon a les dues unitats estructurals alineades paral·lelament: la serra de l'Albera i el massís de Cap de Creus/Serra de Verdera.

Es tracta d'alternances entre decimètriques i centimètriques d'**esquistos** i de **gresos grauvàquics** i **psamítics** de gra fi, amb intercalacions de **lutites** (pissarres). En general és una unitat molt monòtona. S'interpreten com a nivells marins. La potència que s'ha estimat per a tot el tram és superior als 2.000 m, però no es coneix la posició de la seva base ni les possibles repeticions degudes a plegaments. No s'hi ha descrit la presència de fòssils que ho permetin datar amb precisió. Per correlació amb altres unitats de característiques semblants situades en els Pirineus, s'ha datat aquestes roques com a cambroordovicianes. (fotos GG1, GG2, GG3 i GG4).

També existeixen pissarres (lutites) negres, ja esmentades anteriorment, amb intercalacions centimètriques de sorra. Solen contenir òxids, hidròxids i sulfurs de ferro que els proporcionen la coloració tan fosca. S'intercalen doncs en el conjunt dels esquistos i per tant se'ls atribueix una edat semblant al conjunt. En alguns sectors, com a Molinàs, s'ha considerat que poden tenir una potència de l'ordre dels 200 m. També hi ha intercalacions de roques subvolcàniques i volcàniques, que indiquen que a l'inici de la era Paleozoica hi va haver una activitat magmàtica important. Aquesta activitat originà la posterior formació de jaciments minerals associats a la fracturació i la formació dels filons de quars.



Foto GG1.- Substrat rocós d'esquistos cambroor-dovicians, que originen un important desnivell amb salt d'aigua, al curs superior de la conca del Port de la Selva, (foto PMR, gener 2008)



Foto GG2.- Esquistos descomprimits al sector del Port de la Selva (foto PMR, febrer 2008)



Foto GG3.- Detall dels esquistos del substrat rocós Port de la Selva (foto PMR, febrer 2008)



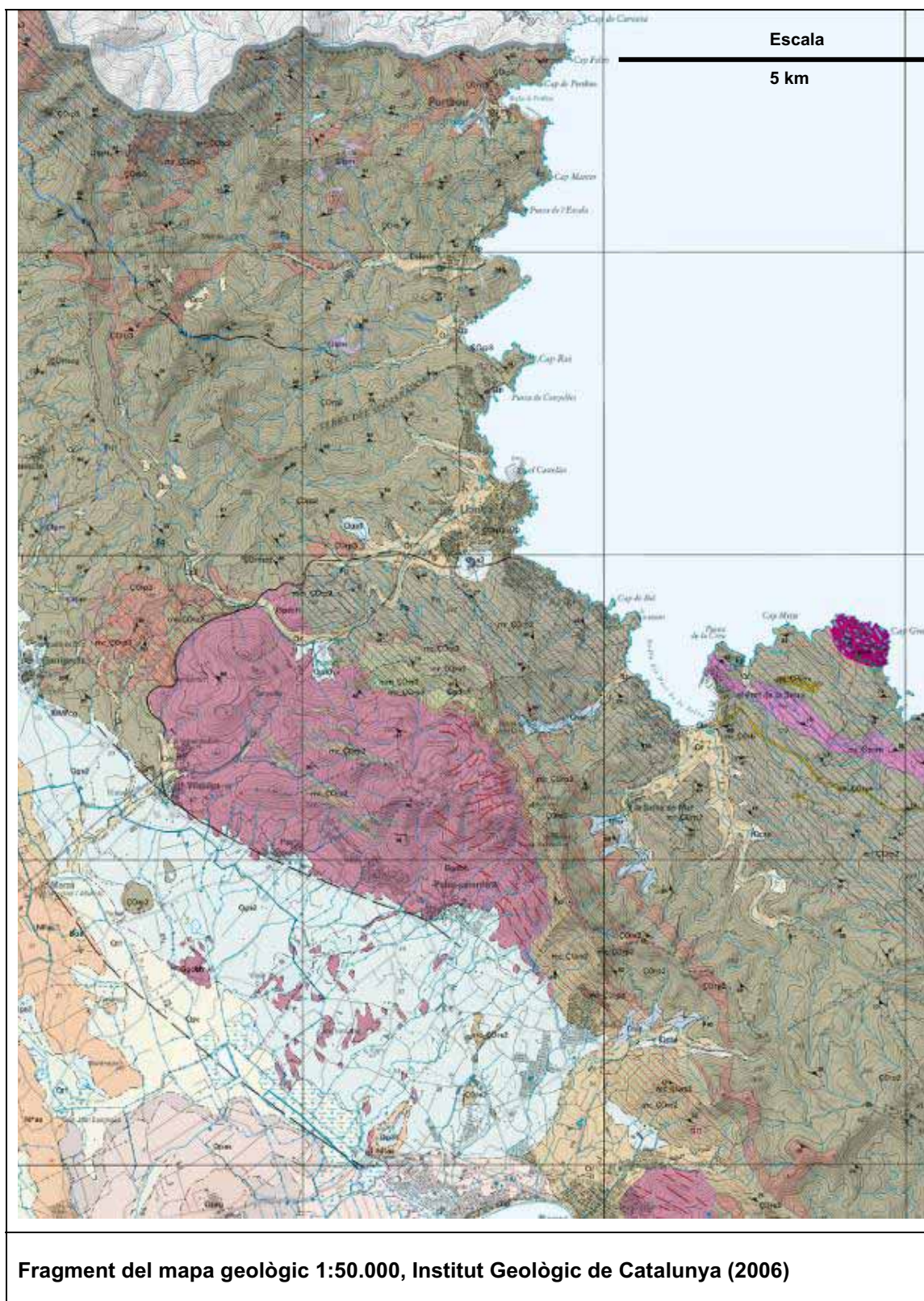
Foto GG4.-Aflorament del substrat esquistós, a la llera del curs alt i estret de la riera de Molinàs o de Colera. (foto PMR març 2008)



Foto GG5.- Un altre aflorament del substrat rocós esquisto-arenós molt fragmentat, a ran de la terrassa T_0 que ocupa la llera de la riera del Boquer. (foto PMR, novembre 2007).

En el sector del Cap de Creus, els materials del substrat resulten més esquistosos, provinents del metamorfisme de materials **lutítics**, **gresosos** o **grauvànquics**, i hi abunden les intrusions de **pegmatites** granulars grolleres, intrusions que es consideren hercíniques. En aquesta zona és on afloren les roques més antigues, entre les quals destaquen per la seva extensió els **gneis** del Port de la Selva.

MAPA GEOLÒGIC



LLEGENDA

PALEOZOIC

	Grauvaques, gresos, limolites i alterança rítmica de pel·les i psammites. Cambroordovicià.
	Pelites negres amb intercalacions gresoses o limolítiques. Cambroordovicià.
	Pòrfirs leucocràtics. Cambroordovicià.
	Calcàries. Materials de la unitat ÇOrc2 afectats per metamorfisme regional i de contacte. Edat del metamorfisme: Carbonífer-Permià.
	Marbre. Materials de la unitat ÇOrc2 afectats per metamorfisme regional. Edat del metamorfisme: Carbonífer-Permià.
	Pissarres, fil·lites pigallades i cornubianites. Materials de la unitat ÇOrp3 afectats per metamorfisme de contacte. Edat del metamorfisme: Carbonífer-Permià.
	Granodiorita biotíticohornblèndica. Carbonífer-Permià.
	Filons de quars. Carbonífer-Permià.

QUATERNARI

	Dipòsits dels llits actuals de les rieres i dels torrents. Holocè.
	Dipòsits col·luvials. Argiles amb còdols angulosos dispersos. Holocè.
	Sediments de platja. Holocè superior.
	Glacis d'acumulació. Correlacionables amb la Terrassa 3. Argiles englobant clasts dispersos. Plistocè superior.
	Graves anguloses i heteromètriques. Dipòsits torrencials. Plistocè-Holocè.



Foto GG7.- Dic de quars aflorant a la llera del curs superior de la riera de Molinàs. (foto PMR, juny 2008)

Els **filons de quars**, solen anar associats a línees de fractura. Presenten un gruix mètric i d'un recorregut o extensió de mètrica a hectomètrica, però en alguns casos poden tenir una longitud de fins a 4 km. Han estat datats també com a hercinians, però la datació de l'emplaçament resulta incerta (foto GG7).

Els **pòrfirs riolítics** també hi són presents. Es varen intruir en forma de discs, de sills o en masses mètriques o hectomètriques, En l'àrea d'estudi són especialment abundants al sector de Molinàs.

Cap d'aquests materials ha estat inclòs en la cartografia geomorfològica, ja que han estat considerats com a no incidents en la dinàmica fluvial actual.

3.2.- Granitoides

Un massís **granodiorític** es troba al sector del SE del nucli de la Valleta, que en aquest sector estudiat queda especialment representat en el Montperdut. Segons la cartografia geològica de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, es tracta d'una granodiorita amb biotita i hornblenda. És de textura granular holocrystal·lina de gra mitjà. Presenta sectors quarsodiorítics i també filons de roques aplítiques i pegmatítiques. El contacte amb els materials pissarrosos cambroordovicians és de tipus intrusiu i net. No hi ha datació absoluta, però per analogia amb altres granitoides hercinians dels Pirineus se'ls atribueix una edat carbonífera superior o pèrmica.

En la cartografia geomorfològica tampoc han estat inclosos, ja que han estat considerats com a no incidents en la dinàmica fluvial actual.

3.3.- Sediments i formes recents

Dintre dels materials recents (actuals, holocens o quaternaris superiors) predominen els terrígens, que es troben associats a piemont, a fons de rieres i a platges. Bàsicament es tracta de **al·luvions i col·luvions** que es troben formant terrasses, ventalls o cons al·luvials o de dejecció i piemonts.

Els que aquí tenen una gran importància i significació són els que corresponen als al·luvions, és a dir els que formen les terrasses al·luvials, que són els materials que proporcionen informació geomorfològica de vital importància de cara a la interpretació del comportament de les aigües en els torrents i en el conjunt de les valls.

Els **al·luvions**, són doncs els sediments resultants de l'acumulació dels materials transportats per les aigües dels torrents, i dipositats al llarg de la traça de cada vall, a mida que les aigües van perdent energia i capacitat de transport. Aquí es troben compostats principalment per graves arrodonides amb molt poca matriu (molt rentats) arenosa i fins i tot en algun tram o algun nivell amb matriu limo-arenosa. Poden contenir elements de grans dimensions.

Els **al·luvions** es distribueixen constituint les **terrasses**, que són els diferents nivells en que es dipositen. Els gruixos resulten variables, amb màxims de fins als 3 m.

Per la forma aplanada que en general tenen els còdols, com a conseqüència de l'esquistositat del substrat del que procedeixen, resulta freqüent que quedin disposats de manera imbricada (foto GG8). Veure també les fotografies S15 i S16 en el capítol de la conca del Port de la Selva.



Foto GG8.- Detall d'un aflorament de terrassa T_1 amb imbricació de còdols. (foto PMR, març 2008)

Aquí les terrasses són el materials més detalladament descrits i cartografiats, ja que són el que tenen incidència i significació en el funcionament hídric de les valls i ofereixen indicis referents als episodis de crescuda i desbordament dels torrents.

En l'espai del present estudi, s'ha pogut diferenciar 2 terrasses:

- una terrassa actual, anomenada T_0 , que ocupa el fons dels llits o lleres dels torrents,
- i una més elevada, anomenada T_1 , que correspon als nivells de sedimentació dels períodes de crescuda dels torrents. (Fotos GG9, GG10, GG11 i GG12)



Foto GG9.- Detall de la composició de la terrassa T_0 o actual de la riera de Molinàs en un solc. (foto PMR, juny 2008)



Foto GG10.- Detall dels materials que componen la terrassa T_0 que es troben en superfície (foto PMR, agost 2010)



Foto GG11.- Aspecte característic dels materials de la terrassa T₁, amb predomini dels còdols de 15 a 20 cm. (foto PMR, març 2008)



Foto GG12.- Detall de la terrassa T₁, d'un gruix visible de 1.60 m. (foto PMR, març 2008)

Els detalls de la composició de les terrasses resulta bastant homogènia, ja que majoritàriament els materials que la componen procedeixen dels massissos rocosos que també resulten de composició bastant monòtona. La descripció de les diferències de detall s'efectuen en el capítol específic de cada conca.

Els **ventalls o cons de dejecció**, que són sediments acumulats en punts amb un canvi bruscat de pendent del llit del torrent, molt freqüentment en les confluències de cursos menors quan desemboquen a un curs de més importància. Signifiquen un sector pel que les aigües solen divagar i canviar de traça a causa de la permanent acumulació de sediments, motiu pel qual l'aigua s'ha d'anar obrint pas. En general presenten poca extensió en les valls de poca conca.

A la zona estudiada s'hi troben antics ventalls, no funcionals, formats per **conglomerats**.

Estan constituïts per còdols de mida decimètrica i fins i tot mètrica, subangulosos, amb matriu sorrenca i argilosa. La naturalesa dels còdols és diversa: granitoide, pissarrosa, quarsosa o gresosa, i la seva procedència és clarament del substrat paleozoic. Presenten gruixos desiguals, però que poden ser importants, de fins a 20 m. Presenten uns pendents molt pronunciats. A la zona d'estudi s'han identificat en les conques de La Vall i de la Selva de Mar. A la vall de la Selva de Mar constitueixen el rebliment d'una paleovall, i en general recobreixen paleorellus. Els torrents actuals s'hi ha encaixat formant talussos molt verticals (foto GG14). Al no ser funcionals no s'han cartografiat.



Foto GG14.- Talús de conglomerats corresponent a un paleocon, en el que s'ha encaixat la riera actual de la Selva (foto PMR, juny 2008)

Com a altres materials que, tot i ser de formació recent no han estat cartografiats, perquè no interfereixen amb la problemàtica de les crescudes, es poden citar els materials que formen els **piemont**. Estan compostats per col·luvions constituïts per grava i blocs angulars (poc transportats) amb matriu llimo-arenosa marró-rogenca. Constitueixen afloraments de reduïdes extensió i potència a causa de la importància dels pendents dels vessants a la zona. (foto GG13) També s'hi pot diferenciar algun sector amb esbaldregalls que formen "tarteres" en les capçaleres més elevades i que tampoc interfereixen en la dinàmica fluvial (Conca de Portbou, per exemple).



Foto GG13.- Sediments recents de piemont, retallats per les aigües, a la Riera del Boquer. (foto PMR, novembre de 2007)

Les **sediments litorals** de platja, resultants de l'acumulació de materials arrossegats per les rieres i posteriorment retreballats per les aigües marines, especialment en moments de temporal de llevant. En aquesta zona, a causa del reduït transport i de l'àrea font amb predomini de roca esquistosa i pissarrosa, les platges acostumen a ser majoritàriament de còdols, encara que també de graveta amb llim (Llançà) i fins i tot de sorra fina (Grifeu o Port de la Selva). Han estat datats com a materials pertanyents a l'Holocè.

3.4.- Altres materials (d'origen antròpic)

Corresponen al que es pot considerar les **terres remogudes i d'abocament**. Hi ha extensions importants d'acumulacions molt recents de terres, que han estat aportades amb diferents intencions.

Es poden diferenciar els terraplens lineals creats per a la implantació de la línia del ferrocarril, que arriben a assolir gruixos de fins a 12 m, (foto GG15) o bé trams de carretera (Llançà, Colera i Portbou).



Foto GG15.- Exemple del terraplè del ferrocarril, d'uns 12 m de gruix. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto GG16.- Abocador de terres a la capçalera de la riera del Boquer; al fons el cim del Puig Tifell (405m). (foto PMR, febrer de 2010).

Hi ha les acumulacions de terres i de deixalles que constitueixen abocadors, alguns d'antics i ja clausurats, i d'altres encara en funcionament per a materials inerts (terres i runam), com el de Llançà al peu del Tifell (foto geol16; veure també les fotos S17 i S18 de la conca del Port de la Selva).

També són freqüents els runams o "escombreres" de mines i de pedreres, especialment extenses al voltant de la pedrera de Llançà i al NE del Port de la Selva, a la vall de la cala Tamariua. Hi ha també acumulacions recents de terres i fragments de roca resultants de l'excavació de túnels de carretera (acumulades en forma d'abocador com a Portbou o aprofitades per a elevar la cota de superfície de les ribes dels torrents, amb la intenció de reduir la inundabilitat, com a Colera).

Alguns trams de mota o de dic i les esculleres també són elements antròpics d'acumulació de materials, de forma lineal i creats amb la finalitat de contribuir a la contenció de les aigües en moments de crescuda.

3.5.- Descripcions puntuals d'altres materials

Dintre de la relativa uniformitat geològica de l'àrea, hi ha petites àrees geològicament especials, entre les quals en destaquen alguns inclosos en l'"Inventari de Punts d'Interès Geològic":

Uns corresponen als materials paleozoics:

- punt 156 (roques blanques de Puig d'Esquers),
- punt 159 (Gneiss del Port de la Selva),
- punt 162 (extrem oriental del Cap de Creus) i
- punt 160 (roques del Cap de Creus, amb zones de cisalla, estructures de plegament, metamorfisme i deformació, formes d'erosió eòlica i litoral).

Un altre fa referència a materials molt més recents:

- el punt 161 (acumulacions eòliques de sorres a les Cavorques, al Port de la Selva)

CAPÍTOL IV – METODOLOGIA DE TREBALL I PLANTEJAMENT DE LA RECERCA

El capítol s'ha dividit en quatre parts. Una primera de plantejament metodològic teòric per tal de centrar les bases de partida. La segona es fa un resum del "mètode geomorfològic integrat". La tercera és la metodologia del treball amb la descripció ordenada dels criteris, passos i etapes de treball, encara que moltes d'aquestes etapes s'han efectuat amb un cert solapament en el temps. En aquesta tercera part hi ha un referent a les millores que es plantegen i s'utilitzen. Al final d'aquest capítol, que es podria considerar com un apèndix, es tracta de la metodologia per obtenir informació sobre el canvi climàtic a la zona. Per altra banda, en aquesta tesi hi ha un annex corresponent al "Marc legal", que és molt complex, perquè hi ha normatives i legislacions de diferents nivells (europeu, estatal, autonòmic). Aquest annex és recull i selecció dels continguts sobre aquest tema, amb comentaris, però que no considerem necessari dedicar-hi un apartat metodològic.

4.1.- Plantejament metodològic de treball

La finalitat inicial de la metodologia és establir una classificació d'espais amb diferent grau de perillositat d'inundació a partir dels indicadors geomorfològics. És la base de la creació d'una cartografia d'inundabilitat que indiqui la situació de les àrees especialment significatives i dels punts crítics de cada conca que puguin representar un perill d'inundació, i en quina magnitud. També es va estudiar la metodologia relativa al canvi climàtic.

L'estudi de la dinàmica fluvial comporta, en el sector estudiat, l'existència de les avingudes torrencials, rierades o flash flood, les quals es produeixen periòdicament afectant zones vulnerables i exposades a aquest perill. Aquesta problemàtica ha portat a investigar i buscar de determinar la zonificació de les àrees inundables, assenyalar les àrees i punts més problemàtics i proposar metodologies per a reduir-ne el risc.

Es planteja doncs la necessitat d'establir la correlació entre la freqüència i magnitud d'inundació amb les característiques geomorfològiques del sistema fluvial de cadascuna de les conques.

En base a les finalitats perseguides per aquesta recerca, des de les idees inicials es planteja que millor metodologia aplicable amb els condicionants locals en aquest sector és enfocar-la mitjançant la el "Mètode Geomorfològic Integrat d'identificació i cartografia de zones inundables". Els altres mètodes existents i molt especialment els que requereixen les dades de cabal (com per exemple HEC-RAS) no són adequats per aquestes conques, ja que no es disposa d'estacions d'aforament i les dades de pluja són (tal com es veurà en el desenvolupament de la tesi) insuficients per obtenir cabals representatius i fiables.

El "Mètode Geomorfològic integrat" ha estat desenvolupat i posat a punt per les professores M.A. Marquès i G. Furdada, de la UB. El mètode, presentat i plantejat en les publicacions de Fernandez-Lavado, Furdada i Marquès (2008) i per Furdada, Calderon i Marquès (2008), l'han aplicat amb èxit, per exemple, a Nicaragua i a El Salvador, i també al Marroc (Taous et al. 2011). Aquest mètode té paral·lelismes i aspectes coincidents amb el mètode "hydrogéomorphologique" francès, de l'escola Ballais (que culmina amb la publicació del 2011). Ara bé, tal i com exposa el mateix Ballais, el mètode no està fet per a petits rius ni "vallons secs", i és necessari aplicar-lo amb restriccions (Op. Cit., pag 128).

Segons el "Mètode Geomorfològic Integrat", la determinació de la perillositat d'inundació en els diferents sectors de cada conca és el resultat de l'estudi de la cartografia geomorfològica i de les dades de tot tipus, referents als diversos episodis d'aiguats soferts per la població. A partir d'aquí es possible diferenciar i delimitar les àrees inundables (zonificació) i les possibilitats de reduir la magnitud d'aquest risc.

Una eina important que incorpora el mètode és la utilització de les fotografies aèries de detall i ortofotomapes, que son importants tant en la fase de treball de camp com de base dels productes finals, que resulten actualitzables, precisos i fàcils d'entendre. Els ortofotomapes ofereixen una bona interpretació de detall de l'extensió de les rierades de referència i dels nivells d'energia corresponents al cabal, i a l'ocupació de formes fluvials per part de les aigües.

D'altra banda, els mapes de perillositat presentats en ortofotogrames resulten molt fàcils d'entendre per part de persones poc acostumades als mapes topogràfics, fet que ajuda a la organització de les entitats territorials i de les diverses comunitats humanes.

En l'aplicabilitat i la validesa del mètode original de Marqués i Furdada s'ha de considerar que està enfocat a l'estudi de conques individuals, és a dir un tractament com a conca única. Aquest enfocament és acceptable on la recerca i la disponibilitat real permeti obtenir dades suficients de tots els diferents tipus que requereix el mètode per obtenir resultats fiables. En el cas d'una conca amb poques dades, evidentment, els resultats obtinguts estaran encara més condicionats per la qualitat i l'abundància de les dades.

Dins del desenvolupament de la tesi s'ha vist que l'àmbit de recerca ofereix unes condicions que poden permetre un progrés (*improvement*) del Mètode Geomorfològic Integrat i un sistema de reducció de la incertesa, en acord amb les propostes de Merz i Theike (2009).

Així, en el decurs de la recerca s'han incorporat els problemes de la incertesa dels fenòmens naturals i de les limitacions del Mètode Geomorfològic Integrat, tal com es detallarà en altres capítols (Cap. VII i VIII). Per aquest motiu, s'ha buscat donar una nova perspectiva al mètode, a partir d'una anàlisi multiconca-multifunció. Els resultats que s'espera obtenir per aquesta nova aproximació es plantegen com un sistema de reducció de la incertesa aleatòria i epistèmica i que aporti elements "guia" per disminuir aquest grau d'incertesa més enllà de l'àmbit espai/temps de la tesi i que, per tant, pugui representar un avenç científic.

Les limitacions de les cartografies de perillositat queden íntimament relacionades amb l'estabilitat o canvis dels processos i de les dinàmiques fluvials. És possible que els canvis es produeixin per variacions en la sedimentació i en l'erosió, sovint relacionats amb els canvis en els usos del sòl. Aquests canvis impliquen que les cartografies de perillositat han de ser revisades periòdicament, adoptant i incorporant les variacions, de manera que sempre es pugui considerar actual i base d'interpretació de possibles episodis futurs.

4.2.- Mètode Geomorfològic Integrat: resum

En aquest apartat es fa un breu resum "Mètode Geomorfològic Integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" (que es pot ampliar en les publicacions citades anteriorment). A l'apartat següent es tracta de l'adaptació, desenvolupament i conceptes específics utilitzats en aquesta tesi, especialment en el tema de la "Cartografia geomorfològica integrada" i finalment els nous aspectes metodològics per assolir l'objectiu de millora del mètode i disminuir la incertesa, així com els relatius al canvi climàtic.

La metodologia es basa en identificar, localitzar i cartografiar les formes i els sediments dels rius i concretament les terrasses fluvials. També tipificar qualitativament i quantitativament la freqüència de les inundacions, condicionades per l'altura o la cota de les terrasses. També s'ha de reconèixer altres indicadors, especialment els ventalls o cons de dejecció al·luvials, amb els corresponents canals que s'hi encaixin.

Es parteix del mètode geomorfològic o mètode geomorfològic s.s., que és el que es basa en els elements fonamentals de la geomorfologia fluvial (formes i processos) relacionats amb la inundabilitat i també els elements antròpics que poden interferir en la dinàmica, que es plasmen en un mapa geomorfològic, amb una llegenda adaptada als objectius i característiques de la zona. El que Ballais et al (2011) anomenen "Méthode hydrogéomorphologique" seria l'equivalent al mètode geomorfològic s.s.

Com que l'objectiu és diferenciar zones amb diferent perill d'inundació, aquesta aproximació s'enriqueix amb una sèrie de dades que permetin acotar el perill, per criteris de velocitat i de gruix de làmina d'aigua, però especialment per la freqüència, que és un dels paràmetres fonamentals en la majoria de normatives i directrius.

Per tant, sorgeix el que s'ha anomenat **Mètode Geomorfològic Integrat d'identificació i cartografia de zones inundables** de Marquès i Furdada, que integra dades de tipus hidràulic (profunditats, velocitats), històric, meteorològic, etc .

Els components d'aquest mètode són:

1^{er} bloc:

1. La recerca i anàlisi de documentació i bibliogràfica en centres oficials, eclesiàstics o privats.
2. Cartografia geomorfològica que es basa en: fotointerpretació fotografies aèries, en especial les anteriors i posteriors a determinats episodis d'inundació; treball de cartografia i observacions de camp i especialment d'indicadors d'inundació i del que s'anomena testimonis "silenciosos" que poden permetre localitzar canals de circulació preferent; i informació geogràfica GIS. Aquesta cartografia geomorfològica ha d'estudiar i representar bàsicament els següents aspectes:
 - sistema fluvial
 - dinàmica del riu i del seu curs
 - elements artificials o antròpics que puguin interferir
 - vessants laterals i potencials inestabilitats
3. Obtenció i anàlisi de dades històriques de les inundacions, obres i usos del sòl, amb documents escrits, fotografies i entrevistes amb testimonis
4. Identificació, descripció, classificació i cartografia del punts crítics i d'informació històrica
5. Obtenció i anàlisi de dades de pluviometria,
6. Càlcul de cabals
7. Amb l'anàlisi elaboració de tots aquests elements s'obté la:

Cartografia geomorfològica integrada. Ha d'incloure la totalitat de les informacions geomorfològiques, d'inundacions anteriors, basades en les formes reals, els processos i l'extensió d'aigua. D'aquesta cartografia geomorfològica se n'ha de derivar la cartografia de perillositat o d'àrees d'inundabilitat. Això es realitza en el bloc següent.

2^{on} bloc:

1. Anàlisi, avaluació i caracterització de la inundabilitat actual i futura. La perillositat es pot avaluar en funció de les velocitats, calats o freqüències. Pel que fa les freqüència, es pot partir de dades geomorfològiques, històriques i, si se'n tenen, de les dades de sèries de cabals Q o de precipitacions.
2. Amb aquestes dades és possible realitzar la:
Cartografia dels tipus d'inundabilitat i dels punts crítics, en base a les unitats i característiques determinades a la cartografia geomorfològica integrada. La tipologia de la inundabilitat que es pot establir primerament es de tipus qualitatiu i només en una elaboració posterior és possible, en alguns casos, establir una tipologia quantitativa (per exemple períodes de retorn 10, 50, 100 anys).

3^{er} bloc:

1. Elaboració de conclusions i recomanacions.

Ara bé, els tipus d'inundabilitat, que poden ser qualitatiu o quantitativ, depenen, a l'igual que la seva validesa, de les dades de partida i de la seva anàlisi. És per això que, donada la irregularitat i insuficiència de dades en la majoria de les conques s'ha plantejat com a millora del "Mètode Geomorfològic Integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" **l'anàlisi multiconca-multifunció**, tal com es veurà més endavant.

4.3.- Metodologia del treball: Adaptació, desenvolupament, conceptes utilitzats i millores del mètode geomorfològic integrat.

Per tal d'aplicar i reunir les dades que el plantejament i la finalitat de la recerca requerien s'ha aplicat el següent procés metodològic i seguit les següents etapes de treball per a avançar en l'obtenció del conjunt de dades necessàries.

4.3.1.- Criteris de selecció de l'àrea de treball

El criteri inicial fou estudiar les conques a partir d'una extensió mínima determinada, com per exemple els 0.20 Km².

Posteriorment es va deduir que l'interès de les conques havia de ser seleccionat pel risc de les avingudes, és a dir que es podien originar riscos importants en conques molt petites, i riscos nuls en conques relativament grans i amb avingudes importants. Així, es va descartar estudiar conques relativament amples però no vulnerables, com ara les de la riera de Tavellera, del rec de Talabre, o de la riera de la Tamariua, que no estan habitades, ni tenen infraestructures. Per contra, s'ha introduït conques petites com el rec de Granyera al nucli urbà del Port de la Selva, les rieres del Boquer i de Grifeu a Llançà, la riera de Garbet a Colera i la riera del Pi a Portbou.

4.3.2.- Escala i bases cartogràfiques

S'ha escollit l'escala 1/3000 perquè és la que millor s'adapta a les dimensions dels elements que s'han de representar a la cartografia geomorfològica integrada i/o a la d'inundabilitat. En realitat, un mateix element, com per exemple les terrasses, que son un element fonamental, tenen mides diferents segons la part de la conca o segons les conques. Ara bé, s'ha decidit aquesta escala perquè permet la visualització dels elements cartogràfics necessaris més petits i perquè sigui igual per totes les conques.

La cartografia bàsica per a la realització de la geomorfològica ha estat obtinguda del Servei Cartogràfic de Catalunya. L'escala de treball de camp ha estat 1/3000, tan pel que fa a la topografia com a l'ortofoto. S'ha utilitzat la base topogràfica recoberta per l'ortofoto amb una transparència del 50%. Aquesta combinació permet la suficient visió de la toponímia i dels detalls dels accidents topogràfics, les cases, les valls, la vegetació, i les vies de comunicació.

La presentació de la cartografia també es presenta a escala 1/3.000 i s'adjunta també en format informatitzat, en un CD. S'ha volgut prioritzar el detall, malgrat que aquesta escala pot dificultar la visió de conjunt en conques grans, que a més a més també tenen elements cartogràfics més grans.

4.3.3.- Toponímia

Pel que fa a la toponímia alguns topònims presenten discrepàncies segons la font d'informació que es fa servir. S'ha decidit unificar la toponímia dels mapes i de la memòria i utilitzar la que queda continguda en la cartografia de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, amb la finalitat de facilitar la comprensió dels lectors.

Entre els termes escollits són de remarcar:

- Garbet (Colera), i no Garvet, terme que encara figura en alguna cartografia
- Valleta (nucli de cases i segon nom de la riera de Llançà), en lloc de Balleta (terme molt controvertit)
- Pla de Girau o d'en Girau (Colera) en lloc de Pla de Xiram (com consta en algunes cartografies)
- Tarabaus (pic i coll) i no Taravaus, terme que encara figura en algunes cartografies
- Tavellera (cala i rec) i no Tavallera

4.3.4.- Cartografia geomorfològica

La cartografia geomorfològica segueix les pautes del mètode geomorfològic integrat explicades a l'apartat corresponent (4.2.)

Ha estat efectuada directament sobre el terreny i per foto-interpretació, que posteriorment ha estat informatitzada en un entorn de Sistema d'Informació Geogràfica (GIS), amb el programa ArcGIS i les seves aplicacions bàsiques ArcMap i ArcCatalog.

La foto-interpretació s'ha realitzat sobre les fotografies de diferents passades i de diferents èpoques, començant per les més antigues (1956) fins a les actuals de satèl·lit, que van actualitzant-se de manera periòdica.

La fase més delicada del treball ha consistit en la realització d'una cartografia geomorfològica de l'àmbit de l'estudi, cartografia efectuada conca per conca. Amb aquest objectiu s'han analitzat i seleccionat els diferents elements geomorfològics característics de les conques en relació al comportament i la inundabilitat. Tots els d'aquesta cartografia tenen una llegenda, però com que evidentment queden incorporats a la llegenda més complexa de la cartografia geomorfològica integrada, aquí no s'explica (veure, en l'apartat 4.3.8).

4.3.5.- Recull de dades històriques

Aquest recull inclou moltes fonts d'informació entre les es poden destacar: a) les recopilades sobre el terreny, de testimonis "silenciosos", entrevistes entre els veïns i els tècnics municipals, b) les publicacions locals i comarcals, diaris i revistes (la Vanguardia, El punt, L'Empordà...), informes, fotografies, filmacions/videos, etc., en arxius, biblioteques i hemeroteques oficials, públiques i privades.

L'estudi i anàlisi d'aquestes dades permet poder situar i avaluar els nivells i cotes d'aigua, que han significat dades reals d'episodis d'inundació esdevinguts, i relacionar-los amb les dades geomorfològiques. També poden permetre estimar, si les dades són suficients, la periodicitat de les rierades, que alhora es pot relacionar amb les dades pluviomètriques. Aquest és precisament un punt feble del mètode geomorfològic integrat si es fa l'anàlisi com a conca individual, degut a la curta història o a la manca de registres. Aquest és un aspecte que es proposa millorar, tal com es veurà més endavant, amb l'**anàlisi multiconca-multifunció**.

4.3.6.- Recull de dades de pluviometria

S'han obtingut les dades de la xarxa d'estacions automàtiques (XEMA) del Servei Meteorològic de Catalunya, de les estacions AEMET i d'altres fonts, com ara l'Agenda 21 de l'Alt Empordà o el servei meteorològic francès per a les estacions properes del nord de la frontera. La finalitat és poder relacionar la magnitud de les pluges caigudes amb la intensitat dels efectes, així com també poder fixar la freqüència d'episodis plujosos.

Les estacions properes o relativament properes de la xarxa Xema a la zona d'estudi tenen series que es poden considerar curtes, ja que cap arriba als 30 anys, que es el nombre d'anys recomanable perquè els resultats obtinguts siguin significatius. La taula següent recull les estacions meteorològiques d'aquesta xarxa i la sigla corresponent:

ESTACIONS XEMA DE LA COMARCA	INICI DE DADES	ALTITUD (m)
Portbou D6	06/04/1998	198
Espolla V2	07/06/2000	93
Cabanes U1	11/06/1991	31
Roses D4	23/02/1996	24
Castelló d'Empúries W1	14/03/2000	2
Sant Pere Pescador U2	01/05/1989	4

Roses és la més propera dels municipis de la Selva i del Port de la Selva, però està situada a l'altre vessant. Les de Ventalló i de Torroella de Fluvià s'inclouen encara que queden ja molt llunyanes a l'àrea estudiada. L'estació de la que es disposa de més dades és doncs la de Sant Pere Pescador, de la que se'n tenen 20 anys. La més propera, Portbou, funciona des de fa només 13 anys.

Les estacions de l'AEMET més properes es relacionen en la següent taula

ESTACIONS AEMET MÉS PROPERES
Portbou 437
Port de Llançà 433K
Port de la Selva 433E
Cadaqués 433
Roses 432C

Del servei meteorològic francès s'han obtingut les dades de pluviometria per mesos, i les més properes són:

ESTACIONS FRANCESES MÉS PROPERES
Banyuls
Cap Bear (Cap de Biarra)
Portvendres
Argeliers

4.3.7.- Dades de cabals

Cal recordar i remarcar que cap de les conques de la zona d'estudi disposa d'estacions d'aforament. Per tant, ha calgut aplicar diferents metodologies, per tal d'obtenir resultats estimatius i poder-los comparar entre si a fi de valorar-ne la validesa. També s'han relacionat amb els que presenten els projectes de canalitzacions, ponts o d'inundabilitat (associats a plans municipals) efectuat a la conca de Colera. Les dades de base son majoritàriament tant irregulars o/i insuficients i/o deficients, que només s'han pogut obtenir cabals de forma molt puntual tal com s'explica al capítol V de càlcul de cabals màxims Q. Aquestes circumstàncies no han permès, acotar les freqüències de les diferents inundacions i per això s'han buscat sistemes alternatius.

4.3.8.- Cartografia geomorfològica integrada: llegendes i conceptes

Te com objectiu en aquesta recerca donar tots els elements bàsics i necessaris per, posteriorment poder identificar i localitzar les zones inundables d'una conca i avaluar la freqüència de les inundacions.

La cartografia geomorfològica integrada es pot considerar com una ampliació de la cartografia geomorfològica s.s. amb les dades complementàries aconseguides a través de les informacions històriques i documentals, les dades de punts crítics, i totes aquelles altres que podien ser referència del comportament hídic de cada conca, amb la qual cosa la cartografia ha passat a ser considerada "integrada". Veure, en el capítol VI la descripció de cadascuna de les conques, i en els annexes cartogràfics, les corresponents cartografies geomorfològiques integrades.

Llegenda i conceptes:

A continuació s'inclouen tots els conceptes i els elements de la llegenda de la cartografia geomorfològica integrada, (que evidentment inclou els de la s.s.). Veure quadre de simbologia de la cartografia geomorfològica integrada, al final de l'annex de cartografia (Volum II).

4.3.8.1.- Indicadors morfològics

En aquest apartat s'inclouen els diferents indicadors morfològics que aporten informació sobre el perill d'inundació.

Terrassa

Inicialment s'ha considerat com a *terrassa* una "forma", construïda pels torrents. Dintre d'aquesta morfologia, en el sector estudiat se n'ha diferenciat dues tipologies: La terrassa T_0 o baixa, que ocupa la llera, i la terrassa T_1 , que és la superior.

Cal tenir en compte que Riba, en el Diccionari de Geologia editat per l'Institut d'Estudis Catalans (1997), defineix la "terrassa" com a "*forma esglaonada de relleu constituïda per un replà topogràfic adossat al vessant d'una vall fluvial o lacustre i limitat, a la part externa, per un talús o escarpament que domina el fons o un nivell inferior, la qual pot ésser erosiva o estar coberta per un dipòsit d'arrossegalls*". El mateix diccionari defineix "terrassa al·luvial" com "*terrassa formada per la incisió del riu en el seu propi llit d'arrossegalls*."

Per altra banda, Ballais et al. (2011) defineix que les "*... terrasses ce ne sont plus des formes fonctionelles. "terrasses inondable" ou "basse terrasse inondable" doivent donc être proscrits*". Aquest concepte no és coincident amb el que s'utilitza en el present treball, ja que aquí són funcionals.

Aquí, es considera nivell T_0 i T_1 com a nivells topogràfics de sedimentació i nivells d'inundació. El nivell T_0 és la superfície més baixa, i el nivell T_1 , és la més alta. Aquestes superfícies poden ser funcionals actualment o no. Se les denomina terrasses encara que en el més estricte sentit del terme la T_0 no ho sigui, doncs li manca l'escarpament.

Aquesta terminologia presenta l'avantatge de ser molt entenedora, encara que pot tenir l'inconvenient que el terme pot tenir altres connotacions (per exemple que *terrassa* comporti el concepte de "nivell antic, ara no funcional", com defensa Ballais o que no ocupi una posició elevada com considera Riba).

S'ha intentat fer prevaldre la comprensió general per sobre del rigor terminològic. Així, el concepte dels termes terrassa T_0 i terrassa T_1 , tal i com s'utilitzen en el present treball, serien els que es descriuen seguidament.

A) Terrassa T_0 : és l'actual llera o "llit del riu o del torrent", i per extensió comprèn els sediments que ocupen una part o la totalitat del llit o llera baixa dels torrents. Correspondria al que Ballais et al. (2011) anomena "*lit mineur*".

En l'àrea de l'estudi queda representada per còdols essencialment de pissarra, de mides diverses i de formes aplanades a causa de la laminació de la roca del substrat de l'àrea font d'on procedeixen els fragments. Es troben arrodonits de les arestes en diferents graus, en funció de la distància a l'origen, que condiciona el seu desgast. La seva distribució en les valls és irregular. Hi ha llargs trams de la traça dels torrents en els que no existeix cap sediment, i l'aigua llisca directament per sobre del substrat rocós. Altres trams tenen sediments, però en una franja estreta, adaptada a l'amplada de la vall. Altres trams són molt més amples, que acostumen a coincidir amb franges amb menor pendent i major acumulació de fragments sòlids per disminució de l'energia de les aigües, és a dir de la capacitat de transport. Els gruixos d'aquesta terrassa varien entre els pocs centímetres i un parell de metres.

Hi ha lleres que s'utilitzen com a camí (en el text de la memòria s'anomenen "camí-llera") i que no s'han cartografiat de manera específica ja que en els mapes es pot veure que el camí queda dins la terrassa.

B) Terrassa T_1 : seria una terrassa en el sentit del Diccionari de Geologia de Riba (op. cit.), ja que presenta un escarpament que domina la franja de la T_0 . No coincideix amb el concepte de terrassa de Ballais (op, cit.), ja que correspondria al que anomena "*lit majeur*".

En la zona d'estudi la terrassa T_1 és la més elevada. Es troba separada de la T_0 per un escarpament d'unes alçades variades, però que queden entre els 1,8 i 2,5 m de desnivell. El pla d'aquest escarpament no és sempre totalment vertical, però s'hi aproxima en molts sectors, i fins i tot presenta socavacions en alguns punts.

La composició dels materials sedimentaris al·luvials és molt semblant a la dels que componen la terrassa T_0 , ja que provenen de la mateixa àrea font. Són doncs còdols de pissarra i d'esquist, que determinen la seva forma aplanada. Presenten les arestes desgastades en graus diversos en funció de la longitud del seu recorregut. En algun sector hi ha també alguns còdols de roca granítica, que es presenten menys aplanats però també amb les arestes desgastades i amb diferents graus d'alteració de la roca mare.

La distribució de la terrassa en cada conca resulta diferent, en funció de la traça de l'eix de cada riera. Presenta àrees amb molta extensió en els sectors on la vall queda més oberta, com per exemple en la part final de les conques de Colera, de Llançà, de la Selva de Mar o del Port de la Selva.

La superfície és de plans de pendents bastant suaus. Presenta alguns solcs excavats per les mateixes aigües en moments de crescuda, que indiquen les línies de major velocitat o de circulació preferent.

Majoritàriament són plans destinats als conreus d'horta, de vinya, de fruiters o bé aprofitats per a l'ocupació urbana. També s'hi ha implantat una bona part de la xarxa de vies de comunicació (carreteres i camins).

Con al·luvial o de dejecció: con al·luvial o cos detrític que s'eixampla pendent avall, amb pendent fort i que ha estat construït per un torrent. En els cons actius, és un espai que pot estar sotmès al pas o circulació d'aigua en qualsevol part de la seva superfície.

Barra fluvial: modificacions temporals en el llit del torrent per variació en l'acumulació o en l'erosió del fons. Solen condicionar la circulació de les aigües fins que hi torna a haver una modificació feta per les mateixes aigües. Solen ser paral·leles a les ribes.

Límit: línia que separa dues unitats geomorfològiques diferents, per exemple dues terrasses, una terrassa i el substrat, etc.

Límit variable: línia situada entre dues dinàmiques o formes diferents (terrasses, cons, platges), que es pot desplaçar en funció del predomini d'una o altra dinàmica.

Escarpament: Desnivells o salts bruscos que separen formes, i de manera especial les dues terrasses. Solen marcar les diferències de nivell entre terrasses

4.3.8.2.- Circulació d'aigua.

Curs principal: és la línia de circulació de les aigües en el llit d'un riu o torrent, i per on circulen els cabals d'estiatge i en moments de crescuda pot ser la línia de major velocitat. Acostuma a coincidir, en els moments de mínim cabal, amb el canal d'estiatge.

Curs secundari: canal per on circulen les aigües en moments de poca crescuda o de modificació temporal de la llera

Línia de circulació preferent, per on van les aigües sobre la terrassa T_1 en moments de desbordament, de forma concentrada i amb més velocitat que les de la resta de la terrassa.

Circulació preferent no associada a torrents. Són línies de circulació de les aigües en moments de desbordament no relacionades amb el torrent: estan condicionades per aigües dels vessants, que sovint circulen per carrers, camins, etc.

Zona generalitzada de pas d'aigua: és la zona per la que l'aigua pot passar per qualsevol lloc, de forma concentrada o difusa. Predomina en els cons i en la zona de contacte entre una terrassa i una platja.

Soscavació: zona d'erosió lateral de les aigües que afecta la base d'un talús o escarpament lateral; solen coincidir amb les vores còncaues de la traça dels torrents.

4.3.8.3.- Modificacions antròpiques que incideixen en la dinàmica hídrica

Murs de protecció lateral de l'erosió o de contenció d'aigua, que poden ser de formigó, d'obra, de "mamposteria", etc.

Canalitzacions són estructura realitzades per a la contenció de les aigües i evitar o disminuir el perill de desbordament. Se n'han diferenciat tres tipus:

a) **Canalitzacions laterals**, estan constituïdes per murs. Les aigües circulen directament sobre el llit del torrent, sense fons antròpic.

b) **Canalitzacions laterals amb fons**, són canalitzacions amb una base o solera d'obra.

c) **Canalitzacions cobertes o soterrades**. Són canalitzacions amb cobertura que sovint en superfície és aprofitada per a carrer, rambla, etc. Poden tenir l'aigua a pressió, ja que el gruix de la làmina no pot elevar-se per quedar cobertes. Quan no són capaces de rebre la totalitat del cabal que els arriba, es produeix un desbordament, amb circulació per la superfície i per l'exterior.

Túnels o passos sota estructures

Parets o murets de pedra seca: parets construïdes per superposició de còdols o altres fragments de pedra, sense unió entre si. Fan de protecció de cara a l'erosió de les aigües d'un torrent. Solen ser també freqüents entre les feixes de conreu per tal d'anivellar i evitar l'erosió per aixaragallament.

Esculleres: dics o barreres de protecció lateral, compostades per blocs grossos de pedra, amb la finalitat d'evitar l'acció erosiva de les aigües sobre els escarpaments entre terrasses o sobre altres barreres de menor resistència com ara les motes. Ocasionalment els elements que les componen s'uneixen entre si amb morter.

Motes o dics: barreres lineals de protecció o de contenció lateral de les aigües de crescuda d'un torrent, que es compona especialment de terres i de vegetació. Poden ser: d'origen natural, per sedimentació del propi torrent, d'origen antròpic per a la protecció de conreus, camins o altres estructures, i d'origen mixt quan a la formació natural hi col·labora l'acció humana. També anomenats "levées".

Gabions: barreres de protecció lateral de les ribes d'un riu o torrent, compostades per conjunts de "paquets" de pedres embolcallades amb xarxa metàl·lica de "galliner".

Terraplens o rebliments: són àrees ocupades per terres o altres materials aportats que aixequen la cota del terreny. Poden tenir diferents finalitats: a) que la nova superfície quedi per sobre del nivell de la inundació (són superiors a 1 m d'alçada); b) anivellar el terreny; c) els corresponents a determinades obres públiques, creades per tal de mantenir una cota uniforme del terreny, com a ara en carreteres i en ferrocarrils; d) acumulacions de materials de rebuig (abocadors) o runams d'obres d'excavació o de treballs de mineria. Poden modificar la dinàmica dels torrents. En la cartografia s'ha diferenciat els **terraplens de gruix <1 m** i els **de gruix >1m**. S'ha considerat que els primers poden ser, esporàdicament, inundables.

Proteccions puntuals: posts, graons, etc., situats en punts estratègics i col·locats de manera permanent o en moments crítics; la finalitat és impedir, per obturació o per desnivell, l'accés de les aigües a determinades zones o recintes.

4.3.8.4.- Punts crítics i informació històrica

S'entén per *punt crític* o *zona crítica* aquella on la circulació de les aigües del torrent signifiquen o plantegen una problemàtica relacionada amb la inundabilitat. Aquests punts poden ser crítics de manera natural (per exemple l'encreuament d'un torrent amb un vial en forma de gual) o bé poden ser crítics de manera induïda, és a dir creats o ajudats per intervencions antròpiques, (com per exemple un mal dimensionat d'un pont).

Localització i característiques

Els punts i zones crítics han estat indicats en la cartografia geomorfològica integrada mitjançant un triangle vermell d'alerta a l'estil dels signes de circulació de vehicles i localitza el problema. Aquest triangle ha estat relacionat amb una línia amb un altre triangle amb un número d'identificació (lletra de cada conca i número dintre de la conca, amb la numeració començant per la capçalera).

Aquest segon triangle, més específic, porta el contorn de color en funció del tipus de conflictivitat. També hi ha signes diferenciats amb un rombe de color negre, que indica la presència d'una zona amb conflictivitat demostrada històricament o la situació d'un punt o zona relacionats amb un esdeveniment històric concret.

Els tipus diferenciats són els següents:

Guals de camí en el canal principal. Porten el contorn del triangle de color vermell i representen la interrupció del camí quan la riera porta més de 10 cm de gruix d'aigua. Ocasionalment pot significar també un punt de desbordament, ja que sovint hi ha un dels trams de camí que baixa a la llera que queda encarat a la circulació de l'aigua, en disposició d'actuar de trampolí per a la pujada i desbordament de les aigües turbulentes.

Punts de desbordament freqüent. Porten el contorn del triangle de color blau. Són punts amb alguna condició desfavorable que fa que en moments determinats resulti propici al desbordament, com pot ser la manca o la interrupció de la protecció lateral existent en sectors propers.

Punts d'obstrucció o estretament. Porten el contorn del triangle de color morat. Resulten desfavorables i presenten perillositat a causa de la possibilitat d'obstrucció o d'estretament de la llera.

Punts d'informació històrica. Són punts o àrees de les que ja es té informació d'esdeveniments d'inundació en moments històrics no llunyans. De cadascun se'n descriu la tipologia d'esdeveniment i la data en el paràgraf corresponent a la seva conca. Es senyalitzen amb un rombe de contorn de color negre.

Zones d'inundació històrica. Per tal de completar la informació d'un punt històric s'ha marcat l'abast de la inundació en planta. Sobre la cartografia estan senyalitzades amb una trama de ratlles fines negres i inclinades.

4.3.9. Cartografia d'inundabilitat o de perillositat d'inundació.

Per a la cartografia d'inundabilitat o de perillositat d'inundació s'estableixen uns tipus en base a totes les dades anteriors, es a dir, característiques i indicadors geomorfològics de cadascuna de les conques amb el complement de les dades històriques i altres informacions, reflectides majoritàriament en la cartografia geomorfològica integrada concretades en els mapes geomorfològics integrats.

Hi ha diferents aproximacions i criteris per determinar la perillositat d'inundació i a partir d'aquí fer la zonificació i la representació cartogràfica. Aquí, inicialment els tipus s'estableixen i s'agrupen jeràrquicament en funció de la "gravetat" de la inundació que pot afectar cada zona. Els criteris d'aquesta jerarquització són fonamentalment: la freqüència d'inundació, la velocitat i el calat del corrent d'aigua. Posteriorment a cada nivell jeràrquic se li assigna una tipologia qualitativa de perillositat. Després, si és possible, es passa al nivell de tipus quantitatiu, en base a 1 o més

critèris de “gravetat”. Finalment, es poden relacionar els tipus establerts amb les tipologies legals o administratives (recollides a l'annex “Marc legal”).

Inicialment la tipologia establerta i la cartografiada ha estat qualitativa distingint 3 tipus d'inundabilitat o perillositat: **alta**, **mitjana** i **baixa**, en funció dels paràmetres de freqüència, de velocitat i de gruix de la capa d'aigua. En la majoria de les conques se n'ha diferenciat 2 tipologies: **inundabilitat alta** i **inundabilitat mitja**. Només en algun sector s'ha considerat i introduït la **inundabilitat baixa**. En alguns sectors s'ha diferenciat atenuants, en funció de determinades mesures de contenció i de protecció, que han fet que s'anomenin àrees de perillositat “protegida”. Veure, al volum 2 de mapes, la llegenda i les corresponents cartografies d'inundabilitat de cadascuna de les conques.

La cartografia de perillositat d'inundació amb els tres tipus (**alta**, **mitjana** i **baixa**) s'ha complementat amb una sèrie d'elements que han sigut importants per establir la tipologia però que a més que poden útils a nivell de comprensió o de gestió (com per exemple les línies de flux, les estructures antròpiques o els punts crítics o d'informació històrica). Aquests elements normalment no figuren en els mapes d'inundabilitat.

El criteri qualitatiu de freqüència deriva en gran part de l'alçada de les terrasses, ja que evidentment la terrassa més baixa s'inundarà amb més freqüència que una situada a una certa alçada sobre la aquella. Ara bé el criteri quantitatiu (per exemple Tr 10, 100 i 500 anys) generalment presenta problemes pel seu establiment o per la seva validesa. Aquest ha estat el cas de les conques d'aquesta tesi, on és impossible acotar les freqüències de manera independent per cada conca. Per això a l'apartat següent es tracta d'aquest tema i es proposen les millores del “Mètode geomorfològic integrat”, en base a l'**anàlisi multiconca-multifunció**.

Llegenda d'inundabilitat o de perillositat d'inundació.

Breument s'expliquen els conceptes dels elements fonamentals i específics d'aquesta llegenda. Els complementaris (que com s'ha dit generalment no s'inclouen, però que poden ser útils per la comprensió i utilització) com que deriven de la cartografia geomorfològica integrada, per no repetir i allargar les explicacions, només s'expliquen 1 vegada, a l'apartat de la llegenda de la cartografia geomorfològica integrada (4.3.8.).

Els elements específics d'aquesta llegenda són els d'inundabilitat, de tipus qualitatiu i establerts els criteris són relatius, són:

Inundabilitat alta: és la zona que pot ser afectada per les corrents de màxima velocitat, calat o gruix de làmina d'aigua (que pot ser superior a 1,5 m) i freqüència d'inundació. Aquestes variables poden tenir valors diferents segons les conques, però sempre seran de perillositat màxima dins de cada conca. La velocitat en moments de crescuda: superior a 1 m/s en canals naturals i superior a 3,4 m/s en canalitzacions amb fons pavimentat (dades a partir de mesures sobre el flux de l'aigua en condicions normals, no de crescuda).

Inundabilitat mitja: és la zona que pot ser inundada amb calats o gruix de làmina d'aigua (inferior a 1 m), velocitats i freqüències inferiors al tipus anterior. d'inundació. Aquestes variables, com en el tipus anterior, poden tenir valors diferents segons les conques, però sempre seran de perillositat menor que el tipus anterior.

Inundabilitat baixa: és un tipus que s'ha utilitzat a la conca de Portbou i que deriva d'unes circumstàncies molt particulars. La principal diferència és l'existència d'un embassament en capçalera, que disminueix el perill d'inundació. Per tant, és una zona que, sense aquesta intervenció tindria una inundabilitat mitja. Es podria haver assignat la categoria corresponent a les condicions naturals i afegir el concepte de “protegida”, però s'ha preferit introduir aquesta tipologia per matisar la perillositat.

Zona protegida: és aquella a la que se li assigna la inundabilitat que tindria en condicions naturals, però que té unes estructures construïdes expressament per evitar o minimitzar les inundacions i que amb la seva anàlisi es considera que disminueixen la possibilitat d'inundació. Aquesta protecció s'indica amb una trama superposada a la inundabilitat natural. Cal destacar que

hi ha zones amb les mateixes proteccions, però que no es consideren ni es cartografien com a protegides perquè no es consideren efectives (per exemple pot haver-hi un dic o canalització, però l'aigua pot venir d'aigües amunt on no hi ha dic).

4.3.10. Anàlisi Multiconca-multifunció. Proposta de millora del mètode geomorfològic integrat

Tal com s'ha explicat en altres apartats, hi ha diferents aproximacions i criteris per determinar la perillositat d'inundació i a partir d'aquí fer la zonificació i la representació cartogràfica. Per aquesta raó, inclús abans d'adoptar la tipologia qualitativa explicada a l'apartat anterior, en primer lloc es planteja el **marc legal** que afecta a la zona d'estudi (que queda recollit a l'Annex de Marc Legal). És un marc que resulta molt complex, ja que s'ha de basar en les diferents legislacions i directives de diferents entitats (europea, estatal, autonòmica). Ara bé, la majoria inclouen la freqüència d'inundació de tipus quantitatiu (generalment alguns dels Tr 10, 50, 100 i 500).

Tal com es comenta a l'apartat anterior (es veurà en el desenvolupament de la tesi i especialment al capítol VII), les conques de l'àrea d'estudi no tenen per si mateixes dades suficients per establir quantitativament les freqüències. Per això, no inicialment sinó com a resultat de progrés de la tesi es planteja l'**anàlisi multiconca-multifunció**. En realitat la majoria de conceptes i dades s'han obtingut durant la recerca a cada una de les conques i dels problemes que s'anaven presentant i per tant aquest apartat és en part el fruit d'aspectes que es comenten a cada una de les conques. D'això deriva el considerar que el marc de la tesi ofereix un escenari que se situa a nivell de supra-conca i, al superar el de conca individual, pot oferir resultats més complets i fiables.

Ara bé, per mantenir la unitat de cada conca i al mateix temps no repetir el raonaments, es considera millor exposar els continguts del capítol d'anàlisi multiconca-multifunció com un conjunt coherent i situar-lo després dels capítols específics de cada conca. Així, aquesta anàlisi multiconca-multifunció es desenvolupa al capítol VIII i per tant després dels destinats a les conques (cap VI) i a la incertesa, derivada de les característiques de les conques (cap VII).

Aquesta anàlisi es fa després de l'estudi de cada una de les conques i consisteix bàsicament en: a) analitzar i seleccionar les variables que poden aportar informació per definir la freqüència d'inundació; b) recull per cada variable la informació existent en totes les conques; c) tractament i anàlisi de cada variable; d) comparació dels resultats obtinguts per cada variable i d) establiment de les freqüències.

A partir dels resultats obtinguts en aquesta anàlisi multiconca-multifunció es retorna al marc legal per veure si les dades s'adapten o no.

4.4.- Consideracions relatives a l'obtenció de dades referents al canvi climàtic mitjançant sondeigs.

En aquest apartat es tracta de la metodologia per obtenir informació sobre el canvi climàtic a la zona i dels resultats obtinguts.

Entre els treballs de recull de dades històriques de camp, i amb la finalitat de buscar-ne d'altres de complementàries referents al canvi climàtic, s'ha analitzat diferents perspectives sobre els possibles canvis de patrons climàtics, especialment a nivell de precipitacions a fi de veure quina seria la resposta en els nous escenaris que es presentin en el futur.

Per tal d'obtenir aquesta tipologia d'informació, es va plantejar investigar els possibles canvis que hagin pogut quedar enregistrats en les seqüències sedimentàries, per tal de poder proposar, matisar o incrementar els coneixements sobre els canvis climàtics futurs en el cas que es detectessin unes certes periodicitats o evolucions que es puguin interpretar com a cíclicues.

En aquest sentit, després de fer un inventari dels llocs de possible mostreig, es van seleccionar els que semblava que presentaven les millors condicions. Els criteris de selecció van ser fonamentalment la possibilitat de trobar seqüències amb presència de sediments fins i orgànics

que permetessin datar les variacions i l'evolució del sistema. Per això, les localitzacions escollides corresponen a zones amb ambients actuals o subactuals de tipus aiguamoll.

Amb aquesta finalitat, es procedeix a efectuar una campanya de sondatges manuals curts en el sector de la part final de la riera del Boquer, on s'havien fet consultes (comunicació personal Sr. Safont i columnes de sondeig proporcionades pel Sr. Macau) i al tram final de la riera de Llança que indicaven la possible presència de nivells orgànics. Tant l'objectiu com la campanya estan incloses en el projecte de recerca de INTERAMBAR ("Integración de datos paleoambientales y arqueológicos para la interpretación de las interacciones climatico-ambientales en una cuenca del NE peninsular durante el Holoceno: I. Paleoambiente" (CGL2009-12676-C02-01.- subpr BTE). (Mint. Ciencia e Innovación, 2010-2012), i dirigit pel Dr. Ramon Julià Brugués, Professor de Recerca de l'Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almera", CSIC, de Barcelona).

En aquests sondatges han aparegut nivells detrítics, relacionats amb la dinàmica fluvial dels canals i sediments de granulometria fina (veure fotos). Ara bé, dins la seqüència hi havia una absència total de nivells orgànics i d'elements que permetessin realitzar datacions. La impossibilitat de datar les seqüències descarta la seva utilització per establir la dinàmica hidrosedimentària i establir una relació amb l'evolució climàtica.



Dos exemples dels testimonis de sondatges, amb sediments fins però no orgànics

Així, encara que la campanya no hagi acomplert els objectius plantejats, té una contrapartida que és important assenyalar. A partir de l'experiència aportada per aquest estudi es pot afirmar que les conques de la zona tenen unes condicions que no propicien la formació i/o conservació de seqüències detrítico-orgàniques que permetin establir i datar els canvis climàtics. Aquestes condicions són l'escassa humitat de l'entorn climàtic, que no permet el desenvolupament de molleres (torberes) en capçalera, que registren tant els episodis de predomini de la dinàmica fluvial, com els episodis d'estabilitat de vessant, més orgànics.

La tècnica de mostreig i estudi establerta en el projecte havia proporcionat seqüències datables en altres àmbits geogràfics i climàtics del projecte, com per exemple Ull de Ter, Aigües Podrits sobre Coma de Vaca a la capçalera del Freser, o a Nou Creus i Nou Fonts a la Vall de Núria. Els resultats de la campanya a les conques de la tesi s'han discutit dins del projecte INTERAMBAR i se'ls considera una aportació important, ja que permeten establir i matisar les característiques favorables i descartar en projectes futurs una sèrie de conques.

Per tant, donats els resultats i les circumstàncies que s'acaben d'exposar no es considera convenient/necessari desenvolupar dins de la memòria un capítol específic sobre el canvi climàtic.

CAPÍTOL V - CABALS MÀXIMS PER DIFERENTS PERÍODES DE RETORN: MÈTODES DE CÀLCUL I PROBLEMÀTICA

5.1.- Càlcul de cabals

El coneixement dels cabals i especialment els màxims per diferents períodes de retorn (Q_{TR}) és necessari per alguns mètodes d'identificació i cartografia de zones inundables (ZI) (Cabal màxim = Q_{max} i període de retorn = TR)

Per aquesta raó és important fer una anàlisi dels principals i més utilitzats mètodes de càlcul i especialment dels seus requeriments i limitacions. No es farà un desenvolupament de cada mètode, ja que es poden trobar àmpliament explicats i detallats en nombroses publicacions i a internet. En canvi es considera important una revisió crítica que permeti veure el conjunt dels mètodes i la seva aplicabilitat.

Cada mètode parteix de dades molt diferents que van des de la necessitat de disposar de series llargues (un mínim de 30 anys) de cabals màxims (Q_{max}) diaris, fins a basar-se en fórmules empíriques per les que només es necessita l'àrea de la conca.

Cada mètode té uns avantatges i uns inconvenients, dels que es destacaran els més importants. Com es posarà de manifest en aquest capítol, en cas que sigui necessari conèixer els Q_{max} és imprescindible una valoració experta dels resultats i pot ser interessant o necessari utilitzar més d'un mètode per comparar resultats.

Els mètodes que es contemplen es poden agrupar en dos conjunts: 1) els mètodes directes, que es basen en series de Q_{max} i 2) els mètodes indirectes que no necessiten els Q_{max} .

En aquest punt és necessari recordar que en general les estacions d'aforament no són molt nombroses, ni en els països més desenvolupats, i que les series de registres llargues són molt poc freqüents. Les estacions d'aforament s'instal·len en els rius principals, rarament en rius secundaris i encara menys en rieres o cursos de règim efímer.

En aquest context, cap de les conques que s'estudien en aquesta tesi disposa d'estacions d'aforament. Malgrat aquesta mancança es farà una referència al càlcul en base a sèries de Q ja que és el mètode considerat teòricament com el millor, perquè calcula els Q_{TR} a partir de Q . Malgrat aquest fet, es veurà que els resultats dels cabals màxims per diferents períodes de retorn (Q_{TR}) obtinguts poden ser molt diferents segons el tipus d'ajust matemàtic o la sèrie de dades de Q utilitzades. Aquestes diferències de resultats, evidentment, implicaran diferències en les extensions de les zones inundades per un mateix període de retorn.

Dins dels mètodes de càlcul, que en sentit estricte són estimacions, les administracions i els aspectes legals prioritzen els que consideren més sòlids. Això es tradueix en una preferència en els mètodes més "matemàtics". Evidentment en primer lloc estan els que parteixen de dades de cabals i després els que transformen les dades de pluja en cabals (veure l'apartat corresponent al mètode racional).

Després de tractar els diferents mètodes, hi ha un apartat d'aplicació a la zona d'estudi, i al final n'hi ha un altre amb una sèrie de consideracions generals.

5.1.1.- Mètodes directes: càlcul de cabals màxims per diferents períodes de retorn (Q_{TR}) que parteixen de dades de cabals (Q)

El càlcul de cabals màxims per diferents períodes de retorn (Q_{TR}) a partir de series de Q mesurades en estacions d'aforament es basa en l'anàlisi probabilística dels Q_{max} anuals. Primer es seleccionen els Q_{max} de cada any i després es fa l'anàlisi, a fi de determinar els cabals que corresponen als diferents períodes de retorn desitjats.

B) Tractament de les dades.

Els altres factors que controlen els resultats tenen relació amb el tractament de les dades.

Per a calcular els Q_{max} corresponents a les crescudes de 10, 25, 50, 100 o 500 anys de període de retorn, es fan servir funcions matemàtiques. S'assumeix que la sèrie que s'analitza està formada per mostres aleatòries d'una població total de tots els cabals possibles i a partir d'això estima una distribució de freqüències.

En realitat les dades disponibles són de períodes de temps relativament curts i, per tant, una petita mostra de la població real. Per tant no tots els valors possibles hi son representats. Sovint durant el període de registre no s'han produït les crescudes majors, de les quals es té notícia per referències històriques.

La utilització d'una funció matemàtica d'ajust d'una sèrie (cabals, pluja, etc.) implica, per una banda, assumir que la funció explica i s'ajusta al funcionament i dinàmica de la conca i, per altra, que la conca ha funcionat (1ers anys de la sèrie), funciona actualment i funcionarà (en els anys corresponents a l'extrapolació) sempre igual.

Dins d'aquestes perspectives, la qualitat dels resultats recau en la bondat de l'ajust matemàtic en relació a la dinàmica de la conca, que justifiqui especialment els valors de les extrapolacions.

El problema fonamental és doncs la selecció d'una funció de distribució adequada, que correspongui al comportament del fenomen que s'analitza, en aquest cas els cabals del riu (o com també pot ser en el de la pluja) .

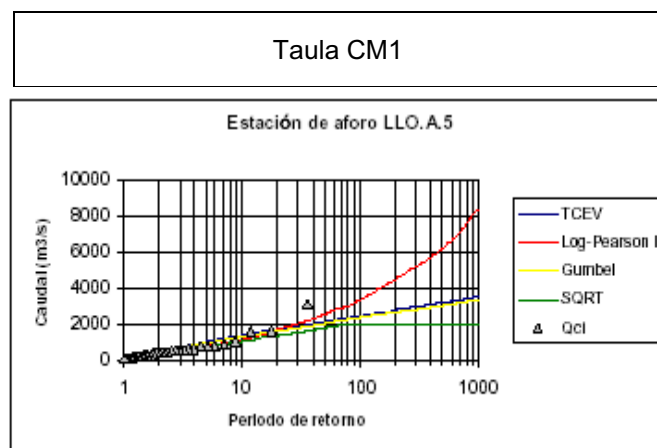
Diferències segons el tractament

Partint de la base que és difícil escollir i en realitat saber quina és la millor funció o ajust matemàtic, s'amplia una mica el tema dels diferents resultats.

Hi ha diferents ajusts matemàtics com per exemple els que es coneixen com: Gumbel (I, II o III), Pearson, Log-Pearson (III, etc.), SQRT-ET, SQRTmax, TCEV, etc.

Els resultats obtinguts acostumen a donar resultats similars per valors baixos, és a dir per fenòmens freqüents (per ex. per períodes de 2, 5, 10 anys). En canvi, les diferències van creixent a mesura que es tracta de fenòmens més rars (100, 500, 1000 anys, etc.). Aquestes diferències poden arribar a ser molt grans.

En el cas del Llobregat, per exemple a l'estació d'aforament de Martorell (INCLAM, 2001), s'han donat cabals que van des de 2308 als 3346m³/s per un període de retorn de 100 anys; de 3026 als 6144m³/s pel de 500 anys i pel de 1000 anys de 3472 als 8347m³/s. Amb l'ajust SQRT els cabals de 100, 500 i 1000 anys són igual i donen 1992 m³/s, és a dir la tendència passa de ser exponencial a horitzontal. Això es pot veure a la figura següent.



Als treballs de Planificació dels espais Fluvials (PEF) de Catalunya, que es troben a la pàgina web de l'ACA, hi ha el del Llobregat (2005). Conté dades, càlculs i gràfiques on també es troba la de Martorell. Aquest treball comenta que l'estació de Martorell funcionava des de 1912, però que va deixar de fer-ho fa uns anys. A més, cal tenir present que la sèrie no pot ser homogènia, ja que té embassaments de regulació, com el de la Baells en funcionament des de 1975. També comenten la precarietat dels cabals instantanis. Els resultats són diferents dels de INCLAM (2001) i dins del propi treball segons l'ajust. Per LPIII donen 3173, 5286 i 6423 m³/s per 100, 500 i 1000 anys respectivament. Amb cabals instantanis els resultats que donen són:

Taula CM2					
	5 anys	10 anys	50 anys	100 anys	500 anys
SQRT-ET	798	1079	1831	2197	3173
Gumbel (mom.)	749	925	1317	1483	1866
Log-Pearson III	783	1190	2461	3173	5286

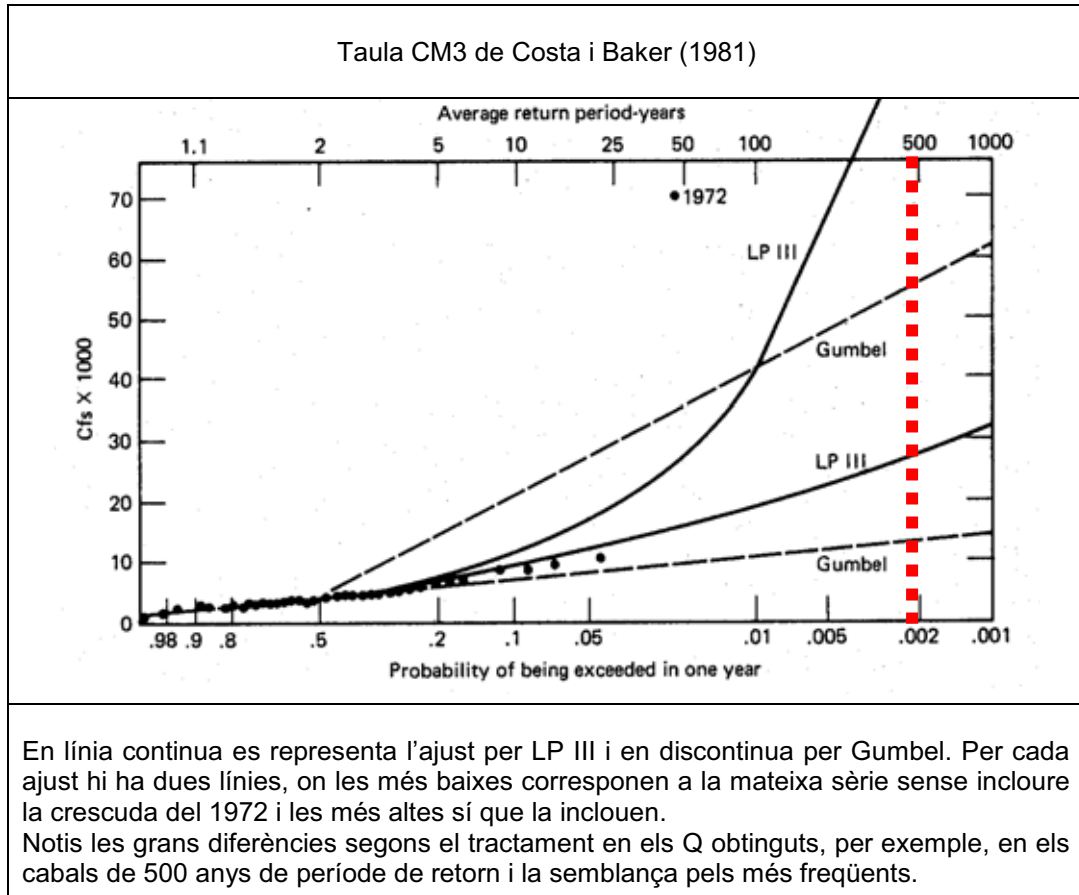
En el mateix treball del PEF fan observacions per altres estacions d'aforament de la conca deixant clar que els resultats són molt diferents segons l'ajust. Sovint s'inclinen pel cantó de la seguretat, és a dir el que dona els cabals més grans, quan han de fer la zonificació del perill d'inundació.

Una de les inundacions més greus que va afectar Europa central va ser la de l'any 2002 i va posar en marxa totes les institucions europees, fins arribar a la "Directiva 2007/60/EC del Parlament i del Consell europeu sobre la valoració i gestió del risc d'inundacions" l'any 2007. Sobre aquesta inundació del 2002 hi ha nombrosos estudis, i el 2009 es va publicar un centrat a l'Elba a la ciutat de Dresden (Alemanya) (Kreibich i Thieken, 2009). En aquest cas hi ha registre foronòmic excepcionalment llarg, de més de 150 anys i es fa una anàlisi de freqüències amb les dades de 1845-2006. Malgrat això, els resultats són diferents i donen períodes de retorn que van de 85 fins a 185 anys, segons la funció utilitzada. Els autors afirmen que, per tant, el període de retorn d'aquesta inundació encara no és clar. A més, afegixen que utilitzant dades històriques el període de retorn d'aquesta inundació del 2002 seria de 1000 anys (segons dades de Pohl, 2007).

Aquest treball posa de manifest una vegada més la incertesa dels resultats, malgrat disposar d'una sèrie de registre molt llarga, en relació als estàndards habituals.

Els problemes de les diferències degudes al tipus de tractament estadístic o funció matemàtica de distribució aplicada i també a tipus de dades incloses es pot visualitzar en la taula clàssica de Costa i Baker (1981) reproduïda a continuació i modificada aquí en introduir, en vermell, la línia que indica el període de retorn de 500 anys.

Aquesta figura resumeix alguns dels principals problemes de l'obtenció de cabals a partir de sèries de cabals i es pot generalitzar a les precipitacions. Evidentment la zonació de les àrees inundables (és a dir l'extensió coberta per les aigües), deduïda d'una manera o altra, serà molt diferent.



5.1.2.- Mètodes indirectes: càlcul de (Q_{TR}) que no necessiten disposar de dades de cabals (Q)

Els mètodes de càlcul de (Q_{TR}) cabals que no necessiten disposar de dades de cabals (Q), degut a l'esmentada mancança d'estacions d'aforament, són interessants i molt utilitzats a nivell mundial. Malgrat això els resultats, com es veurà més endavant, poden ser molt vàlids o ser molt poc ajustats a la realitat.

Aquí es tractarà dels mètodes: a) mètode racional, b) àrea secció transversal per la velocitat (slope-area method) i c) paleohidràulic.

5.1.2.1.- Mètode racional

El que es coneix com a mètode racional es basa fonamentalment en les dades de precipitació. Per obtenir els millors resultats és necessari disposar de dades de precipitació representatives de la conca. Això implica que hi hagi estacions meteorològiques dins de la conca o en zones properes amb la mateixa meteorologia i que les sèries siguin llargues.

Amb les dades de precipitació també es fan servir tractaments estadístics, com en el cas dels cabals i, per tant, són vàlides les mateixes consideracions (veure apartat relatiu al càlcul QTR a partir de Q)

El seu desenvolupament i passos a seguir, tant de forma manual com informàtica, es poden trobar en nombroses publicacions i a Internet. A Espanya la formulació més utilitzada és la deduïda per Temez, adoptada per la Instrucció de carreteres del MOPU (1990) i posteriorment modificada pel mateix autor (1991). Són interessants les propostes del CEDEX (programa CHAC: <http://hercules.cedex.es/Chac/>) i la de la Universitat Politècnica de València. Per Catalunya és molt recomanable la Guia Tècnica de l'ACA (2003). Per aquesta raó, tal com s'ha comentat, aquí es tractarà dels principals avantatges i limitacions.

En general es considera que aquest mètode és aplicable a conques eminentment rurals, de superfície inferior a 3000 km² i un temps de concentració entre 0 i 24 hores, però l'ACA considera que la superfície no ha de superar els 1000 km².

La fórmula bàsica és:

$$Q_{TR} = \frac{C I A}{3.6} K$$

$Q_{TR} = Q_p$ = Cabal màxim o cabal punta (**m³/s**) pel període de retorn (**TR**) considerat

C = Coeficient d'escolament o escorrentiu (**adimensional**)

I = Intensitat de la precipitació (**mm/h**) corresponent a una pluja de durada **D**, igual al temps de concentració **T_c** de la conca, pel **TR** considerat

A = S = Superfície de la conca (**km²**)

K = Coeficient d'uniformitat (**adimensional**)

Dels elements d'aquesta fórmula el més senzill d'obtenir és l'àrea de la conca que generalment es designa amb la lletra A d'àrea, però també com a S de superfície.

Coeficient d'escolament C

El coeficient d'escolament representa la part de precipitació que no contribueix a l'increment de cabal. Es calcula segons diferents mètodes. A Espanya per la fórmula deduïda per Temez, adoptada per la Instrucció de carreteres del MOPU (1990), i una altra és la del Soil Conservation Service d'Estats Units (SCS, 1972; Mishra i Singh, 2003, entre altres). Hi ha taules simplificades de coeficients d'escolament, però es pot determinar de forma més acurada en funció del volum de la precipitació diària i l'indar escolament o escorrentiu (que no s'ha de confondre amb el coeficient d'escorrentiu). Aquest l'indar es pot determinar en base d'una sèrie de paràmetres: usos del sòl (amb algunes matisacions de densitat o de pràctiques de conservació), i per cada tipus d'ús segons el pendent, les característiques hidrològiques i el grup de sòl.

Evidentment un aspecte fonamental és la qualitat de les dades de base, en els que el punt més problemàtic en el nostre país és el que fa referència a les dades edàfiques. Partint d'aquesta situació, l'ACA (2003) aconsella una equivalència entre els grups de sòl i els tipus de roca i de formacions dels mapes geològics del ICC. El problema principal en aquest cas és que no és possible tenir en compte les formacions superficials i els sols reals, perquè de moment no existeixen aquestes cartografies. Per tant, els resultats són orientatius. També és important tenir en compte que introdueix dos elements correctors, un que ajusta el valor de la precipitació diària, reduint-lo pel coeficient de simultaneïtat i l'altre anomenat factor regional, que considera la humitat inicial del sòl a l'inici de les pluges significatives.

Coeficient d'uniformitat K

El coeficient d'uniformitat K també es calcula empíricament en base al temps de concentració T_c (que es tracta posteriorment). El coeficient K s'introdueix per adaptar la realitat als requeriments de la fórmula referents a la pluja, bàsicament: inici de manera instantània i intensitat constant.

Segons Temez:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

K = Coeficient d'uniformitat (adimensional)

T_c = Temps de concentració (hores)

Temps de concentració (T_c)

El temps de concentració és un element clau en el mètode racional ja que intervé en la determinació del coeficient d'uniformitat K i en el de la pluja de disseny. És important tenir present que aquest terme no es unívoc, ja que hi ha diferents definicions (veure ACA, 2003 entre altres).

Per calcular el T_c es fan servir fórmules empíriques. Els resultats obtinguts poden ser molt diferents degut a la fórmula utilitzada i també perquè són una simplificació de la realitat. Per exemple, només es considera pel càlcul la longitud del curs principal (L) i el pendent mig del curs principal (S) i en canvi no tenen en compte factors que necessàriament han d'influir en el T_c, com per exemple el tipus i densitat de la vegetació.

No existeix cap fórmula universal ja que cada fórmula s'ajusta a les condicions de les conques on es basa i per tant els resultats depenen de la similitud entre aquestes i la conca de càlcul. La més utilitzada a Espanya i recomanada per l'ACA és la proposada per Témez (1990). En aquest cas hi ha una sèrie d'adaptacions segons si la conca es rural o el grau d'urbanització. La que es posa a continuació com exemple, està adaptada per conques amb un grau d'urbanització inferior al 4%; per % superiors s'han utilitzat altres expressions.

Segons Témez, per conques amb un grau d'urbanització inferior al 4%.

$$T_c = 0.3 \left[\frac{L}{j^{0.25}} \right]^{0.76}$$

T_c = Temps de concentració (**hores**)
L = Longitud del curs principal (**km**)
j = Pendent mitja del curs principal (**m/m**)

Per a conques amb superfícies urbanitzades superiors al 4% i segons el tipus de drenatge i clavegueram introdueix aquestes característiques i fa servir fórmules modificades.

La fórmula de Kirpich (Témez, 2003), també anomenada californiana, és la més utilitzada a nivell mundial, malgrat que es va establir el 1940.

Aquesta fórmula és:

$$T_c = 0.006 \left[\frac{L}{j^{0.5}} \right]^{0.77}$$

Témez (2003) fa unes reflexions i aclariments sobre el càlcul hidrometeorològic i estadístic de cabals màxims i especialment del temps de concentració, en relació al Mètode racional i l'Hidrograma unitari. Comenta que s'ha de ser molt prudent en la utilització de les fórmules empíriques pel càlcul de T_c, així com del propi concepte, que defineix i explica breument a l'article. També insisteix en les diferències entre els resultats obtinguts per les dues aproximacions. Fa constar que amb aquesta última els resultats són significativament menors, de l'ordre del 60% en conques naturals.

Intensitat de la precipitació (I)

La intensitat de la precipitació és l'element clau i, en la majoria dels casos, el més problemàtic del Mètode racional. Es necessita saber la intensitat de precipitació per una durada (D) o interval de temps igual al temps de concentració (T_c) de la conca.

El primer problema deriva de la determinació del temps de concentració, tal com s'ha comentat anteriorment. El segon problema és que rarament es disposa de dades reals d'intensitats. Això és degut a que normalment els pluviòmetres instal·lats són totalitzadors i donen les pluges diàries (P_d), en canvi els pluviògrafs que registren intensitats són molt poc freqüents. El tercer problema deriva de les sèries de precipitació que òbviament han de ser llargues (ja que els cabals més sol·licitats són de 100 i 500 anys), i representatives de la conca. Per altra banda, sovint falta informació de les tempestes més grans, perquè superen la capacitat de l'aparell o el malmeten.

Degut a la freqüent manca de dades reals d'intensitats, generalment s'han de deduir, sovint per durades molt breus, a partir de les pluges diàries (P_d). Amb aquestes es calculen els valors per diferents períodes de retorn, utilitzant tractaments estadístics amb la problemàtica que porten associada (tal com s'ha comentat a l'apartat de càlcul de QTR a partir de Q mesurats en estacions d'aforament). L'ACA (2003) es fa ressò d'aquest problema i per això recomana els mapes d'isomàximes de P_d per diferents TR editats per la DGC (1999) i es compromet a posar a disposició totes les millores sobre aquest tema. També en aquesta línia la pròpia DGC (Direcció General de Carreteres) va editar el 2007 una versió en format CD-rom.

Per fer la transformació de pluja diària a la intensitat de durada T_c es fan servir fórmules empíriques i els mapes d'isomàximes. Sobre el mapa més recent d'isomàximes de P_d es dibuixa la conca de drenatge. A partir d'aquí, la conca es divideix en àrees delimitades per les isolínies de P_d i es fa una mitjana ponderada. El valor obtingut correspon al punt de l'estació meteorològica i s'ha de corregir per un coeficient K_A, (anomenat també coeficient de simultaneïtat i que no cal confondre amb l'esmentat en l'apartat anterior) que intenta contemplar que l'estació pot estar situada a diferents punts de la tempesta (centre, vores o a l'exterior):

$$K_A = 1 \text{ si la superfície de la conca (S) és inferior a } 1\text{km}^2 \text{ i}$$

$$K_A = 1 - \log S/15 \text{ si S és superior a } 1\text{km}^2 .$$

Aplicant aquest coeficient s'obté $P'_d = P_d \cdot K_A$

Una vegada es coneix P'_d i el temps de concentració T_c, per obtenir I es pot aplicar la fórmula (ACA, 2003):

$$I = \left(\frac{P'_d}{24} \right) \left(\frac{I_1}{I_d} \right) \frac{(28^{0.1} - T_c^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)}$$

On:

I = Intensitat de la precipitació (mm/h) corresponent a una pluja de durada D, igual al temps de concentració T_c de la conca, pel TR considerat

I₁ = Intensitat de la precipitació efectiva en 1 hora (mm/h), pel TR considerat,

I_d = Intensitat mitjana de la precipitació efectiva diària (mm/h), pel TR considerat (que no és exactament a I₂₄).

La relació I₁ / I_d es considera que és característica per cada zona i l'ACA (2003) li dona el valor de 11 d'acord amb el MOPU (1990).

Evidentment tots aquests passos són simplificacions de la realitat, necessaris per la manca de dades reals. A més a més, les dades i ajusts poden variar i varien amb l'adquisició de noves dades i noves estacions meteorològiques. Per això és molt aconsellable considerar els resultats orientatius i fer revisions periòdiques.

Conclusions sobre el mètode racional

El mètode racional és útil i molt utilitzat quan no es disposa de dades de cabals. Ara bé, necessita dades de pluja de qualitat, es a dir, estacions representatives de la conca, series llargues i fiables. A més, com que generalment no es disposa d'intensitats de precipitació reals (hi ha pocs pluviògrafs instal·lats), es basa en una sèrie de formules empíriques, simplificacions, càlculs estadístics i de probabilitat que tenen les seves limitacions i incerteses pròpies. En funció d'aquestes premisses els resultats poden ser molt ajustats o allunyats de la realitat.

La utilització del mètode racional a les conques d'estudi d'aquest treball tindria una fiabilitat molt limitada per diverses raons: a) per la inexistència d'estacions meteorològiques dins la conca (tal com s'explica a l'apartat corresponent), b) pel relleu accidentat de la zona que redueix la representativitat de les dades, especialment en el cas de les tempestes més fortes, que són les més localitzades i també les que generen les inundacions més greus, i c) per la curta durada de les sèries de les estacions més properes. Així, en cas d'utilitzar aquest mètode és necessari validar-lo i/o comparar-lo amb els resultats d'altres mètodes.

5.1.2.2.- Mètode àrea-velocitat (àrea de la secció transversal per la velocitat) (slope-area method) i equació de Manning

Aquest mètode que anomenem àrea-velocitat (es refereix a l'àrea de la secció transversal) es coneix internacionalment com "slope-area method". També es fa servir de forma més restringida "slope conveyance method" (com es veurà més endavant). És el més utilitzat entre tots els mètodes indirectes de mesura de cabals. Costa (2001) considera que WRD (Water Resources Division) de USGS ha realitzat milers de mesures indirectes de cabal a tot el país i que els 2/3 s'han fet amb aquest mètode. Permet estimar els cabals tant si hi ha aigua com si el riu o torrent està sec. Es fa servir molt en cursos amb corrents efímeres i també en episodis d'inundació on sovint les estacions d'aforament queden malmeses o superades o bé no es pot accedir a la zona en el moment dels fets.

El cabal es calcula considerant que el flux es uniforme a partir de les característiques del canal del perfil longitudinal de la superfície de l'aigua i el coeficient de rugositat o de fre, degut al fregament.

L'equació fonamental en la que es basa el mètode és:

$$Q = A \cdot v$$

On:

Q = cabal en m³/s

A = àrea de la secció transversal del canal en m²

v = velocitat mitjana del corrent en m/s

Aquest mètode, en la majoria dels casos, es fa servir quan no hi flux d'aigua o quan les condicions en les quals es fan les mesures no es corresponen amb els Q, nivells d'aigua i velocitats de l'episodi que es vol estimar. Per això, en general, es fa servir l'equació de Manning per obtenir el valor de la velocitat mitjana. Aquesta equació és:

$$v = S^{1/2} R^{2/3} / \eta$$

on:

v = velocitat mitjana del corrent en m/s

S = és el pendent de la superfície de l'aigua en m/m

R = radi hidràulic en m,

on $R = A / p$

A = àrea de la secció transversal del canal en m²

P = perímetre mullat en m

η = coeficient de rugositat de Manning adimensional.

En aquest apartat es recullen alguns dels requeriments més importants, així com les principals dificultats i/o febleses del mètode. El sistema pràctic es pot trobar fàcilment, com per exemple a les sèries de manuals de l'USGS, que estan disponibles online. Un dels bàsics, que l'USGS segueix recomanant, es el de Dalrymple i Benson (1968) sobre "Measurement of peak discharge by the slope-area method" i també un altre dels mateixos autors (Benson i Dalrymple, 1967) interessant pel tema del coeficient de rugositat .

Com a condicionants hi ha:

- a) que el flux sigui uniforme,
- b) que el tram de canal escollit sigui recte, amb totes les característiques constants (amplada, fondària, radi hidràulic), és a dir sense constriccions ni expansions,
- c) que la secció mesurada correspongui realment a la que va vehiculitzar el flux que es vol estimar, això vol dir que no hi ha hagut processos d'erosió o sedimentació que hagin modificat el canal,
- d) que es pugui reconstruir el perfil longitudinal de la superfície de l'aigua durant el pic de la crescuda de l'episodi, cosa que generalment es fa en base a traces de la crescuda (vegetació, plàstics, etc.),
- e) que les condicions del tram escollit és convenient que siguin similars a les d'aigües amunt i avall,
- f) que la llargada del tram sigui suficient com per minimitzar els possibles errors en la mesura del gradient o desnivell de la superfície de l'aigua. Per això es considera que la precisió del resultat augmenta amb la llargada del tram. També hi ha una sèrie de criteris que aconsellen unes relacions entre la llargada del tram i altres variables, com per exemple el valor del desnivell.

Com que a la natura és pràcticament impossible trobar condicions que acompleixin tots aquests requeriments, a manca d'una solució millor (com escriuen per exemple Dalrymple i Benson, op. cit.), s'assumeix que l'equació també és vàlida per fluxos no uniformes i que cal escollir el millor tram de riu possible, dintre dels disponibles en cada riu. Per això, hi ha un acord en primar la qualitat de les traces de nivell de la crescuda, cosa que es també pràcticament impossible en crescudes antigues. També es considera convenient que el llit sigui rocós ja que en principi són més estables, però, per altra banda són rars i, a més, generalment conserven pitjor les traces de crescuda. Pel que fa a la geometria de la secció es preferible que sigui trapezoïdal simple, però si això no és possible cal subdividir-la en parts homogènies. Per altra banda, com que també és difícil trobar canals d'amplada constant s'aconsella prioritzar la reducció davant de l'expansió.

A més de tots aquest condicionants i recomanacions hi ha un paràmetre fonamental en el mètode i és el coeficient de rugositat. Aquest pot fer variar de forma molt sensible els resultats. El coeficient de rugositat rarament es pot mesurar i normalment es fan estimacions en base a taules de valors. Existeixen nombroses taules per llits naturals o artificials, per zones muntanyoses o planeres i amb diferents tipus de materials o vegetació. Alguns valors s'han calibrat en trams de riu en que es disposava d'estacions d'aforament.

Aquest coeficient depèn de les característiques del material del llit, de les irregularitats de la secció transversal, del gruix de la làmina d'aigua o calat, de la vegetació. Aquests factors són relativament interdependents i s'han de valorar adequadament (Benson i Dalrymple, op. cit).

Hi ha un acord general en que és molt difícil seleccionar els valors adequats del coeficient de rugositat que responguin a la dinàmica del riu en base a les característiques del llit. Costa i Jarrett (2008) comenten que el coeficient de rugositat per si sol es la major font d'error de les estimacions i citen per exemple els treballs de McCuen i Knight (2006). Es considera que es requereix una gran experiència o la possibilitat de validar les estimacions del coeficient amb trams amb estacions d'aforament. Ara bé, això és molt poc usual, en especial en torrents de muntanya on precisament pel seu règim efímer o molt irregular no tenen estacions d'aforament. Per aquests motius s'aconsellen dues estratègies: primer valorar la sensibilitat o grau de dependència dels resultats en funció del coeficient i si els resultats són molt sensibles no donar un valor únic, sinó agafar un rang dels valors més probables del coeficient.

Els serveis de US Geological Survey són els que més han treballat amb aquest mètode. El 2008 van publicar un treball molt interessant (Costa i Jarret) sobre l'avaluació dels cabals de 30 inundacions extraordinàries, ocorregudes entre 1927 i 1978 als països, i les seves implicacions en

el progrés de la ciència de les inundacions. Aquest treball analitza la validesa dels cabals estimats dels quals en 21 casos es van estimar pel mètode slope-area. Després tracta les causes dels errors, les condicions recomanables per fer bones estimacions i la necessitat de mesurar/estimar inundacions extremes, per qualsevol mètode, ja que aquestes crescudes extraordinàries són les que permeten establir les corbes envoltants de cabals màxims. Per tant, en aquesta publicació tracta pràcticament tots els aspectes del mètode de slope-area i inclou referències útils. Un aspecte sotmès a discussió és el nombre de seccions necessàries per estimar el cabal que poden ser 1, 2, 3 o més. La recomanació és fer servir com a mínim 3 seccions. Costa (2001) escriu que el cost promig per estimar cada cabal es de 5.000 \$ i proposa abaratir els costos fent una sola secció i en contrapartida estimar el cabal de més rius. Quan es fa servir una sola secció és quan el mètode, habitualment, s'anomena "slope conveyance method" i s'argumenta que és menys precís. Per altra banda, consideren que hi ha llocs on és pràcticament impossible trobar trams de riu amb els requisits necessaris o que els trams són curts i es poden fer poques mesures, cosa molt freqüent en conques petites. La recomanació última és que el mètode s'ha d'adaptar als recursos, temps i característiques de la conca i que el millor és fer les estimacions el més aviat possible després de la crescuda, que és quan millor es poden reconèixer els indicadors de nivell d'aigua.

5.1.2.3.- Mètode paleohidràulic

És un mètode indirecte d'estimar els cabals. Un dels treballs més importants és el de Costa (1983) en el que l'objectiu fonamental és reconstruir inundacions històriques, en conques sense estacions d'aforament i especialment en les conques petites de forts pendents on les dades del flux són escasses o absents. Es basa fonamentalment en la mida dels blocs més grans transportats pel corrent. A partir de les mides obté les velocitats i el calat o profunditat/gruix de la làmina d'aigua. Els cabals es calculen a partir de seccions transversals ajustades en funció de les profunditats obtingudes a partir de la mida dels còdols. Així, permet calcular la velocitat, la profunditat i el cabal en seccions concretes de crescudes històriques.

És un mètode interessant i Costa (op. cit.) l'aplica, en el treball citat, en 9 conques sense estacions d'aforament, que han tingut una rierada catastròfica, amb la magnitud estimada pel mètode de slope/area. Obté uns resultats satisfactoris i en cas de divergències analitza les causes.

Com el mateix autor comenta hi ha una sèrie de requeriments, que no sempre es poden complir i unes simplificacions que en constitueixen unes limitacions importants. En aquest apartat només es farà una referència a aquests aspectes i a algunes causes de les divergències amb el mètode de slope/area, ja que el mètode en sí està explicat molt detalladament al treball de Costa (op.cit.) i també ho estan els aspectes crítics.

La premissa bàsica d'aquesta aproximació és que a la conca estiguin disponibles els blocs més grans que el corrent pugui transportar. Aquesta és la condició fonamental i en cas contrari els resultats que s'obtinguin estaran infradimensionats. La diferència entre els resultats obtinguts i la realitat serà més o menys gran segons la relació entre les mides dels blocs disponibles i la dels blocs que el corrent seria capaç de transportar. Per tant, quan s'utilitzi aquest mètode s'ha d'analitzar molt acuradament aquesta disponibilitat i pot ser molt interessant comparar les mides de blocs transportats en conques de característiques similars. Si a la conca només hi ha blocs petits, es pot aplicar el càlcul però els resultats s'hauran de considerar com valors mínims.

Referent als cabals, un altre requeriment important és que les seccions transversals del riu corresponguin a les del moment en que els blocs van ser transportats (a més d'altres condicions per ex.: tram recte, ni massa ample ni massa estret). Per tant, les seccions aconsellables corresponen a trams de roca resistent, on les modificacions són menors i on no hi hagi ni sedimentació ni erosió importants. Aquestes condicions no són massa freqüents i sovint es prenen seccions en llits mòbils, que poden desvirtuar els resultats. Per això aconsella seleccionar una secció transversal on es pugui estimar raonablement la posició del llit rocós subjacent.

Les diferències amb els resultats de mètode slope/area poden derivar, segons el mateix autor, dels valors assignats al coeficient de rugositat, de la sobreestimació de la secció de la secció transversal, basada en les marques d'aigua deixades abans de la fase erosiva del flux en el mètode slope/area. També es pot donar el cas en que la secció utilitzada sigui més petita que la real degut a la sedimentació post-crescudada (Fernandez-Lavado et al. 2007). Un altra divergència pot derivar dels efectes macroturbulents durant episodis de flux ràpid i profund.

A part dels requeriments bàsics hi ha la qüestió de les equacions empíriques a partir de les quals una vegada mesurats els blocs i establertes les seccions es calculen les velocitats, les fondàries i a partir d'aquí els cabals. Williams (1984) fa una revisió de les equacions utilitzades per obtenir diferents paràmetres fluvials (inclou les de Costa op. cit.), explica les causes de la utilització inadequada i dona una sèrie de recomanacions. Considera bàsic analitzar detingudament el context, les característiques, les tècniques, rangs, etc. per les quals s'han desenvolupat les equacions, ja que una de les causes més freqüents d'error és aplicar-les fora de les condicions requerides. Wilcock (2001) critica els mètodes que utilitzen només mostres del material per estimar el transport de fons i proposa un model alternatiu que utilitza una taxa de transport mesurada i real. Evidentment el mètode pot ser prometedor, però es inviàble per corrents efímeres o llits secs, on els únics proxys disponibles per estimar els cabals són el mostreig i les mesures de pendent, amplada, etc.

Els treballs de Costa (1983) són un referent del mètode paleohidràulic i recentment se n'ha fet ús en cons al·luvials del Salvador (Fernandez-Lavado et al. 2007) i del desert d'Atacama (Haug, 2009).

En el cas dels cons del desert d'Atacama l'objectiu final es estimar la freqüència d'activitat de 3 cons. Fa servir el mètode com punt de partida per estimar les velocitats i els cabals i posteriorment (per altres tècniques en base a dades de precipitació molt escasses) quins són els llindars de precipitació necessaris per activar el transport. No utilitza les fórmules finals proposades per Costa (op. cit.) sinó que fa la mitjana de les diferents fórmules intermèdies. Són resultats orientatius tant a nivell de velocitats i cabals, com de freqüència d'activitat, especialment per les dades de pluges (tal com comenta el mateix autor) i per les característiques dels cons i del mostreig. Segons els resultats obtinguts es considera que aquests cons, situats al desert d'Atacama, s'activen aproximadament cada any i que es mobilitza material de fins a 50cm. En qualsevol cas és una primera aproximació, que cal valorar amb prudència. Seria interessant poder contrastar aquest resultat amb testimonis a partir d'ara, ja que segurament no es disposa de dades històriques i continuar els estudis com suggereix l'autor.

El cas del Salvador se centra en l'elaboració de mapes de perillositat d'inundació a partir del mètode geomorfològic integrat, però, al mateix temps calcula els cabals punta per diferents mètodes (slope/area + Mannig, criteris geomorfològics) inclòs el paleohidràulic de Costa. Analitza i compara els resultats obtinguts i també els del mètode racional derivats del treball de Torrecilla et al. (2003). S'observen diferències significatives (varien entre 150 i 3000m³/s) i fan un apartat específic sobre les possibles fonts d'error i les limitacions dels mètodes. Pel que fa al paleohidràulic destaquen la necessitat de que els blocs utilitzats en els càlculs realment siguin, per una part, els més grans que el corrent podia transportar i, per altra, que hagin estat transportats en l'episodi que s'analitza.

5.2.- Aplicació dels mètodes de càlcul de cabals a la zona d'estudi

Tal com s'anirà veient a través de les informacions i dades recollides en els capítols de cada conca o en alguns generals, sovint no es donen les condicions que garanteixin la bona qualitat o la validesa dels cabals que es poden obtenir. És per això que en aquesta tesi no s'ha fet una estimació sistemàtica dels Q a totes les conques ni per tots els mètodes, sinó que es fa només per il·lustrar o corroborar alguna observació o problema.

En aquest apartat s'ha agafat una conca com un exemple per aplicar els diferents mètodes i veure els problemes i/o les limitacions del càlcul de cabals. La conca escollida és la de Colera. Els motius de selecció són diversos. Per una banda, en aquesta conca, com a totes les altres, no hi ha estacions d'aforament i per tant no es poden fer servir els mètodes directes a partir

dels Qmax anuals. Per altra, és una conca on hi ha resultats de càlculs de cabals fets i utilitzats per diferents empreses (ENINGEST, 1988; ABM, 2008). Aquests resultats, que com es veurà són molt diferents, els utilitzen per dissenyar estructures i en la modelització i cartografia de zones inundables. Finalment, un altre motiu és que a la conca hi ha un tram canalitzat amb plaques de formigó, que de partida dona unes condicions més estables i més senzilles (com per exemple la geometria de la secció) que els canals naturals.

Així, hi ha els càlculs que va fer ENINGEST (1988) per dissenyar la canalització construïda als darrers 1.200 m de la riera, des de la carretera N-260 fins al mar (veure detalls al capítol d'aquesta conca). Segons el projecte Q500=153 m³/s i en la valoració de la capacitat de la canalització, per un calat de 1,70 m donen un Q = 158.7 m³/s, és a dir superior al Q₅₀₀ i amb un marge de seguretat de 30 cm fins assolir la rasant del mur.

Els resultats de l'informe anomenat "Estudi hidràulic del tram final de la riera de Molinàs a Colera", realitzat el 2008 per ABM (Serveis d'Enginyeria i Consulting S.L.), són diferents dels anteriors, donant Q500 = 250,57 m³/s. Aquest cabal el calculen segons el mètode racional a partir de precipitacions regionalitzades del CEDEX (1999), d'on consideren que la precipitació màxima en 24 hores per un període de retorn de 500 anys és de 303 mm. Ara bé, aquest Q500 serà diferent segons el valor de precipitació que s'apliqui, que segons Casas (2005) pot arribar a tenir una variació de fins el 30%, i segons la funció de transformació per passar de Pmax en 24 h per TR 500 a la intensitat per una durada igual al temps de concentració (Tc) i el mateix TR500.

Deixant de banda aquestes darreres observacions, són evidents les diferències en els resultats de Q500 entre els dos informes i en funció d'ells per una banda canviarà la valoració de si una estructura és suficient o no i per altra l'àrea inundable serà més o menys extensa.

Una altra aproximació consisteix en obtenir el cabal en una secció determinada. S'ha escollit la el tram canalitzat, d'una amplada L = 12 m i un calat H = 1,70 m (que és el que serveix a ENINGEST per veure la capacitat de la canalització amb 30cm de marge de seguretat). Pel càlcul s'ha aplicat: a) les velocitats calculades a partir de l'equació de Manning amb diferents coeficients de rugositat, b) la velocitat (3,4 m/s) que es va mesurar directament el dia 13 d'octubre de 2010 després de l'episodi d'un pluges, i c) la velocitat (3,7 m/s) obtinguda a partir del mètode paleohidràulic (Costa, 1983) per fragments de 40 cm de diàmetre mig dels blocs més grossos dipositats dins la canalització.

Taula CM4.- Cabals al tram canalitzat de Colera segons diferents càlculs									
Escenaris al tram canalitzat (formigó)	L (m)	H (m)	A (m ²)	p (m)	R (m)	S m/m	η adim.	V (m/s)	Q (m ³ /s)
1) η mínim per formigó	12	1,7	20,4	15,4	1,325	0,011	0,012	10,5	215,1
2) η mitja per formigó	12	1,7	20,4	15,4	1,325	0,011	0,014	9	184,3
3) η deduït a partir Q estimat per ENIGEST	12	1,7	20,4	15,4	1,325	0,011	0,016	7,8	158,7
4) η màx. per formigó	12	1,7	20,4	15,4	1,325	0,011	0,018	7	143,4
5) η per fons cobert per acum. graves	12	1,7	20,4	15,4	1,325	0,011	0,05	2,5	51,6
6) segons velocitat mesurada per H=0.3m	12	1,7	20,4			0,011		3,4	69,4
7) segons velocitat paleohid. (Φ 40 cm)	12	1,7	20,4			0,011		3.3	67.32

Càlculs de cabals: a partir de l'equació de Manning (escenaris 1,2,3,4 i 5), a partir de velocitat mesurada (escenari 6) i estimada segons el mètode paleohidràulic (Costa, 1983)(escenari 7). L = amplada de la secció, H = calat, A = àrea de la secció, p = perímetre mullat, R = radi hidràulic, S = pendent, η = coeficient de rugositat, V = velocitat i Q = cabal.

En aquesta taula es pot veure clarament com en funció dels coeficients de rugositat aplicats varia la velocitat entre 10.5 m/s i 2.5 m/ i en conseqüència els Q varien entre 215 m³/s i 51.6m³/s. Els valors del coeficient de rugositat aplicats als escenaris 1, 2, 3 i 4 estan tots dins del rang de canalització revestida de formigó i llisa. A l'escenari 3 s'aplica el coeficient que s'ha deduït a partir del Q que ENINGEST dona com el que pot contenir la canalització amb un calat de 1.70m, a fi de situar-lo dins dels possibles coeficients.

L'escenari 5 correspon a una situació en la que el fons de la canalització estigués cobert per còdols de mides fins a uns 40 cm de diàmetre mig, tal com s'ha produït en diverses ocasions (per ex: 1993, 1997, 2005). Notis que, malgrat que es considera la mateixa secció (encara que l'acumulació de graves la reduiria), la velocitat i per tant el Q que podria passar en aquestes condicions són molt menors, cosa que facilitaria els desbordaments.

L'escenari 6 no és aplicable en aquest context, ja que la velocitat mesurada (3.4 m/s) correspon a un calat de 30 cm (13/10/2010) i evidentment no es pot aplicar per un calat de 1.70 m. Ara bé, si a partir de les condicions d'aquest dia es dedueix quin seria el coeficient de rugositat i després s'aplica al calat de 1.70 m la velocitat resultant seria de 9.5 m/s i el Q= 192.88 m³/s.

A l'escenari 7 s'ha aplicat la velocitat obtinguda a partir del mètode paleohidràulic de Costa (1983) a partir del diàmetre mig dels còdols més grans acumulats dins de la canalització en avingudes que van arribar i inclús superar el calat de 1.70 m (per ex. els episodis del 1993 i 1997). Aquest resultat posa clarament de manifest que aquest escenari dona resultats clarament subdimensionats. Això s'explica bàsicament per la limitació de les mides dels blocs disponibles a ser transportats. A les conques de la zona aquesta és una de les principals limitacions per aplicar aquest mètode, degut al predomini de substrats d'esquistos i pissarres amb diverses famílies de fractures.

5.3.- Consideracions generals sobre el càlcul de cabals

En aquest capítol s'han exposat les avantatges, les limitacions dels diferents mètodes i les consideracions sobre la validesa i fiabilitat dels càlculs i dels resultats. S'ha vist que d'acord amb nombrosos treballs els resultats no es poden considerar reals sinó més aviat orientatius.

Els mètodes d'estimació del cabals presenten un grau d'incertesa, tant els mètodes directes com els indirectes. Per això i tal com s'ha afirmat (Temez, 2003) són molt importants les dades històriques, que poden ajudar a validar els resultats obtinguts o inclús poden per si soles donar estimacions de períodes de retorn.

Per altra banda, com es comenta al principi d'aquest capítol, les conques petites amb rius pendents i de regim intermitent o efímer, no disposen d'estacions d'aforament. En conques amb respostes de tipus flash-flood i corrents efímers no es poden fer mesures directes, excepte en els rars moments de circulació Per tant, generalment els cabals es poden estimar per mètodes indirectes i el pendent, l'amplada, la rugositat i alçada són els principals proxy per estimar els cabals.

Segons aquestes conclusions i també perquè el Mètode Geomorfològic Integrat de identificació i cartografia de zones inundables no necessita de les dades de Q_{TR} per la seva realització, en aquest treball de les rieres del Cap de Creus no s'han calculat els Q_{max} ni els Q_{TR} de forma sistemàtica. Només s'ha fet en forma experimental o d'assaig, ja que es donen tots o pràcticament tots els factors limitants extrems de cada mètode, com per exemple:

- l'absència d'estacions d'aforament,
- la manca de pluviògrafs,
- la limitació de la representativitat dels pluviòmetres que estan situats fora de les conques, degut al relleu i que tenen sèries curtes,
- la manca de mapes de sols,
- l'esquistositat o fracturació les litologies que donen blocs molt menors dels que seria capaç de transportar els corrents
- etc.

La guia metodològica per a delimitació de zones inundables de França, dins dels PPR (Plan de Prevention de Risques d'inondation, Min. ATE et ETL, 1999) actua en la mateixa línia que en aquesta tesi. La zonificació es basa en la geomorfologia, la velocitat i/o el calat i la freqüència amb que s'inunden i funcionen les diferents unitats geomorfològiques.

Per tant, es pot considerar que conèixer dades de cabals vàlides i fiables és molt útil, però no imprescindible per zonificar la perillositat d'inundació. Tampoc és imprescindible per completar o validar les modelitzacions hidràuliques, ja que el més important i precisament un resultat del Mètode geomorfològic integrat és que dona els límits fins on arriba l'aigua. És a dir els models haurien d'ajustar els cabals als límits i no al revés. Finalment, referent al disseny d'estructures el més important és analitzar la dinàmica i la geometria dels llits fluvials i adequar-ne les mides; en qualsevol cas, si es calculen cabals cal comparar-los amb les mides dels llits o terrasses .

En cas de que sigui imprescindible disposar de dades de cabals i/o de cabals de diferents períodes de retorn, una manera de valorar la qualitat dels resultats és a partir de la comparació entre els obtinguts per diferents mètodes, però especialment, mitjançant una anàlisi crítica de les premisses o requisits involucrats en cada mètode i sempre que sigui possible integrant testimonis presencials o dades històriques.

El problema de la incertesa és molt important en quant a l'estimació dels cabals i dels seus períodes de retorn i, en conseqüència, de la zonificació de la perillositat d'inundació. Per tot això, el tema de la incertesa també es tracta en un apartat específic i es desenvolupen les aportacions d'aquesta tesi en la disminució de la incertesa i de la millora del mètode geomorfològic integrat, que és una de les bases del treball.

CAPÍTOL VI – DESCRIPCIÓ DE LES CONQUES ESTUDIADES

6.1.- Conca de la Riera de Portbou

6.1.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, desguàs

La vall de la riera de Portbou, és la més septentrional de l'àrea en estudi. Com totes les altres valls properes, s'orienta de W a E. Dintre d'aquest estudi, només limita, pel S, amb la conca de Colera o de Molinàs.

La totalitat de la conca queda en el terme municipal de Portbou, i té una superfície aproximada de 8 km². (Veure mapa topogràfic general de la conca). Els límits del terme són gairebé coincidents amb la conca, excepte alguns petits torrents costaners que van directament al mar, i més concretament excepte el rec del Pi que, en el present estudi, ha estat considerat una conca independent, amb el seu propi capítol.

Té una longitud de 5100 m en l'artèria principal, que neix al Coll de Tarabaus, formant un vano de torrents en circ que conflueixen en el sector on hi ha un pantà.

La capçalera està formada pels diferents torrents que conformen la conca i neixen als diversos turons i colls de la serra de l'Albera a cotes properes als 600 m de mitjana.

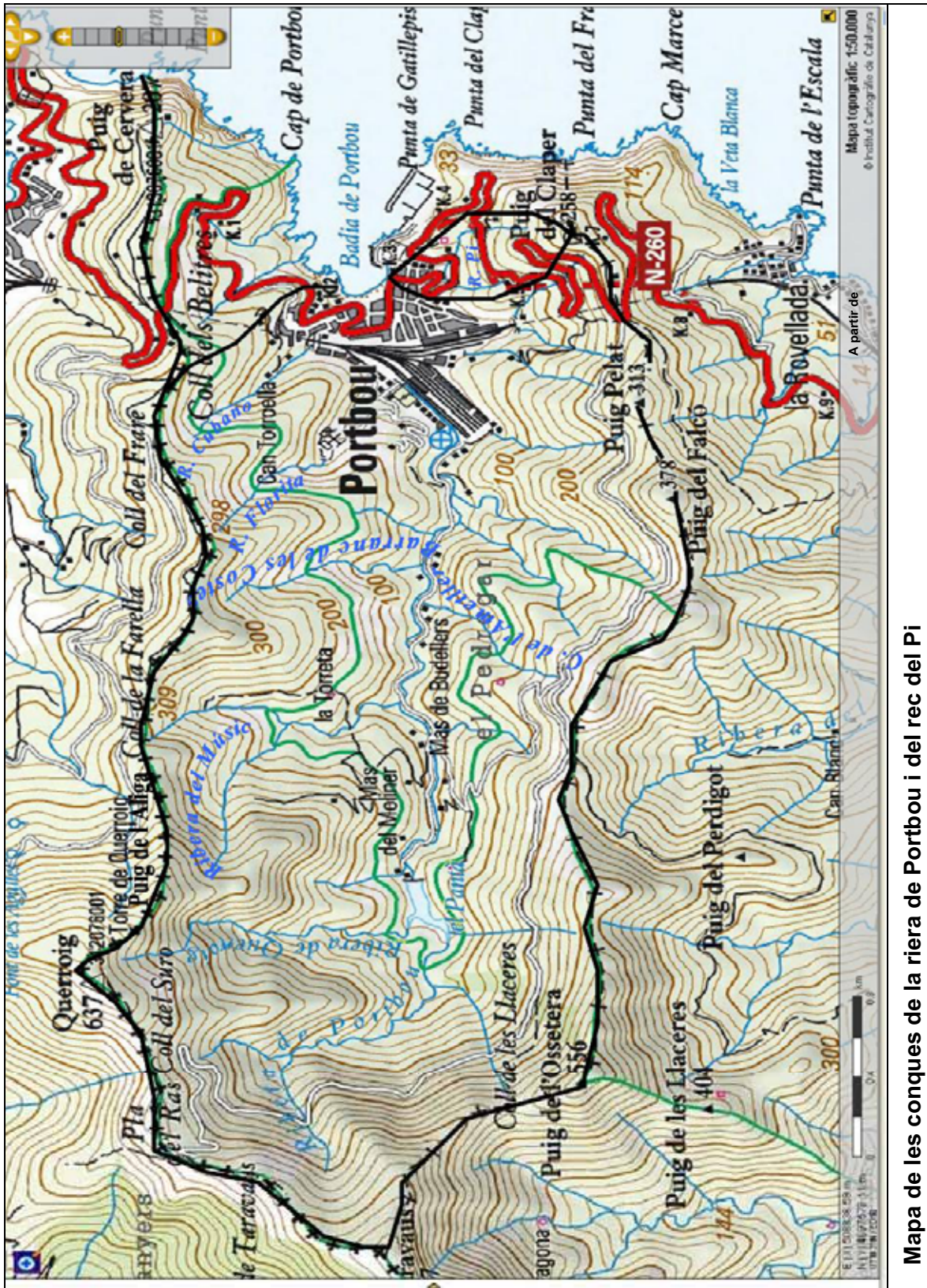
Després de trams canalitzats i de trams soterrats, arriba a la platja de Portbou, a l'inici del Passeig de la Sardana (passeig a ran de platja).



Foto P1.- Vista de la conca de la riera de Portbou des del Google earth



Foto P2.- Vista general de Portbou (Foto PMR, febrer 2009)



Mapa de les conques de la riera de Portbou i del rec del Pi

Veure també el mapa geomorfològic.

La vall constitueix un eix de comunicació important, amb un camí gairebé paral·lel a la traça del torrent, que en l'actualitat és una bona pista (amb llargs trams pavimentats) que uneix el pantà i la població, i creua aquesta fins a la mateixa platja. Altres camins o pistes uneixen o havien unit el nucli urbà amb els diversos antics masos, molts d'ells ara abandonats.

La riera de Portbou presenta tres trams ben diferenciats en la seva conca:

el **curs superior**, des de la capçalera fins el pantà, amb règim torrencial i forts pendents;
el **curs mitjà**, entre el pantà i l'estació depuradora, on es produeixen petits eixamplaments;
el **curs baix**, a partir de la depuradora, la riera ja està canalitzada, i també queda coberta en el tram per sota de l'estació i en el tram per sota de la Rambla de Catalunya.

1) El tram del **curs superior** o de capçalera és el constituït pels petits torrents, de pronunciat pendent i de fons ben encaixat en "V". Es tracta d'un sector limitat per un conjunt de cims i de colls, entre els que destaquen el coll de Tarabaus (623m), on neix l'artèria principal, i el coll del Suro, el pla de Ras, el coll de les Llaceres i el coll de les Guilles. De fet es tracta de dos ramals principals, formats per petits tributaris, que van a la cua del pantà, un a la dreta (pel sud) i l'altre a l'esquerra (pel nord).

En el sector sud predominen els torrents de direcció W-E (riba dreta). Quan els torrents ja es troben reunits, van a desguassar a la cua sud del pantà, a ran de la font del Ginebró.

Pel que fa a la riba esquerra, la vall principal és la *ribera de Quer roig* (636m), que de nord a sud baixa d'aquest cim i del puig de l'Àliga (521m); s'incorpora al pantà per la cua nord.

La direcció dels diferents torrents constitueix una mena de vano i resulta doncs molt diversa, amb tendència general a confluir al sector del pantà, és a dir que el pantà es va construir en un punt hidrològicament estratègic i adient.

2) El tram del **curs mig**, del pantà a la depuradora, rep primerament i per l'esquerra, el *rec del Música*, que neix també al puig de l'Àliga i al coll de la Farella, amb una direcció N-S i NW-SE. S'incorpora a la ribera principal poc més avall del mas de Budellers. A nivell de la incorporació de la *riera del Música*, és a dir a l'encreuament de la riera amb la corba de la cota 60, s'hi situa una antiga presa, popularment anomenada "la Toma", que és on la companyia del ferrocarril prenia l'aigua per al consum de les locomotores, i que alhora proporcionava aigua a la població per acord amb el municipi. És un punt on hi havia hagut un molí i on, encara ara, s'hi recullen aigües (**punt P1** sobre la cartografia) (foto P3).



Foto P3.- Aspecte característic de la part alta del tram mig, sense terrasses, concretament a l'àrea de "la Toma", (foto PMR, gener 2008)

També per l'esquerra hi ha el *barranc de les Costes*, que en la seva part inferior queda soterrat, recobert per un abocador de terres, la situació del qual queda recollida en la cartografia geomorfològica integrada.

Aquest tram resulta important des del punt de vista geomorfològic, ja que els eixamplaments i les esplanades de terrassa que la riera ha deixat al seu pas s'han transformat en petis horts, que han generat alguna edificació. Aquestes sovint s'han transformat en residència permanent, originant un barri marginal, per la seva posició respecte del nucli urbà i per la manca d'infraestructures, amb l'únic accés a través del camí a ran de la riera i pel túnel de sota l'estació.

Més avall, poc abans del pont sobre la riera construït recentment (març del 2005) i a la riba esquerra, hi queden tres cases molt senzilles situades sobre una lluna de terrassa i amb els horts a la part posterior, just al damunt de la riera; el desnivell d'uns 2,5 m era protegit per murs i esculleres que van quedar semi-derruïdes durant l'avinguda del 2005 (veure apartat

corresponent). Posteriorment alguna d'aquestes proteccions ha estat recomposta o reconstruïda, mentre que en alguna altra finca no.

En arribar a la recta de les quadres d'en Torroella, la riba esquerra queda directament al peu del vessant, mentre que a la dreta la plataforma de la terrassa T₁ ha estat aprofitada per a la implantació de les quadres i altres edificis de tipus industrial.

3) El tram del **curs inferior**, de la depuradora en avall, ja canalitzat i amb trams soterrats, creua primer un sector rectilini més industrial i ramader, ben canalitzat, al final del qual s'hi incorpora per l'esquerra el *rec de la Florica*, que passa per les vinyes del Mas Germen, pel propi mas i a ran del camp de futbol.

Posteriorment entra sota l'estació i finalment creua el centre actual del nucli urbà, en una longitud relativament curta: uns 250 m.

Les ribes del soterrament, a totes dues bandes, són la plana de la terrassa T₁.

El *rec d'en Coll*, de direcció sud a nord, va a parar a l'angle de "Y" invertida de l'estació, on es canalitza a la riera; antigament, abans del ferrocarril, passava a ran del mercat fins a la riera. Ja passada l'estació, per la riba esquerra arriba el *rec del Cubano*, que en el darrer tram gairebé coincideix amb la carretera que puja a l'antiga duana, i s'incorpora a la riera just a l'inici del tram soterrat de la Rambla de Catalunya (Foto P4). Per la dreta li arriba el *rec de la Figuera* o del *Pla de la Mata*, que circula per sobre dels carrers de F. Marés i de l'Alcalde M. Cabré fins abocar a la riera, ja ben a prop de la platja.



Foto P4.- Vista del tram inferior de la riera, amb la boca d'entrada del tram soterrat sobre el que s'ha construït la Rambla de Catalunya, (foto PMR, 14 d'abril de 2009)

En el sector inferior hi ha també el *rec del Pi*, que ja desguassa directament a la platja i a pocs metres, i que per tant ha estat considerat com una conca independent. (Veure el capítol corresponent).

6.1.2.- Característiques del substrat.

La geologia de la conca resulta d'un substrat relativament homogeni com a tota la zona de les Alberes.



Foto P5.- Llera de la riera directament sobre la roca. (foto PMR març 2008)

La roca del substrat, queda constituïda per esquists i pissarres afectats d'un important metamorfisme i foliació per pissarrostat, falles i petites fractures i també amb intercalacions silíciques de feldspats i quarsos blancs.

Aquest substrat queda netament visible en la totalitat dels vessants de la conca, excepte en enclaus amb recobriment recent de terres (terra vegetal, col·luvions, abocadors, tarteres, etc.), per clapes de vegetació, o per les aigües del pantà. A la llera el substrat queda visible en gairebé tota l'àrea de capçalera, fins al pantà. Més avall, en trams que ja hi ha terrassa T₀, el substrat només aflora en sectors aïllats, especialment en punts on el la roca resulta més resistent a l'erosió (foto P5).

6.1.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

6.1.3.1.- Les terrasses

Com a sediments quaternaris s'ha de ressaltar els al·luvions dels torrents, que es disposen en dues terrasses. També hi ha alguns enclaus dispersos d'acumulacions de peu de mont, escassos en aquesta conca, i també alguns col·luvions molt localitzats i poc desenvolupats.

En aquesta conca les terrasses comencen a nivell de la cota 65, en el sector on, per l'esquerra, s'incorpora la ribera del Músic, al costat del **punt P1**. És aquí on es pot començar a considerar que hi ha terrassa T_0 , ja que fins aquí la llera queda essencialment sobre la roca directament.

En les corbes més pronunciades de la traça comencen a diferenciar-se plans en forma de mitja lluna corresponents a la terrassa més antiga i elevada: la T_1 , que presenten un desnivell al respecte de la llera actual de l'ordre dels 1,5 a 2,2 m.

Poc per sobre de Casa Laporta, a la riba dreta ja apareix un tram de terrassa bastant llarg, que es perllonga més avall d'allà on hi ha la casa amb altres construccions de 2^a residència i conreus. A la riba esquerra, en les corbes de can Nouviles, les llunes resulten més curtes però més amples, afavorides per la curvatura de la traça. A la riba dreta, ja a sota de Vila Antònia, hi ha diverses cases i horts, situades molt a ran de la llera, i un parell unides al camí per petites passeres (foto P6); són cases exposades a les aigües del torrent; en alguna ocasió, en 1987 i en d'altres no situades en el temps, les aigües han passat per sobre del camí del pantà i de les passeres. (foto P7). Aquí el desnivell entre les dues terrasses va entre 2,50 i 3,00 m. (foto P8)



Foto P6.- Les dues passeres de sota de Vil·la Antònia, vistes aigües avall. (foto PMR, novembre 2008) (ample: 8,40m, alt: 1,80m)



Foto P7.- Obturació de brossa en la primera passera de Vil·la Antònia, que fa desbordar l'aigua al camí situat a l'esquerra (Foto M. Roman, 8A, octubre 1987)



Foto P8.- Terrasses: actual (T_0) i superior (T_1). (foto PMR, març 2008)



Foto P9.- Aspecte dels materials de la terrassa T_1 , amb predomini dels còdols de 15 a 20 cm. (foto PMR, març 2008)

Els elements que constitueixen les terrasses són semblants, ja que procedeixen de la mateixa àrea font i el substrat de tota la conca resulta homogeni. Aquesta naturalesa esquistosa els proporciona una forma majoritàriament aplanada, amb una dimensió sensiblement inferior a les altres dues, fet que ajuda a que es puguin distribuir imbricadament (foto P9). La longitud màxima predominant en els còdols és de 15-20 cm en les dues terrasses.

Els de la terrassa inferior o actual, la T_0 , en superfície semblen més "nets", sense gaire matriu fina, a causa del rentat de les aigües en períodes de pluja poc importants. Tot i això, la vegetació hi arrela bastant bé (fotos P10 i P11).



Foto P10.- Terrassa actual T_0 i aflorament rocós del substrat. (foto PMR, març 2008)



Foto P11.- Terrassa actual T_0 , amb algunes zones colonitzades per la vegetació, uns 100 m aigües amunt de la depuradora. (foto PMR, març 2008)

Els elements que componen la terrassa superior T_1 , són de la mateixa naturalesa esquistosa, però amb un contingut de graveta i de sorra més elevat, és a dir amb una granulometria més gradada. (foto P12).



Foto P12.- Detall de la terrassa T_1 , d'un gruix visible de 1.60 m.(foto PMR, març 2008)

6.1.3.2.- Terres d'aportació o de rebliment antròpic

En els sectors intermig i baix prenen una significativa rellevància els materials d'aportació antròpica, ja que aquí la superfície de terrenys d'aportació no es limita només a la doble línia del ferrocarril, sinó que es centra en una molt ampla plataforma d'estació d'intercanvi internacional ferroviari de passatgers i de mercaderies.

Com es pot observar clarament diferenciat en la cartografia geomorfològica integrada, la superfície de terres d'aportació constitueixen una extensa taca en forma de "Y" invertida (amb el peu al nord), que constitueix una plataforma situada al voltant de la cota 28 sobre el mar. Presenta, doncs, un gruix considerable en determinats sectors (uns 22 m), mentre que en d'altres les aportacions s'ajeuuen suaument sobre els vessants de les muntanyes laterals de la vall principal. Gran part dels materials que constitueixen aquestes macro-aportacions pissarroses provenen de la perforació dels túnels immediats de la mateixa línia ferroviària. En trobar-se alineats perpendicularment a les valls, els terraplens han de mantenir oberta una línia de sortida de les aigües cap al mar, mitjançant múltiples i fins i tot importants túnels. La superfície d'aquesta esplanada ha anat creixent amb el temps, per tal de poder fer créixer també el trànsit de mercaderies. L'esplanada inicial (posteriorment ampliada) tenia 90.000m², amb 10 km de vies.

Hi ha també un abocador de terres, majoritàriament fragments de pissarres, procedents de l'excavació dels túnels de la modificació de la carretera a Colera. Es situa a la vall del barranc de les Costes, entre el mas del mateix nom i la riera principal; es troba ja clausurat i la superfície ha quedat formant replans horitzontals separats per talussos d'uns 50-60° de pendent (fotos P13 i P14). Poc més amunt d'aquesta zona, en una corba del traç del torrent principal i del camí, a la riba esquerra, hi ha un pla de terrassa T₁ també recobert de runa dels túnels, d'un gruix estimat de 50 a 80 cm.



Foto P13.- Vista de l'abocador amb els replans superficials; a la dreta Can Nouviles (foto PMR).



Foto P14.- Detall de la part central de l'abocador, amb la successió de plans separats per talussos de 50 a 60°. (foto PMR, març 2008)

6.1.3.3.- Altres

A la part alta de la conca hi ha tarteres que es troben molt allunyades de la llera, en la zona elevada dels vessants, i per tant no han de tenir incidència directa sobre la dinàmica hídrica de la vall. No s'han inclòs a la cartografia.

6.1.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació resulta equivalent a la de tota la zona (foto P15). Els vessants de la part alta de la conca queden poblats essencialment per matolls, encara que hi destaquen alguns boscos de pins i pins aïllats; també alguns altres arbres dispersos, com ara alzines. Els boscos ocupen essencialment els vessants d'obaga. A les solanes hi abunden les figueres de moro.

Només mereix una diferenciació la vegetació existent al voltant del mas Budellers, que pel caràcter “indià” dels propietaris de fa uns anys, es va plantar vegetació més exòtica, amb palmeres i altres arbres no característics del sector i constitueixen una mena d'oasi, una taca que es diferencia en el paisatge.

En la base de la presa, els arbres de ribera són de gran talla, indicant la menor incidència de les aigües destructores dels moments de crescuda. (foto P16)



Foto P15.- Panoràmica de la vegetació característica de la conca. (Foto PMR, març 2008)



Foto P16.- Arbres a la llera al peu de la paret del pantà, que indiquen l'efecte de control de la presa sobre les crescudes (Foto PMR, maig 2009)

Pel que fa als usos del sòl, el municipi de Portbou, a part dels grans canvis que va constituir la construcció de la línia del ferrocarril i de l'estació internacional (a principis del segle XX), ha estat un dels termes menys canviants de tota la Costa Brava Nord o de les Alberes Marítimes.

S'ha comparat la fotografia aèria del vol americà de l'any 1956, la del vol del “Instituto Geogáfico Nacional” (IGN) de l'any 1973 i els ortofotomapes de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) del 2007.

En el primer període, de 17 anys, les diferències es centren en la construcció d'habitatges a la part superior dels vessants dels dos costats de la platja, que representen un percentatge inapreciable al respecte de a totalitat de la superfície de la conca. També es va ampliar la plataforma de l'estació cap al costat NW.

Per les infraestructures, únicament ha variat per la construcció del pantà i del port esportiu. En els darrers anys ha estat modificada la carretera entre Llançà i Portbou, amb la construcció de trams de túnel en el sector obac de la conca de Portbou, amb canvis importants de la circulació de les aigües per les vies habituals fins el moment (cunetes i túnels), i que podrien ser una de les causes dels efectes de les pluges del 2006 en el sector de la conca alta del rec del Pi (veure el capítol corresponent a aquesta conca).

Un altre punt de modificació en l'ús del sòl per creixement urbanístic, encara que més reduït, ha estat la zona entre les cases de Vila Antònia i el camp de futbol, incloent-hi la depuradora (punts P4, P5 i P6). Es tracta de franges molt properes a la riera, que ocupen la superfície planera de la terrassa T1, i que per tant es situen en una zona de perill d'inundació. En aquesta mateixa franja, en els documents de l'any 1956 es diferencien un conjunt de conreus a la vora

del riu, alguns dels quals, l'any 1973, ja són camps abandonats en procés de transformació natural en massa forestal, encara que es mantenen la majoria dels horts de regadiu. Pel què fa a les petites feixes amb vinyes que s'enfilen pels vessants, l'any 1973 seguien en funcionament tot i que amb un nombre lleugerament reduït. En l'actualitat, la tendència de la pagesia és d'anar reduint l'agricultura de secà pels petits horts de tipus familiar, però amb una certa tendència també a l'ampliació, altra vegada, de la superfície dedicada a l'agricultura vitivinícola. Per altra banda, també s'observa una certa reducció de l'arbreda, que cedeix pas als matolls, fet que s'ha d'atribuir a la freqüència dels incendis "forestals".

Un canvi per al funcionament hídric de la conca va ser la construcció del pantà. Va ser dissenyat per a l'abastament urbà i les necessitats dels ferrocarrils de vapor i no per al regadiu. La construcció del pantà, ja apareix a la fotografia aèria del 1973, encara que no s'inaugurà fins al 1974.

La construcció del port esportiu, ubicat lluny de la riera, ja a la costa rocosa, significa un canvi estructural que no ha d'afectar la dinàmica hídrica de la conca. (veure'n la descripció i comentaris en el capítol 7 d'aquesta conca).

6.1.5.- Ocupació humana i població

La riera creua el nucli urbà de Portbou ben bé pel centre, des de la sortida del túnel a sota l'estació fins a la mateixa platja. La foto P17 es una vista del nucli urbà al segle XIX amb la riera al centre. La foto P4 també és del centre urbà però després de soterrament de la riera, i correspon a l'inici de la Rambla.



Foto P17.- Curs de la riera que creua longitudinalment el nucli, vist abans de cobrir, des de la plataforma de l'estació; el pont de primer terme és l'actual embocadura del soterrament. (foto segle XIX, J. Gubert, 1990).

A més a més passa a ran de cases aïllades i de les del barri de Vila Antònia (fotos P6 i P7), així com de les naus existents sobre la terrassa T₁ que es situen a ran, tant a la riba dreta com a l'esquerra i de fins a l'entrada del túnel sota l'estació; d'aquestes instal·lacions, algunes són antigues i d'altres recents. Entre aquestes destaca la depuradora (EDAR), situada a la corba en angle recte, just al W de l'estació.

La distribució de les terrasses estretes al llarg de les ribes és una característica que ha d'haver incidit en la relativament escassa població implantada a les ribes, així com el caràcter temporal de les edificacions, moltes d'elles industrials o ramaderes.

De fet, la població ocupa de manera més intensiva del sector entre la línia del ferrocarril i la costa. Bona part del nucli urbà queda en els vessants de la conca de Portbou i de la del Pi, que és per on va creixent la població en els darrers anys. Hi ha però una altra part que s'ubica als voltants de la riera, en el sector més planer de les dues ribes de la mateixa riera. La transformació d'aquest sector més proper a la riera en àrea urbana és una circumstància relativament recent, de poc abans de la construcció de la línia de ferrocarril.



Foto P18.- Nucli urbà de Portbou, amb la platja i la riera, als 1890, (foto extreta del llibre de J. Gubert)

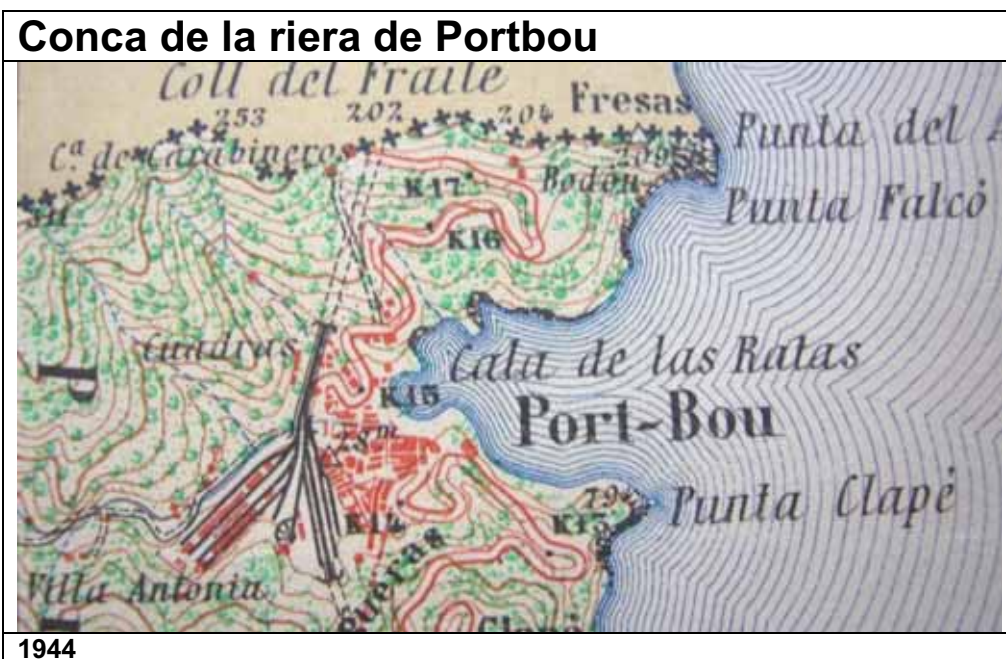
A les fotos P18 i P19 es veu que les edificacions són pràcticament les mateixes des de l'any 1890 i només es veuen les modificacions al Passeig, on també s'ha ocupat la part baixa en temps relativament recents, de finals del segle XIX.

Un aspecte important és el canvi en l'ocupació comercial de les plantes baixes dels edificis de la rambla posteriorment a la canalització soterrada de la riera. Això es degut a la falsa confiança de la població derivada de l'endegament soterrat; anteriorment els baixos eren utilitzats de manera més marginal (fotos P17, P18 i P19; veure també foto P4).

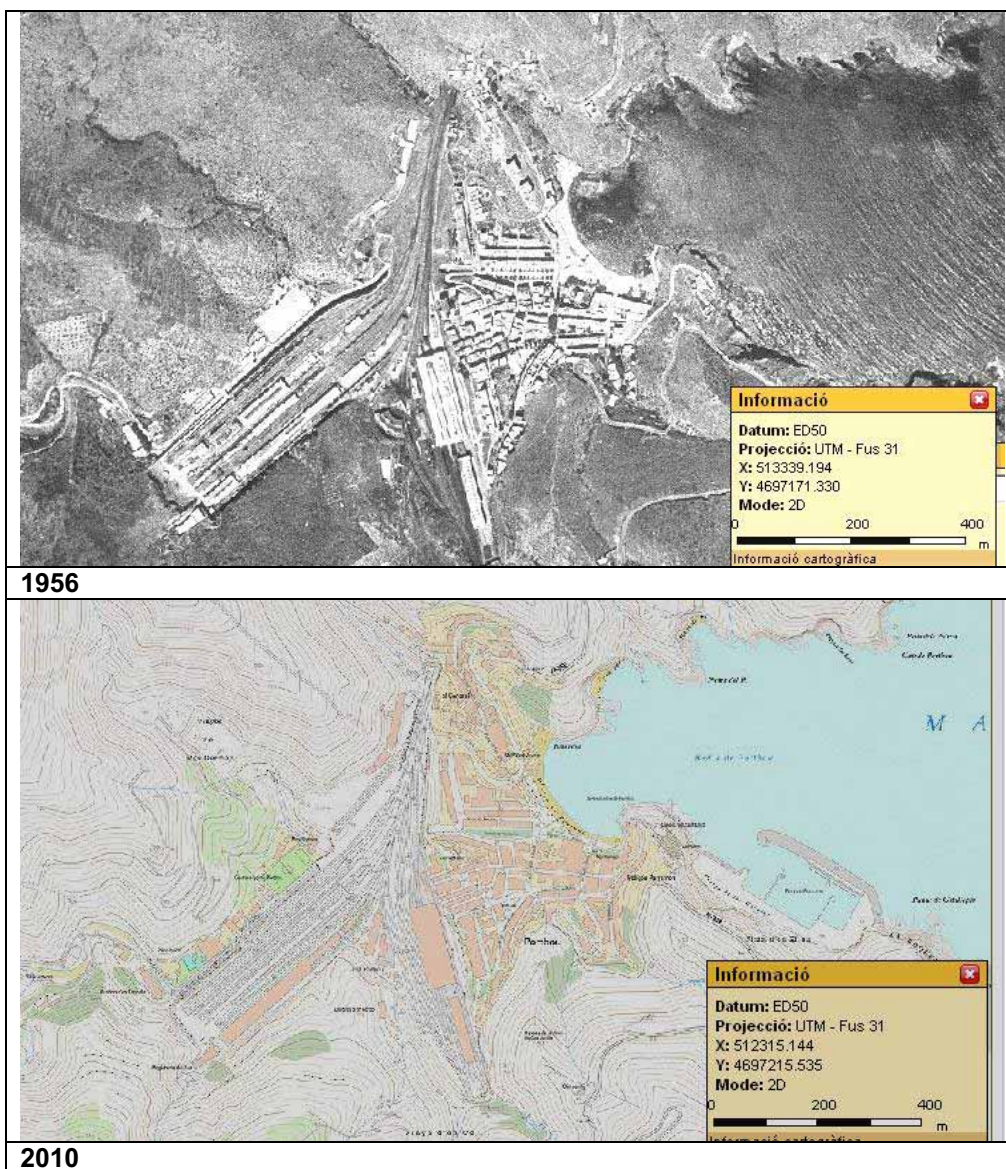


Foto P19.- Dues fotos de la platja i de la riera, dels anys 40 i ja canalitzada del 2004; 64 anys les separen. Les edificacions són similars, i la principal diferència és el passeig (tarja postal comercial).

L'evolució o creixement urbanístic de Portbou es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)



1944



Pel que fa a la població de Portbou, una part molt important de l'àrea edificada de Portbou queda en sectors topogràficament en pendent, que corresponen als vessants de les ribes de les rieres, que es situen en cotes més elevades que la superfície de les terrasses i conseqüentment no estan exposades al perill d'inundació (veure mapa de perillositat). L'altra part del nucli urbà de Portbou que queda situada sobre la terrassa T1, és a dir en sector inundable, ja sigui per part de la riera de Portbou o del rec del Pi, constitueix una extensió relativament petita però que coincideix amb el centre comercial actual, amb la part més planera, justament centrada en la "Rambla" i en el "Passeig" marítim.

Les conques de la riera de Portbou i la del Pi són hídricament independents i en aquest treball es tracten separatament de cara a la inundabilitat, però a nivell administratiu i per tant de les dades de població són una sola entitat. Segons l'IDESCAT les dades de població comencen el 1887 (dos anys després de la crema dels arxius de Colera, és a dir que la incorporació de Colera a Portbou no té incidències en aquestes dades). Dona xifres de 2581 a 3970 habitants entre l'any 1887 i el 1936, arribant al màxim el 1930.

És de remarcar que els ajuntaments de Portbou i de Colera, que havien sigut un de sol, es varen tornar a segregar el 2 de juliol del 1934, i les dades de població a partir d'aquesta data parteixen de nous paràmetres.

Des de l'any 1940 fins el 1986 la població estava per sobre dels 2000 habitants (mínim 2027 i màxim 2388). L'any 1991 la xifra és de 1908 habitants. Les dades del 1998 indiquen una marcada disminució amb només 1590 habitants. Aquesta tendència a la baixa continua fins l'any 2008 amb només 1325 habitants i el 2009 es registre un petit increment de 16 persones. Com que no hi ha dades de població estacional del municipi (Portbou no té ni urbanitzacions ni instal·lacions turístiques), es fa una estimació a partir dels habitatges.

Segons l'IDESCAT, el nombre d'habitatges secundaris (ocupació estacional) marca un creixement des de l'any 1960 i passa de 61 a 252 l'any 2001. Els habitatges principals (població estable) han tingut molt poca variació, amb descens des del 1981 (any del màxim amb 756). A partir dels habitatges secundaris (cens del 2001 dona 596 habitatges) es pot estimar que la població estacional el 2001 és de l'ordre d'uns 750 habitants (es consideren 3 habitants per habitatge). Si els habitatges vacants fossin tots ocupats (44 el 2001) la xifra podria augmentar amb uns 130 habitants.

La taula següent, elaborada amb dades de l'IDESCAT, recull les dades d'habitatges segons tipologia i permet tenir una idea del creixement del municipi des de l'any 1960 (primer any amb aquesta informació).

Cens Portbou	convencionals/principals*	Secundaris	Vacants **	Altres***	Total
2001	596	252	44	33	925
1991	703	246	199	-	1156
1981	756	93	233	-	1078
1970	740	82	11	86	919
1960	696	61	-	-	757

* El 2001 diu Convencionals i el altres anys principals

** Vacant = deshabitat en el moment de presa de dades

*** Altres = no classificats

6.1.6- Característiques hidrològiques de la conca.

La conca de Portbou presenta unes característiques hídriques marcades essencialment per l'estretor de la vall, gairebé fins a la mateixa platja.

No hi ha estacions d'aforament ni d'altres dades de cabals. Respecte a les precipitacions, el Sr. Marian Roman, veí de la vila, fotògraf aficionat i meteoròleg també aficionat (quan era jove), diu que quan plou molt la pluja no es pot mesurar, que el pluviòmetre queda ple o inservible. En resum no hi ha dades dels moments importants, ni oficials ni oficioses; alguna vegada n'hi ha d'aproximades o estimades fins l'any 1998, que es va instal·lar l'estació meteorològica al cim del Puig del Claper, al SE del nucli urbà i proper al port esportiu de Portbou.

La resposta de la conca era ràpida, amb crescudes sobtades fins a la construcció del pantà que indirectament les mitiga, ja que no va ser construït amb aquest objectiu.

La part de la conca que queda per damunt de la presa o pantà, amb 2,6 km², representa un 34% de la totalitat de la seva superfície, de 7,6 km².

Entre els dies 8 i el 13 d'octubre de 2010 es va produir un episodi de pluges a la regió. Va assolir el màxim a l'estació meteorològica de Portbou, arribant als 109 mm el dia 11. Aquest aiguat no va produir desbordaments, però sí que va fer circular totes les rieres de la regió, entre elles la de Portbou.

El 13 d'octubre es va fer un reconeixement sobre el terreny i la riera encara portava aigua. Aquesta circumstància es va aprofitar i es va considerar interessant per fer una sèrie de mesures i obtenir dades reals de velocitat i cabal, encara que es tractés de dades molt puntuals. Així, el dia 13 es va mesurar la secció, l'alçada de l'aigua i la velocitat del corrent en el tram canalitzat, entre la sortida del túnel de l'estació i la boca d'entrada al soterrament. La

velocitat era de 4m/s. El gruix de la làmina d'aigua era de 10 cm, l'amplada de la secció 8.20m. Per tant, el cabal al matí del dia 13 era d'uns 3.3m³/s.

Partint d'aquesta velocitat hem fet una sèrie de càlculs i estimacions. Per exemple, es calcula el cabal necessari per omplir la canalització, sense arribar a desbordar. El límit superior del muret de la canalització, té 2 m d'alçada. Si s'utilitza la velocitat del dia 13 (encara que amb més gruix de làmina d'aigua la velocitat seria més gran) el cabal necessari per arribar al límit, en aquest mateix sector seria d'uns 66 m³/s. Si es calcula la velocitat per l'equació de Manning per la mateixa secció i el mateix gruix de làmina d'aigua i un pendent de 0.017m/m, la velocitat i per tant també el cabal variarà segons el coeficient de rugositat que s'apliqui. Si s'utilitzen un rang rugositat aplicable als canals amb formigó llis, la velocitat seria de 7.9 m/s (coef. 0.02) i 11 m/s (coef. 0.014) i els cabals serien respectivament 130 i 186 m³/s.

Malgrat les diferències de cabal que es poden obtenir per diferents mètodes, és evident que comparant aquesta secció amb l'entrada al tram soterrat aquesta és molt menor, per tant insuficient i causa de desbordament encara que no s'obturi.

6.1.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica.

Es poden diferenciar una sèrie d'estructures que poden interferir, i de fet interfereixen, la dinàmica hídrica de la riera de Portbou. A continuació es descriuen les més importants i es valora la seva incidència.

6.1.7.1.- El pantà.

La primera i més important estructura antròpica és la presa o pantà. Aquest embassament es situa al voltant de la cota 130. Era de titularitat municipal i es va traspasar a l'ACA. Té una capacitat de només 1 Hm³ d'aigua. Quan el pantà és ple, té una amplada de 60 m i una llargada de 220 m (sense comptar les dues "cues" laterals). (fotos P20, P21, P22 i P23). L'alçada de paret és de 27,5 m i la longitud de la corona de 87,2 m.

Segons fonts municipals, el pantà fou construït entre l'any 1973 i l'any 1975 i es troba en mal estat a causa de la fissuració de la paret; segons les mateixes fonts, sembla que s'escapen uns 10.000 litres diaris d'aigua (fotos P24). Enginyers de l'Agència Catalana de l'Aigua controlen periòdicament l'estat de les esquerdes, que es situen a la pròpia paret de la presa, tant en disposició vertical com també horitzontal. Es tracta essencialment de problemes de mal segellat de les juntes de formigonat, possiblement del moment de la seva construcció. Hi ha hagut diversos intents de projectar millores en l'estat de la paret de la presa, però la manca de pressupost ha fet que es mantingui en l'estat actual. A primers del 2010 s'inicien treballs de reparació.



Foto P20.- Vista general del pantà ple, amb el mur al fons (foto PMR, maig 2009)



Foto P21.- Pantà en construcció, el 1967, (foto d'autor desconegut, obtinguda al Google map)



Foto P22.- Cara interior de la paret de la presa, al nivell d'aigua baix. (Foto PMR, març 2008)

Foto P23.- Pantà ple (Foto PMR, maig 2009)



Foto P24.- Pantà, ple i vessant per les juntes (foto Marques, 20 de març de 2009)

Encara que la finalitat inicial de la seva construcció va ser el subministrament d'aigua a la població i al ferrocarril, com que els ferrocarrils ja no necessiten aigua per a les locomotores, actualment el subministre d'aigua queda limitat a l'abastiment de la població.

Una altra de les funcions actuals de la presa és fer d'estructura de retenció i de regulació dels cabals de la riera. Aquest paper regulador tindrà una efectivitat reduïda a causa de la seva petita dimensió, i dependrà en gran manera de la intervenció humana en el desguàs preventiu abans de previsible pluges, és a dir del volum d'aigua ja existent en el moment de la tempesta.

Es nota que de la presa en avall, la vegetació és relativament gran, amb arbres alts que indiquen un cert control de la magnitud de les rierades (veure foto P16).

Segons el Sr. Novés, que coneix el territori des de l'interior de l'Ajuntament (regidor i excalcalde), des de la construcció del pantà les rierades han sigut menys brusques i destructives, considerant de manera específica, que l'aiguat del 1987 hauria resultat "encara molt pitjor". L'argument és que les aigües varen ser poc agressives des de la presa fins al mas Budellers, és a dir que el principal volum d'aigua que va afectar el nucli de Portbou era procedent del rec del Músic, que s'incorpora més avall i a partir del qual els efectes de la rierada varen ser més notables. Cal remarcar que, segons la mateixa font d'informació, la presa va omplir-se totalment i va desbordar pel damunt de la paret, és a dir que no va ser capaç de contenir la totalitat de l'aigua rebuda procedent de la capçalera.

Com a modificació antròpica recent cal remarcar també la carretera de Colera a Portbou, que ha perforat uns túnels que modifiquen la circulació superficial de les aigües, especialment les que corresponen a la capçalera del rec del Pi. (veure el capítol referent a aquesta conca).

6.1.7.2.- Acumulacions de terres de rebliment

Com a altres elements antròpics que tenen o poden tenir alguna altra repercussió en el funcionament hidric de la llera hi ha també les acumulacions de terres de rebliment:

a) les del ferrocarril (vies i plataforma de l'extensa estació internacional), que per la banda NW el talús queda contingut per potents murs que al mateix temps protegeixen de l'erosió, mentre que pel costat de la població el desnivell queda constituït per talussos de pendent propera als 40 °. En conseqüència, no són de preveure problemes d'estabilitat relacionades amb la riera.

b) l'abocador de terres procedents de l'excavació de túnels i d'altres moviments de terres efectuats per les proximitats. La situació dels rebliments i les característiques de les acumulacions de terres ja han estat descrites anteriorment (apartat 3). La incidència d'aquests terraplens podria aparèixer si les terres es desestabilitzessin i s'esllavissessin ocupant la llera en un moment de crescuda, podent produir una retenció del corrent, aigües amunt.

6.1.7.3.- Canalitzacions i estructures laterals

La canalització de la llera resulta també una intervenció antròpica en el funcionament de la riera. Comença a nivell de l'estació depuradora, poc abans de l'angle recte a l'esquerra que la traça de la riera descriu en arribar als límits de l'estació pel costat de ponent.



Foto P25.- Tram recte de la canalització de la riera vist aigües avall; a l'esquerra la terrassa ocupada per la depuradora i protegida per escullera i a la dreta el mur d'obra de l'estació. Amplada: 7,50m. (foto PMR, març 2008)

Just abans d'aquest inici s'hi troba un mur transversal de formigó al que s'atribueix una funció de "decantació", com a mínim parcial, de la càrrega sòlida que arrossegui l'aigua. La canalització presenta el fons constituït per una llosa de formigó.

Lateralment a la zona de la depuradora, té a la riba dreta un muret també d'obra, i a l'esquerra diverses tipologies de protecció (mur de formigó, d'escullera i de pedra seca). Tota la resta, fins a l'entrada del túnel sota de les vies del tren, la canalització té muret de les vies del tren, la canalització té muret d'obra a banda i banda, amb alçades molt variables, des dels 15 m al davant la depuradora fins als 2,60 m a la sortida del túnel sota de l'estació (foto P25). L'amplada d'aquest tram de canalització és de 7,50 m.

El túnel sota l'estació és ample i alt com es pot veure a les fotos P26 i P27 que són les boques d'entrada i sortida. Esta format per estructures desiguals, ja que corresponen a diverses fases d'ampliació. Ha resultat suficient a totes les rierades esdevingudes des de la seva construcció fins a l'actualitat; és d'una llargada de l'ordre dels 250 m. Longitudinalment presenta 2 nivells: el baix, que queda destinat al pas de les aigües, i l'alt, uns 2 m per sobre del primer, que queda destinat al pas de vehicles i de personal; ambdós queden separats per un muret/barana d'obra. En moments de crescuda les aigües circulen per tots dos nivells, a tota l'amplada del túnel, és a dir que la franja destinada a carrer amb circulació de vehicles queda ocupat per l'aigua en un gruix important (de l'ordre de 1,20 m l'any 1987, veure apartat 8 d'esdeveniments d'aiguats i rierades i la foto P37)



Foto P26.- Boca d'entrada al túnel sota la plataforma de l'estació; a la dreta la canalització i a l'esquerra, més elevat, el camí al pantà, separats per un muret. (foto PMR, nov. 2008).



Foto P27.- Boca de sortida del túnel sota la plataforma de l'estació. Alçada del muret de la dreta: 2.10m). (foto PMR, gener 2008).

Des de la sortida del túnel sota l'estació fins l'entrada del soterrament hi ha un tram també canalitzat, rectilini, d'uns 60 m de longitud, que resulta ser la prolongació de l'estructura interior del túnel. Té 8,20 m d'amplà i una alçada mitjana de 2 m al muret de la riba esquerra, que separa zona de la canalització, en sentit estricte, del vial de circulació de vehicles i persones, que s'ha inundat en algunes crescudes i que evidentment tot i l'efecte regulador del pantà no és suficient.

A l'últim tram des del **punt P8** hi ha una obra de soterrament sobre la que s'hi ha construït la Rambla de Catalunya. Antigament havia sigut un tram només canalitzat lateralment, però va ser cobert i pavimentat a la dècada dels 1950. La boca d'entrada del soterrament (foto P28 i veure també foto P4) presenta unes dimensions a cadascun dels 3 ulls de 2,40 m d'amplà i 1,50 m d'altura màxima i 1,15 m de mínima, que en total fan una secció bastant més reduïda que les estructures anteriors i es converteix en un punt conflictiu d'obturació i de desbordament.



Foto P28.- Boca d'entrada del tram soterrat a la Rambla a l'hivern. Noti's la reducció del soterrament respecte a la canalització (foto PMR, gener 2008).

El soterrament està dividit longitudinalment en tres canals o túnels mitjançant dos murs discontinus que sostenen la Rambla i que es poden veure a l'entrada del soterrament (veure foto P28). La presència d'aquests murs disminueix la velocitat de l'aigua en augmentar la turbulència, i alhora facilita l'encallament d'elements (troncs i brosses) que obturin parcialment o totalment la capacitat de circulació de l'aigua per la canalització. Aquesta estructura es manté fins gairebé a la platja, on es reuneixen formant una sola boca de sortida (veure foto P32). Aquesta sortida generalment està tapada per amb grava de la platja. L'accés dins de la canalització és molt difícil i repercuteix en el seu manteniment.

Així, juntament amb les condicions habituals l'obstaculització de la desembocadura per les graves disminueixen l'eficàcia d'aquesta obra de soterrament i incrementen el perill d'inundació.

El problema de la potencial incapacitat d'absorció total dels cabals per part del soterrament s'agreuja a l'època turística, quan es col·loca una rampa d'accés al centre de la canalització (que s'usa com a aparcament), tapant 2 dels 3 "ulls" d'entrada; aquesta rampa, a la manera de trampolí, facilitaria la sortida de les rierades vers la Rambla (foto P29).



Foto P29.- La mateixa boca del soterrament de la foto P28 a l'estiu. Observi's la rampa destinada a accés a l'aparcament dins de la canalització, que inhabilita dues de les tres boques d'entrada facilitant el perill de desbordament que afectaria la Rambla. (foto PMR, juny 2008)

Cal tenir present que, aigües amunt, a la mateixa època d'utilització de la canalització com a aparcament, es trenca el mur de la riba dreta i s'acumulen terres per a la rampa de sortida dels vehicles de l'aparcament, just a l'angle de la depuradora (aproximadament al davant del **punt P6**) (fotos P30 i P31), fet que també afectaria la circulació hídrica, disminuint la secció i proporcionant càrrega sòlida a arrossegar pel flux hídric.



Foto P30.- Rampa de terres construïda per permetre la sortida dels vehicles de l'aparcament de dins la canalització; al fons el mur de la plataforma de l'estació. (foto PMR, juny 2008).



Foto P31.- Detall de la mateixa rampa, vista aigües avall. (foto PMR juny 2008).

Finalment, un darrer problema del soterrament és l'impediment a la sortida de les aigües per la boca cap a la platja, que en determinats moments queda obstaculitzada per la grava de la pròpia platja, d'origen combinat entre antròpic i natural (fotos P32 i P32bis).



Foto P32.- Punt de sortida de sota el passeig, ja a la platja. Amplada: 10 m. (foto PMR, gener 2008).



Foto P32bis.- La mateixa boca a l'estiu, tapada amb grava (foto PMR, agost 2010) IMG_1856

Un aspecte molt menys important són els murs laterals, aigües amunt de la depuradora, discontinus, irregulars i de diversa tipologia (pedra seca, escullera, etc.) construïts artesanalment per evitar l'erosió dels camps o protegir el vial cap a la capçalera.

6.1.7.4.- Ponts i passeres

Altres elements que poden obstruir o dificultar la circulació de les aigües en el tram mig són les passeres de vianants: la del mas Budellers, la de can Nouvilles (de ferro, de 6,60 m d'amplada i 2,50 m per sobre del fins de la riera), les dues del sector de Vila Antònia (aproximadament totes dues d'uns 8 m d'amplada i 1,80 m sobre el fons de la llera) (veure fotos P6 i P7). També cal esmentar el pont existent poc més avall, construït més recentment (març del 2005) i presenta els estreps protegits per escullera (foto P33).



Foto P33.- Pont nou del camí del pantà, al curs mig, acabat de construir el març del 2005; anteriorment només hi havia un gual. (foto PMR, desembre 2007).



Foto P34.- Pont del camí al pantà i a l'estació de mercaderies; vista aigües amunt. (foto PMR, novembre 2008).

Un altre petit pont creua la riera per comunicar el camí de la vall i el recinte de la depuradora (10 m d'ample i 1,80 m d'alt sobre el fons de la canalització). Es tracta d'un pont també construït després del 1987, doncs l'aiguat va destruir l'existent anteriorment; encara ara redueix la secció de la potencial làmina d'aigua.

Encara un altre pont permet creuar el torrent a nivell de les naus i del camp de futbol, però es tracta d'un pont amb un ample gàlib (foto P34).

El pas sota el terraplè de l'esplanada de l'estació presenta també un pas molt ample, un veritable túnel, tal com ja s'ha descrit.

6.1.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades.

En aquesta conca les dades referents als esdeveniments d'inundació resulten més abundants que en d'altres de les conques estudiades, ja que s'ha tingut la sort de connectar amb persones que varen prendre notes i fotografies de determinats moments, al mateix temps que varen brindar-se a explicar-les i proporcionar-les. Principalment s'ha obtingut dades del Sr. Novés (regidor i alcalde durant la riuada del 1987), del Sr. Gubert (regidor, historiador i autor del llibre sobre Portbou el segle XIX), del Sr. Roman (fotògraf de la història i meteoròleg aficionat) i del Sr. Garcia (filmador del vídeo de la riuada del 1987).

Per contra, també en referència a les dades històriques, un incendi dels arxius municipals l'any 1934 va fer perdre totes les dades d'informació referents a tot tipus d'esdeveniment històric anterior.

Veure dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

Les **dates** i els **efectes** dels aiguats dels que s'ha pogut obtenir informació resulten ser els següents:

- **13 de novembre del 1897:** El dia 13 de novembre de 1897 la població de Portbou i Colera pateixen una greu inundació, que provoca una víctima mortal. L'aiguat causa nombroses destrosses i l'ensulsiada d'algun edifici; els danys es centren especialment a la Rambla, a cada canto de la riera, però també als carrers del Carril, de l'Església i a la Pujada de la Plaça. (Gubert, 1990, pag 201).

- **1913:** hi ha records poc concrets de pluges importants, però no es poden datar ni saber la magnitud. Es cita a "Portbou imatges i records" (2000), però no es concreta la data exacta.

- **30 de setembre de 1920:** Important aiguat, però tampoc hi ha dades concretes d'afectació a Portbou. Per escrit, únicament hi ha telegrams des de l'ajuntament, que era capital de districte, però feien referència a Colera i Molinàs, sense saber-se el contingut.

- **Dècada de 1940:** Hi ha notícies de rierades a la dècada del anys quaranta (1940, 1941, 1944), amb algunes fotografies, però que no ha estat possible de datar-les amb més precisió, ni conèixer si va arribar a sobreixir (fotos P35 i P36). Veure el capítol de la conca de Llançà on s'ha ampliat l'explicació i la informació d'aquest esdeveniment.



Foto P35.- Riera de Portbou en un moment de rierada, abans de cobrir, (Foto col·lecció M. Roman, aprox. els anys 40)



Foto P36.- Riera de Portbou, rambla a prop de la desembocadura (Foto col·lecció M. Roman, aprox. als anys 40)

- **3 d'octubre del 1987:** Es dona una situació meteorològica de llevant a tota la zona, amb pluges persistents durant 2 dies, que originen una de les inundacions més importants dels últims temps a la comarca. Amb pocs minuts cauen molts litres de pluja (no quantificats per manca d'amidaments), els accessos a la població i els carrers principals, en especial la Rambla de Catalunya, pateixen danys importants.

Un aspecte rellevant de la situació és que es tracta del primer gran aiguat de pluja que va provocar danys després de la construcció del pantà. Tot i que la presa va sobreixir, es considera que va retenir una bona part de les aigües de la primera onada, atenuant-ne els efectes. Igualment deuria significar la retenció d'abundant part de la massa sòlida arrencada per l'aigua en el sector de capçalera.

Segons les informacions rebudes del Sr. Novés, el cabal principal procedia de la ribera del Músic, ja que no va afectar gaire l'entorn del mas Budellers, possiblement protegit per la retenció parcial d'aigua per part del pantà. La crescuda va començar doncs a desbordar i ocupar la terrassa alta T₁ bàsicament a partir de la confluència de la riera del Músic. Va entrar al túnel de sota de l'estació i en arribar al tram de soterrament no va poder ser engolida, cosa que provocà un gran ressalt d'aigua i els principals danys a la Rambla i rodalies.

Els efectes més destructius de la rierada d'aquest episodi es varen centrar doncs a la Rambla de Catalunya i al passeig de la Sardana (marítim), així com a la platja.

El mateix Sr. Novés, alcalde en aquell moment, descriu que l'aigua passava de paret a paret ja en el túnel de l'estació, inclosa la franja de pas de vehicles (foto P37). Abans d'arribar a la pròpia Rambla desbordà per l'esquerra (fotos P38 i P39).



Foto P37.- Boca de sortida del túnel de sota de l'estació; en primer terme la canalització (2.10 m de làmina d'aigua i 9,50 m d'ample) i a la dreta el carrer (1.00 m de làmina d'aigua i 5,50 m d'ample) (Foto M. Roman, S-13, 3 d'octubre de 1987).



Foto P38.- Desbordament a la sortida del túnel, per la riba esquerra, vers les cases de la Renfe, a la rierada del 3 d'octubre de 1987 (foto vlcsnap-34412, retallada del video)

En embussar-se la boca d'entrada del soterrament, l'aigua va adquirir una gran velocitat i violència i els esquitxos del ressalt de l'aigua varen arribar fins el segon pis d'alguns edificis propers a la boca d'entrada del soterrament de la Rambla, segons alguns cronistes i que es pot contrastar amb la filmació facilitada pel Sr. Novés i fet pel Sr. García. (fotos P40, P41 i P42).



Foto P39.- Desbordament de la riba esquerra vers la carretera de Cervera, poc abans de la cantonada de l'hostal (foto vlcsnap-35852, retallada del video)



Foto P40.- Topada de l'aigua contra la cantonada de l'hostal, que arriba a nivell del primer pis (foto vlcsnap-36506, retallada del video)



Foto P41.- Boca d'entrada del soterrament de la Rambla; a l'esquerra l'hostal (Foto M. Roman, S-14, 3 d'octubre de 1987)



Foto P42.- Imatge que indica la violència i la velocitat de l'aigua a la Rambla (foto vlcsnap-34532, retallada del video)

A la Rambla, l'aigua arribà a ocupar-la de paret a paret de les cases, amb una làmina de 60 a 80 cm, dades que també es poden apreciar en la filmació del Sr. Garcia (1987). Les proteccions individuals de les cases, les posts que fan de barrera a les aigües, allà on n'hi hagués de posades, no varen resultar efectives, ja que la làmina va assolir nivells superiors. Un dels edificis afectats va ser el de la Guàrdia Civil, aquí molt important com a punt fronterer i duaner.

La rierada es produeix, sortosament, a la una del migdia i els vilatans varen tenir ocasió de prendre mesures de seguretat de cara a preservar vides. No va ser així amb altres béns situats a la llera de la riera o a prop d'aquesta, com ara vehicles aparcats en determinats carrers, alguns dels quals varen arribar fins al mar (fotos P43, P44, P45 i P46).



Foto P43.- Acumulació de runa a la Rambla, en el sector immediat a la boca d'entrada del soterrament, el dia després de la inundació (Foto M. Roman, 161, 4 d'octubre de 1987)



Foto P44.- Vehicle i brossa acumulats al Passeig, el vespre del dia 3 d'octubre de 1987 (foto vlcsnap-41086, retallada del video Garcia 1987)

És d'assenyalar que les barques havien estat recollides sobre el passeig i resultaren menys afectades, ja que el temporal de llevant prèviament anunciat ja durava 2 dies. (fotos P47, P48, P49).



Foto P45.- Passeig, al vespre de l'aiguat; nivell assolit per l'aigua de l'ordre de 1 m, que va entrar als establiments. (Foto M. Roman, 204, 3 d'octubre de 1987)



Foto P46.- Passeig i platja poc després de l'aiguat, amb cotxes arrossegats (Foto M. Roman, 106, 4 d'octubre de 1987)



Foto P47.- Passeig i platja totalment ocupats per la làmina d'aigua. (Foto M. Roman, 301, 3 d'octubre de 1987)



Foto P48.- Nivell assolit per l'aigua sobre el Passeig, indicat pel fang a la soca de l'arbre (uns 50 cm). Les barques es troben disposades sobre el passeig en previsió de la llevantada. (Foto M. Roman, 83, 3 d'octubre de 1987)



Foto P49.- Estat del Passeig i de la platja el vespre de l'aiguat (Foto M. Roman, 3 d'octubre de 1987)

Al Diari de Girona del 15 d'octubre hi diu: "cases i botigues de la Rambla i del Passeig plens d'aigua i de fang". "Desborda la presa d'aigua potable de la Font del Ginebró, per sobre de la paret". Segons el Sr. Novés, que va anar a veure-ho amb l'arquitecte municipal del moment Sr Ramos, al dia següent de les pluges el pantà encara sobreixia.

Aigües amunt del túnel de l'estació els efectes van ser molt menors, i es van centrar en el camí d'accés al pantà, a la conducció d'aigua potable i a la depuradora.

El camí d'accés va quedar pràcticament desaparegut en nombrosos i llargs trams, ja que les aigües hi van passar pel damunt, enduent-se'l tot i la presència del mur de protecció (foto P50). També es va malmetre la conducció de l'aigua potable del pantà a la vila, que passa soterrat en el camí (foto P51). Sobre el camí es van dipositar còdols de fins uns 80 cm de mida màxima.



Foto P50.- Camí del pantà ocupat per còdols de gran mida, alguns de 40-50 cm; (notis la persona sobre el mur) (Foto M. Roman, 354, 6 d'octubre de 1987)



Foto P51.- Camí del pantà, erosionat amb les tubs de subministrament des de la presa malmeses i descobertes (Foto M. Roman, 1987)

Segons informacions de personal de la depuradora, l'aigua, escombrà el 80% de la depuradora municipal (fotos del vídeo: P52), a més a més de les hortes i bestiar existent a les planes i casetes del tram mig de la riera, com al sector de Nouviles i el de Vila Antònia (veure foto P7).



Foto P52.- Vista del sector de la depuradora després de ser escombrat per l'aigua, el 3 d'octubre de 1987 (fotos vlcsnap-43165 i vlcsnap-43372, retallades del vídeo)

Segons escriu Pou (1994) "la riera es va desbordar al seu pas pel centre de la població, inundant la depuradora i tota la Rambla, enduent-se alguns cotxes al mar. Moltes famílies van abandonar les seves llars, ja que tenien por que el nivell de l'aigua se'ls emportés". "Els danys a obres públiques van pujar a 300 milions de pessetes.. Els accessos fins a Portbou i els carreres del poble van patir molts desperfectes."

Aquesta mateixa font indica que els ajuntaments de Portbou, Colera, Llançà i Castelló d'Empúries varen demanar ser declarats zona catastròfica, petició que no va ser concedida per Madrid.

La duració de la rierada s'estima de només unes quantes hores, ja que al vespre del mateix dia el nivell i el cabal de les aigües ja disminuïa, en haver deixat de ploure (fotos P53, P54).



Foto P53.- Estat del passeig en disminuir el nivell de l'aigua. (Foto M. Roman, 93, 3 d'octubre de 1987)



Foto P54.- Detall del Passeig en disminuir el nivell de l'aigua. Notis l'alçada de la brossa (uns 80 cm) retinguda al fanal i els munts de runa (foto vlcsnap41789, retallada del vídeo, 3/10/1987)

Posteriorment a aquest episodi es restaura la part afectada de la depuradora i es reconstrueix el pont des del camí a la planta de depuració d'aigua; el camí al pantà s'ha de refer gairebé totalment, des del mas Budellers; també es canalitza la riera amb murs i esculleres des de la planta de l'EDAR (estació depuradora d'aigües residuals). També es va reconstruir el cobriment del darrer tram de la rambla, a ran de la platja, que també va quedar enfonsat i destruït (Foto P55).



Foto P55.- Esboranc d'enfonsament del darrer tram del soterrament de la Rambla, ja a ran de la platja (Foto M. Roman, 157, 4 d'octubre de 1987)

- **1 de novembre del 1993:** Un altre aiguat afecta la zona, però no queden dades quantificades dels desperfectes importants al sector de Portbou. Únicament unes fotografies il·lustren la insuficiència de la boca d'entrada del soterrament a l'inici de la Rambla (foto P56) amb la conseqüent inundació dels baixos i locals comercials de la Rambla i d'aquesta cèntrica zona urbana. (Foto P57). Segons Pou i Planas (1994) "la riera es va desbordar i va inundar la Rambla de la població i els baixos de cases i locals comercials". A l'estació Aemet de Portbou es recullen 483 mm entre els 27 d'octubre i 1 de novembre, amb 200 mm només el dia 1.



Foto P56.- Desbordament de la riera degut a la insuficiència de la boca d'entrada del soterrament, a la riuada del 1 de novembre de 1993. (Foto M. Roman, 14, 1 de novembre de 1993)



Foto P57.- Rambla, riba dreta, davant de la caserna de G. Civil, a la riuada del 1 de novembre de 1993. (Foto M. Roman, 7, 1 de novembre de 1993)

- **18 d'octubre del 1994:** Pluja important; segons el diari la Vanguardia es comptabilitzen 185 l/m² a Portbou, però no es descriu cap notícia referent a danys.

- **13 de novembre del 1997:** També hi hagué aiguat a la zona, però tampoc en queden cròniques referents a danys o desgràcies, més enllà de fer referència a la "la rierada".

- **18 d'octubre del 2005:** hi ha notícies segons La Vanguardia del dia 19, "el pantà s'omple al màxim va desbordar i obligà a tallar el camí d'accés a la presa". En canvi, hi va haver dades de danys a la conca de Colera. El fet de quedar tallat el camí pot indicar que només hagi interceptat el pas en els guals, o, en el pitjor dels casos, que arribés a passar per la terrassa T₁. Les dades pluviomètriques de l'episodi del dia 11 al 19 registren 324mm a Portbou, concentrats el dia 18, amb 116,8 mm.

- **27 a 31 de gener de 2006:** Es van produir també pluges importants, però sense dades en el registre ni notícies de danys sobre la població. L'estació pluviomètrica de Portbou no té dades,

possiblement per avaria. Es varen registrar 202,9 mm el dia 13 a l'estació de Castelló d'Empúries.

- **Del 12 al 14 de setembre del 2006:** Durant aquests dies van caure 221,8 mm de pluja en total. En aquest cas la Riera del Pi va ser la que va provocar els danys materials més importants dels últims anys. **Veure el capítol corresponent al rec del Pi.**

- **11 d'octubre de 2010:** pluges abundants aquest dia 11, però en tot l'episodi entre els dies 8 i el 13 d'aquest mes van caure a l'estació meteorològica de Portbou 180 mm, concentrats al dia 10 (109mm), i a l'estació de Roses, 210 mm (distribuïts entre els dies 10 a 13).

En el reconeixement de camp del dia 13, s'observa que la crescuda no ha estat massa gran, les herbes de les vores no estan tombades. La desembocadura es troba ben destapada.

Com a **resum** de tots aquests fets, es considera que la inundació de l'any 1987 resulta ser la més gran de les que es té registre. Ara bé els efectes no són comparables amb els d'altres conques, en les quals aquesta inundació és la **de referència**, ja que els efectes aquí van quedar atenuats pel pantà.

Referent als recs que conflueixen amb la riera en la seva part baixa, el del Pla de la Mata, de la Florica i del Cubano, no es coneix que hagin tingut efectes destructius en episodis plujosos, possiblement a causa de la seva reduïda conca.

És de remarcar que s'han produït altres esdeveniments en altres conques immediates o molt properes, en dates de l'octubre de 1962, 1966, 1969, 1975, gener de 1977, març de 1986 i novembre de 1979, però de les quals no se n'ha obtingut notícies concretes d'efectes en aquesta conca.

6.1.9. Inundabilitat de la zona i punts crítics

Per tractar aquesta aspectes s'ha considerat important diferenciar 3 trams i 2 escenaris.

Aquesta conca esta associada a 3 elements fonamentals: la presència del pantà, de la canalització i del soterrament. Per tant, per fer la descripció dels punts crítics i de l'anàlisi i classificació de la inundabilitat es diferencien 3 trams:

Tram A: Des de l'inici de la zona de terrasses a la part alta (incorporació del rec del Músic) fins al començament de la canalització (depuradora).

Tram B: El tram canalitzat, des de la depuradora fins a la boca del soterrament, i

Tram C: tota la zona relacionada amb el tram soterrat.

Per altra banda, es contempen dos escenaris, el primer associat a un normal funcionament del pantà i un altre, mes extrem, en cas de que es produís la ruptura de la presa del pantà.

6.1.9.1. Punts crítics.

Per a la millor comprensió de la problemàtica i conflictivitat, dintre dels tres trams establerts es diferencien diversos sectors.

Tram A

- A la part alta de la conca, però per sota de la presa, es noten, com a punts conflictius en el moment de crescuda de la riera, els que signifiquen una interrupció de trànsit per la pista d'accés al pantà, és a dir els guals d'intersecció d'ambdós, com per exemple el gual de Can Budellers, el punt **P1**, a la confluència de la riera del Músic (punt anomenat també "la toma") i el punt **P2**.

- Sector de Can Laporta i de Can Nouviles: són àrees situades a la riba dreta la primera i a la riba esquerra la segona. Es tracta de cases i horts relativament aïllats, i que es troben amb la totalitat de les edificacions, dels conreus i dels accessos sobre la superfície de la terrassa T₁,

en un sector on la vall encara és relativament estreta, i amb l'estretament addicional a causa de la presència del camí del pantà, que alhora és la via de comunicació del sector amb el nucli urbà. Hi ha, a més a més, el gual de creuament del camí amb la llera de la riera (**punt P3**), punt que resulta més exposat pel desbordament, igual que la resta de guals de la conca. S'ha de considerar que els habitants fixes en el sector no resulten nombrosos. Com a desperfectes causats per les aigües de les rierades, cal afegir la de les canonades d'aigua que comuniquen el pantà amb la vila, que queden soterrades seguint el camí. En determinats moments de crescuda de les aigües, aquestes estructures queden malmeses en determinats punts, comportant la interrupció del subministrament.

- Sector de Vila Antònia (entre els dos **punts P4**): queda també sobre la riba dreta i és també un dels llocs més exposats, molt semblant als casos descrits en el paràgraf anterior. La presència de passeres sobre la riera i que s'obstrueixen amb la brossa portada per l'aigua, com en la rierada del 1987 (veure foto P7), comporta un altre factor addicional de desbordament. Algunes de les cases es protegeixen amb murs de pedra seca, murs de formigó o trams d'escullera, estructures que en alguna ocasió també han quedat afectades per les aigües, com per l'octubre de 2005. Per contra, el pont ubicat poc més avall (hi figura una data: 22/3/2005), va aguantar bé les avingudes dels anys posteriors però hi ha dubtes de si hauria aguantat una rierada de la magnitud de la del 1987.

Tram B

- Sector de la depuradora: les instal·lacions de depuració d'aigües residuals s'ubiquen també sobre la plana de la terrassa al·luvial T1, a la riba esquerra, just on la riera fa un colze en angle recte a l'esquerra a causa dels murs que contenen les terres de la plataforma de l'estació (per la dreta) i també les estructures i dipòsits de depuració de la planta (per l'esquerra). És una àrea que ja va ser parcialment escombrada per les aigües en el cas del setembre de 1987 (punts **P5** i **P6**). Actualment es troba amb els talussos que la separen de la llera protegits per estructures diverses, que van des de murs de pedra seca i murs de formigó, però hi predomina la protecció mitjançant escullera. És de remarcar que les "escombrades" de les instal·lacions i tancs d'aigües residuals poden significar, a més a més, una contaminació mediambiental. A la depuradora l'acompanyen un parell d'habitatges, però que queden molt arrecerats al peu del vessant, és a dir a contracorrent i relativament apartats de la riera.

- Sector en front de la depuradora: el sector també conegut com les quadres d'en Torruella, són edificacions que actualment es troben parcialment abandonades o rehabilitades i transformades en naus industrials de tipus diversos. S'alineen a la riba dreta, separades de la llera pel camí, i netament sobre la terrassa T1, com els sectors anteriors, però encara que queden en un tram de riera que es troba ja canalitzada, queden inundables quan les aigües passen sobre la terrassa alta.

- Tram rectilini de la traça de la riera, des de la corba de la depuradora fins a l'entrada al túnel de sota de l'estació. És un tram canalitzat, en el que la riba dreta no presenta perillositat, ja que hi ha la important contenció de terres en forma de murs que protegeixen la plataforma elevada de l'estació. La riba esquerra, en canvi, hi ha una franja planera que resulta inundable i que correspon també a la terrassa T1; s'hi arreglaren diverses naus (magatzems Centelles) i terrenys esportius (futbol, basquet i botxes/"petanca") fins a la incorporació del rec de la Florica, a l'alçada del mas Germen, confluència que coincideix amb la boca d'entrada del torrent al túnel de l'estació. Al centre del tram hi ha un pont que fa passar el camí de la riba dreta a l'esquerra i que no és conflictiu.

- La sortida del túnel, punt **P7**, presenta un tram d'uns 60 m de canalització, però que pel que fa a la divisió en 2 nivells resulta ser la prolongació de l'estructura interior del túnel (veure foto 41). La riba dreta queda contra el vessant, mentre que la riba esquerra, més oberta, queda inundable vers els habitatges de Renfe i el carrer de Cervera (que coincideix amb la carretera N-260 a França), impedit-hi el trànsit durant les crescudes.

Tram C

- El tram de la via urbana anomenada Rambla de Catalunya, en tota la seva llargada conté la riera soterradament. És un sector urbanitzat que té la riera com a eix principal. Aquest és el sector més perillós, ja que es tracta d'un soterrament que presenta una capacitat hidràulica que s'ha demostrat insuficient, sovint pel deficient funcionament del túnel de soterrament de la Rambla (**punt P8**), i en d'altres moments per insuficiència de la canalització davant la magnitud del volum d'aigua. Antigament havia sigut un tram només canalitzat lateralment, però va ser cobert i pavimentat a la dècada dels 1950. Subterràniament està dividit en 3 túnels (veure foto P28), fins gairebé a la platja, on es reuneixen formant una sola boca de sortida (veure foto P32). Aquí l'àrea de terrassa alta T_1 , s'obre, especialment per la riba dreta, quedant un ample sector del nucli urbà en perill de ser afectat per les aigües de la riera desbordada, sector que s'estén fins al Passeig de la Sardana i fins ben a prop de l'edifici de l'Ajuntament. De fet es tracta d'un tram que ja ha estat afectat en nombroses avingudes.

En el moment de cobriment de la riera a la Rambla, el veïnat va perdre una bona part de la por o el respecte a la inundació, adquirint una falsa sensació de seguretat, i es va anar ampliant el sector "cèntric" i comercial instal·lant-se més al voltant de la Rambla, ocupant comercialment els baixos.

És important remarcar també que, en cobrir la riera, per tal de donar gàlib al soterrament, es va elevar la franja del centre de la superfície de la riera, de manera que actualment s'hi té el centre de la riera elevat i 2 vies laterals més baixes, que permeten el pas de vehicles i l'accés a les cases i botigues. Aquesta "topografia" fa que en el cas de desbordament les aigües circulin essencialment pels laterals i no pel centre, de manera que afecten molt més els baixos dels immobles, inclosa la casa-quarter de la Guardia Civil, ubicada a la riba dreta i afectada en cada rierada en què hi ha hagut desbordament (**àrea P9**).

Si com ja s'ha apuntat una bona part del perill d'inundació d'aquest sector urbà prové de la insuficient capacitat d'engolir l'aigua de la boca d'entrada del soterrament (**punt P8**), amb els seus 3 "ulls" descrit en l'apartat d'elements antròpics, el perill d'inundabilitat podria ser sensiblement agreujat en el cas de pluges estiuenques, quan s'habilita el fons de la canalització de la riera com a aparcament, amb la instal·lació d'una rampa que encara ha d'obstaculitzar més, tot i que es digui que és "de posar i treure". En cas de riuada, caldria afegir l'inconvenient del tap que pugui formar-se amb els vehicles que no hagin estat enretirats a temps de la canalització. Veure les fotos P28 i P29 a l'apartat 7.3 de canalitzacions i estructures laterals.

Finalment, la sortida del soterrament a la platja (**punt P10**) sovint esta molt tapada per graves de la platja i pot quedar obstruïda totalment en moments de temporal de llevant, fet que, en els primers moments d'arribada brusca de rierada, en dificulta la sortida lliure i afavoreix l'acumulació i pressió a l'interior del soterrament, així com el desbordament en el punt de la boca superior o d'entrada.

S'ha de tenir present que, al SE d'aquest sector urbà, hi ha una àrea on la inundabilitat queda compartida amb el rec del Pi (veure també el capítol corresponent a aquesta conca).

Hi ha altres recs secundaris que creuen el nucli urbà, un procedent del vessant nord (rec d'en Cubano o rec de la Coma d'en Fagi) i un altre procedent del vessant sud que, després de passar a ran del mercat, desguassa a la riera de Portbou a la Rambla (Rec del Pla de la Mata). Aquest darrer, tot i ser semblant, en conca i dimensió, al rec del Pi, no ha demostrat, de moment, una tal perillositat.

6.1.9.2. Consideracions d'inundabilitat en l'estat actual de la conca.

El tram A

Es el tram que va des de l'inici de la zona de terrasses a la part alta (incorporació del rec del Músic) fins al començament de la canalització (depuradora). S'hi diferencien les zones corresponents a les terrasses T_0 i T_1 . Les zones cartografiades com T_0 , degut al calat, que pot

ser de fins a 2,00 m, la velocitat i a la major freqüència d'inundació, se li pot atribuir una perillositat **alta**.

Tot i l'acció mínimament reguladora del pantà, la inundació del 1987 va ser molt greu, ja que el transport de blocs (de fins a 80 cm) dins la terrassa T_0 i els que van arribar a sobrepassar-la indiquen, a més del calat màxim de la seva secció, una energia suficient per assignar-li una perillositat **alta**.

Per la terrassa T_1 , els documents de la inundació de 1987 indiquen que la làmina d'aigua en aquesta zona no va ser suficient per cobrir tota la terrassa. Algunes de les cases i finques construïdes sobre la terrassa van ser poc o gens afectades, especialment les que tenien murets de delimitació o tancament de les finques. Per tant, les zones corresponents a la T_1 , en aquest tram, degut a l'efecte del pantà i a la menor freqüència d'efectes molt greus, tindrien una perillositat **baixa**, és a dir menor que la que s'assigna a la T_1 d'altres conques properes.

Tram B

Es el tram canalitzat, des de la depuradora fins a la boca del soterrament. Es diferencien la zona corresponent a la T_1 i la zona de la canalització.

La canalització és equivalent a la T_0 del tram anterior, ja que s'ha projectat i ubicat sobre l'àrea anteriorment ocupada per la T_0 , amb petites correccions i rectificacions de la traça i per tant se li atribueix una perillositat **alta**.

A la zona corresponent a la T_1 , també se li assigna una perillositat **baixa**, per les mateixes raons que en el tram anterior. La inundació del 1987 va afectar la zona de la depuradora de forma greu degut a la seva posició en la traça de la riera, i en canvi, a la zona esportiva d'abans de l'entrada del túnel, l'afectació va ser menor.

Tram C

Correspon a tota la zona relacionada amb el tram soterrat. En aquest tram només es diferencia una zona, ja que la riera està soterrada i només es produeix inundació quan el soterrament no és capaç d'absorbir tota l'aigua que li arriba.

Per una banda cal considerar la freqüència de desbordament associada a l'efecte pantà i la cabuda del soterrament, i per altra les condicions d'obturació o no de la boca d'entrada del soterrament.

La capacitat del tram soterrat és inferior a la del tram canalitzat anterior (veure detalls de la canalització a l'apartat corresponent i a les anteriors fotos P4, P28 i P29), per tant hi ha una major possibilitat de desbordament. Per aquest motiu, la perillositat hauria de ser més alta que al tram B. Ara bé, si es produeix un desbordament només de l'aigua que no pot entrar al soterrament el cabal per sobre de la Rambla seria petit igual a la diferencia entre les dues capacitats i per tant els efectes serien reduïts.

En canvi si es produeix una obturació com la de l'any 1987, pràcticament tota l'aigua passaria per la superfície de la Rambla. En aquesta inundació es van assolir velocitats altes (veure foto P42) i el calat important (superior a 0,50 m i fins a 1 m), i per tant, la perillositat seria superior a la de la T_1 en condicions de regulació pel pantà, perquè hi passa l'aigua de la T_0 més la de la T_1 regulada.

Així, a partir de totes aquestes consideracions i tenint en compte l'alta probabilitat d'obturació de la boca, s'atribueix en aquest tram una perillositat **mitja**.

6.1.9.3. Consideracions d'inundabilitat, considerant la possibilitat de ruptura de la presa.

En el cas que un "accident" o un terratrèmol afectés la presa de manera que es trenqués, l'onada que es podria originar seria de conseqüències molt importants per a la vall.

Cal considerar que la capacitat del pantà és de 1 Hm^3 , és a dir de $1.000.000 \text{ m}^3$. En el cas que es trobés ple, es podria formar una onada en el tram superior, que podria anar disminuint a mida que la vall es va obrint, fins a arribar al túnel sota l'estació, que segurament no podria engolir la primera onada. A la sortida del túnel, a la Rambla, l'aigua sortiria a pressió, i possiblement l'arrasaria.

Si es té present que fragments de la paret de la presa serien també arrossegats per l'aigua, l'agressivitat de la primera onada seria considerable i demolidora, ja que els blocs de formigó

farien d'ariet o de "metralla" trencadora. Possiblement es podrien destruir algunes edificacions i estructures existents des de la pròpia presa fins al mar. Els fragments passarien a formar part de la càrrega sòlida i també s'incorporarien els arbres i arbustos. No s'ha de descartar la possibilitat que s'afectés la contenció de terres de l'estació que queda a la riba dreta entre la depuradora i el túnel sota l'estació.

Es tracta d'un tema molt delicat i complex, que sobrepassa les finalitats d'aquest estudi, i del qual només es fa esment perquè és un element a tenir present en els plans d'emergència.

6.1.10.- Resum de la conca

S'ha de considerar que el sector més vulnerable de tota la conca correspon a l'àrea planera del nucli urbà de Portbou, des de la sortida del túnel de l'estació fins al mar. És el que resulta totalment ocupat urbanísticament, amb més exposició i és allà on la inundabilitat s'ha classificat com **mitjana**.

En la descripció dels episodis de rierada i els seus efectes, ja s'ha considerat la destrossa de les rierades i especialment de la de l'any 1987, que es pot considerar "**de referència**". Es tracta d'una àrea perillosa per l'elevada velocitat de l'aigua i per la càrrega sòlida que transporta i que utilitza com a ariet destructor de tot el que troba al seu pas. Aquesta càrrega també incrementa el volum de la massa en desplaçament i conseqüentment fa augmentar també el gruix de la làmina líquida en desplaçament i l'alçada de la inundació.

D'altra banda és tracta d'un cas paradigmàtic de "sensació de seguretat" en els veïns de la Rambla de Catalunya, des del cobriment o soterrament de la llera a la dècada dels anys 1950. De fet es tracta d'una clara "falsa sensació", ja que en el cas d'obturació de la canalització soterrada (ja sigui total ja sigui parcial com en el cas de l'any 1987), el volum d'aigua que arriba a circular pel vial resulta molt superior a la que hi circularia si no es trobés coberta o soterrada.

Cal apreciar que una bona part de l'àrea urbana de Portbou està situada als vessants i queda topogràficament elevada, circumstància que redueix l'extensió de l'àrea urbana inundable i la circumscriu a la més planera.

Ja s'ha remarcat també que, en la boca d'entrada de la canalització soterrada de la Rambla (**punt P8**), diverses circumstàncies poden afegir-se a l'obturació. De manera especial cal assenyalar l'habilitació, de bona part de la llera canalitzada i també bona part de l'interior del túnel sota l'estació, com a aparcament en temporada d'estiu, amb la corresponent rampa d'accés des de la pròpia Rambla, encara que sigui de fàcil extracció en moments d'emergència. És també aquí on s'incorpora, soterradament, l'aigua procedent del rec del Cubano (per l'esquerra).

De manera general es pot considerar que l'àrea inundada l'any 1987 correspon gairebé a la totalitat de l'àrea corresponent a la terrassa T₁. També cal remarcar que el fet que l'aiguat es produís a migdia va disminuir els danys de la rierada, ja que tota la població es trobava desperta i en condicions d'evitar, dintre de les possibilitats de cadascú, bona part de les conseqüències personals que hi podria haver hagut.

6.1.11.- Propostes de millora i de gestió.

Com a mesures per tal de millorar l'estat actual dels perills d'inundació es proposen les següents.

Mesures estructurals:

- Reparació de l'estat actual de la presa i control periòdic de l'evolució de la seva integritat (veure foto P24). En el cas de ruptura de la presa, no es podria prendre gaire mesures preventives perquè la distància entre la presa i la població és molt petita (2,5 km). Caldria que entrés en funcionament el pla d'emergències per ruptura de presa.

- Nous projectes de correcció, millora i/o manteniment de les infraestructures hidràuliques, en base als punts aquí considerats com a crítics: guals, ponts, canalitzacions soterrades, etc.
- Estudiar la possibilitat de modificació de les 2 passeres de sota de Vila Antònia (**punt crític P4**). Una de les possibilitats seria transformar-les en ponts dissenyats de manera que un dels seus estrep fos "giratori", mentre que l'altre estrep pugui ser quedar desvinculat de la corresponent base. Aquesta possibilitat de gir podria permetre que, en moments de crescuda, les passeres puguin quedar paral·leles a la riera i a la direcció de les aigües en lloc de perpendiculars. Així deixarien de ser un punt de retenció de brossa, permetent el pas de l'aigua sense el perill d'obstrucció. El gir d'obertura de les passeres podria ser activar per la mateixa empenta de l'aigua o bé manualment en el cas que es pugui produir un avís d'alerta.
- Donat que la boca d'entrada al soterrament de riera sota la Rambla i la pròpia canalització s'han demostrat insuficients en diverses ocasions, cal un estudi detallat i un projecte per a la seva possible ampliació.
- Manteniment de la neteja en els sectors de la llera, de les ribes i del camí a la presa que queda paral·lel en tota la traça. Aquest manteniment ha de ser suficient, en volum i en freqüència, per evitar l'arrossegament d'elements que puguin obturar els ponts i passeres, i les possibles onades d'aigua i sòlids si s'arribés a rebentar algun dels ponts. Una onada d'aquest tipus afectaria el sector urbà de Portbou per desbordament de la Rambla, i de manera especial a la boca d'entrada del soterrament de la riera (**punt crític P8**). (Recordar concretament els esdeveniments de l'octubre de 1987)

Mesures de gestió:

- Conscienciar a la població de les mesures individuals a prendre per a la seva pròpia defensa, com ara la col·locació de posts de defensa a les portes i finestres, evacuació de persones i bens a les plantes superiors, etc.
- Activar el pla d'emergències per rierada de manera efectiva i, si fos possible, amb anticipació suficient, per tal que la població pugui prendre les mesures individuals que cadascú tingui previstes.
- Reordenar urbanísticament tot l'entorn del nucli potencialment sotmès a perill d'inundació: aparcaments, circulació de vehicles, etc.
Es recorda que en l'elaboració de futurs plans d'urbanisme s'ha de corregir la delimitació de les zones urbanitzables en funció de la perillositat d'inundació, almenys en els sectors encara "no consolidats" urbanísticament, anant a complir al màxim la llei d'urbanisme.
- Evitar el muntatge de l'aparcament de vehicles a l'interior de la riera en el tram canalitzat, ja que representa un important perill en cas de rierades com les que es produeixen en la zona. Una avinguda sobtada ha de significar l'arrossegament del personal que s'hi pugui trobar en el moment de la crescuda i també dels vehicles, fins a la boca del soterrament. L'acumulació de ferralla produiria una obturació molt seriosa i el desbordament de les aigües per la superfície de la Rambla. A aquest desbordament hi col·laboraria de manera molt important la rampa d'entrada dels vehicles a l'aparcament. (veure foto P29) i les terres acumulades a la rampa sortida (al davant de la depuradora) (veure fotos P30 i P31)
- Controlar periòdicament l'estabilitat de les terres dipositades en l'abocador de la riba esquerra, així com de la seva erosionabilitat vigilant-se la possible aparició de xaragalls que puguin aportar matèria sòlida a la circulació de l'aigua durant les avingudes.
- Interrupció, per part de les autoritats municipals, del trànsit per determinats trams de carretera, carrers i/o camins en els moments de perill.

En totes totes les possibles solucions que es puguin estudiar i projectar caldrà valorar, a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de la perspectiva d'una ordenació del territori. Cal tenir present que si s'ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, ja que el risc 0 no existeix, sempre hi ha un risc remanent.

6.2.- Conca del Rec del Pi (Portbou)

6.2.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs i desguàs.

Es tracta d'una conca molt petita, de 0.193 km², i es troba situada íntegrament en el terme municipal de Portbou.

Neix de la reunió de 2 torrents semblants: el rec de Can Janillo i el rec de Can Lloberes o de la Font del Moro. Ambdós neixen entre el Puig del Claper (235 m) i el coll del Frare (205 m). Després de reunir-se a la corba de la carretera N-260 (cota 12.7 m sobre el nivell del mar), passen a anomenar-se Rec del Pi.



En planta, la traça dels dos torrents prenen una forma de Y. El conjunt pren una direcció de S a N, com es pot veure a la foto E1).

Topogràficament, la conca pot subdividir-se en el tram superior, de pendent molt pronunciat (entre el 25 i el 30%) i el tram inferior, amb menys pendent (de l'ordre del 5%). El punt d'inflexió es situa justament a la confluència d'ambdós recs, a ran de la carretera N-260, és a dir al cap de munt del carrer del Pi i a la cota 14 aproximadament.

Tant el torrent de can Lloberes com el de can Janillo, en arribar a l'àrea urbana circulen entre les cases i sobre el carrer (foto E2). Just abans de creuar la carretera N-260, un embornal reuneix les aigües del dos torrents per passar-hi per sota. A partir d'aquesta confluència, el Rec del Pi va primerament canalitzat i a cel obert, i posteriorment (a la cota 6 aproximadament) passa a ser soterrada per l'avinguda de Barcelona, tal com es veu al tractar dels elements antròpics (apartat 7).

Finalment, després de creuar el passeig, la canalització desemboca a la platja.



Foto E1.- Vista general de la conca i del seu contorn, des del N. El tram final circula soterrat entre les edificacions. (foto PMR, maig del 2009)

6.2.2.- Característiques del substrat.

Geològicament, el 96% de la conca es situa sobre el substrat rocós característic de la zona, compostat per esquistos i pissarres que han sofert importants modificacions per metamorfisme així com fracturació i microfracturació d'origen tectònic.

Hidrològicament es considera entre molt poc i gens receptiu de cara a la infiltració d'aigua.



Foto E2.- Circulació sobre el carrer del darrer tram del rec de Can Janillo, just abans de confluïr amb el de Can Lloberes (punt E1). (foto PMR 2009)

6.2.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

Únicament el tram planer de l'Avinguda de Barcelona i laterals correspondria a un con, que confluiria amb la terrassa de la riera de Portbou. No hi ha però cap aflorament visible ja que tota la zona està edificada i urbanitzada (veure mapa geomorfològic integrat).

6.2.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació de la conca del rec del Pi, no difereix gaire de la de les conques veïnes, ja que la naturalesa del terreny, el clima, l'afectació per part dels incendis forestals, resulten ser pràcticament els mateixos.

El fet que gran part de la conca quedi en àrea urbana fa que la vegetació es limiti a l'àrea de la capçalera, (foto E1) on la vegetació d'arbrat és escassa i representada essencialment per pins aïllats. La resta de vegetació és arbustiva o de matolls; el pronunciat pendent de la superfície ajuda a que en bona part de la conca hi aflori la roca nua.

6.2.5.- Ocupació humana i població

La part alta es troba deshabitada, però solcada per la carretera N-260, que hi fa diversos revolts.

Tot i el pendent, pràcticament la meitat inferior de la conca queda en àrea urbana, és a dir que les cases envolten la llera des de poc abans de la confluència dels dos recs i fins al mar. Les edificacions més properes a la traça del rec daten de finals del segle XIX i principis del XX.

Recentment, a principis de la dècada del 2000, la carretera ha estat modificada amb gran moviment de terres i part de la seva traça ha passat a ser de túnel perforat en la roca (foto E1). L'evolució o creixement urbanístic de Portbou es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

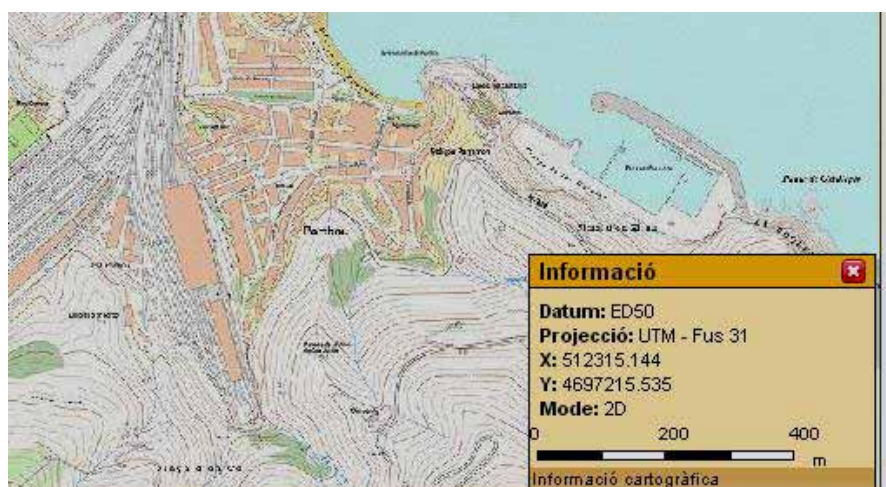
Conca del Rec del Pi



1944



1956



2010

6.2.6- Característiques hidrològiques de la conca

Hidrològicament, la conca presenta un esquema molt semblant a les demés conques immediates, amb un substrat rocós aflorant, hídricament molt poc permeable que comprèn la major part de l'àrea, i un con que com ja s'ha exposat queda reduït al tram final i conflueix amb la terrassa de la conca de Portbou. És doncs un torrent de crescudes ràpides de tipus rierada.

Donat que el darrer tram és soterrat, en alguns moments de crescuda pot circular a pressió o fins i tot per la superfície dels carrers.

6.2.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

El conjunt de la conca es troba actualment bastant modificat antròpicament.

La part de la capçalera ha estat sempre bastant afectada per la rasa i cunetes de la carretera, i recentment, amb la modificació de la seva traça ha quedat encara més antropitzada, amb alguns passos originats per la intersecció de la carretera i els dos torrents de capçalera. Així, les cunetes forcen la circulació i la desvien incorporant petites quantitats d'aigua de microconques veïnes. Els passos sota la carretera són d'obra i no són problemàtics, perquè són amplis i els 2 torrents porten poca aigua, ja que estan a la part de capçalera i les seves conques són petites.

És en arribar a la confluència dels dos recs bàsics de la conca, on la intervenció humana es fa altíssima, pràcticament total, fins a la mateixa platja.

Després de la confluència encara tornen a intersectar-se la carretera i el torrent amb un pas soterrat amb entrada en un gran embornal (**punt E1**) i sortida en una propietat privada. És a partir d'aquí i durant un centenar de metres que la canalització és lateral i de solera. Acabat aquest tram hi ha la boca d'entrada del soterrament (**punt E2**) amb una reixa de retenció de material groller (foto E3). Aquestes dues entrades (**punts E1 i E2**) poden quedar obturades (foto E4) i provocar la circulació de les aigües per sobre del carrer i del soterrament, que actualment també és una part de l'avinguda de Barcelona fins la platja, tal com es va produir el 2006. Aquest soterrament acaba amb una boca de sortida a la platja.



Foto E3.- Rec del Pi, reixa d'entrada al soterrament del torrent sota l'Av. de Barcelona (**punt E2**). (foto PMR 2009).



Foto E4.- Acumulació de brossa a la boca d'entrada del tram de soterrament (**punt E2**) després de la inundació del 2006. (foto cedida per ajuntament).

El tram soterrat, que es situa íntegrament en el nucli urbà, inicialment era d'obra i de diàmetre reduït. S'hi originava una pressió a causa del desnivell entre l'entrada i la sortida de l'ordre de 6 m en tant sols 150m, i que podia originar el rebentament, com es va produir l'any 2006 (veure fotos E4, E5, E6 i apartat 8).

Segons informació dels serveis tècnics municipals, en l'actualitat i després de la crescuda, s'ha fet una sèrie de reparacions i modificacions. La principal va ser la reparació feta a rel de l'aiguat del setembre del 2006. El tram soterrat ara es troba constituït per una canonada de 2 m de diàmetre, que de fet resulta ser un diàmetre bastant superior a l'embornal o boca d'entrada i també de la boca de sortida. En conseqüència, encara que la canonada soterrada sigui de gran capacitat, la circulació queda limitada a la capacitat de la boca d'entrada i per tant, en episodis de molta precipitació, es seguirà produint una circulació superficial pel carrer.

Una altra modificació important ha sigut la construcció dels embornals als carrers, que permeten l'entrada d'aigua a la canalització i també la descompressió de la tuberia en cas d'originar-se pressió per obturació (foto E7).



Foto E4.- Deformació i trencament dels paviments per rebentada de la canalització soterrada a l'aiguat del 2006, a l'Av. Barcelona nº 6 i cruïlla del C/ Méndez Núñez. (foto cedida per ajuntament).



Foto E5.- Un altre punt de rebentament, deformació i ruptura del paviment pel mateix aiguat (entre la carretera i el C/ de Méndez Núñez; a l'esquerra l'antic edifici de l'ajuntament). (foto cedida per ajuntament).



Foto E6.- Un altre aspecte de la deformació dels paviments i restes de grava sedimentades pel mateix aiguat, a ran de les persianes dels baixos de l'Av. Barcelona nº 6. (foto cedida per ajuntament).



Foto E7.- Embornals al centre de l'Av. Barcelona construïts després del 2006, que permeten tant alliberar la pressió del soterrament com l'entrada d'aigua a la canonada. (foto PMR, 2009)

6.2.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades. Descripció dels efectes de l'aiguat del 12 al 14 de setembre de 2006.

Segons els Serveis Tècnics municipals no es tenia "notícia de grans problemes" en aquesta conca, fins el setembre del 2006.

En aquest episodi de pluges, que va durar del dia 12 al 15, van caure un total de 221.8 mm al sector de Portbou, segons s'ha publicat en la premsa i diuen als serveis tècnics municipals. De fet, en el registre de dades de pluviometria de l'estació meteorològica de Portbou, no hi ha dades entre els dies 13 i 28 de setembre del 2006 (sembla ser que per avaria de l'aparellatge). Veure altres dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

Segons comunicacions verbals d'alguns vilatans, la pluja no va ser regular sinó que es van produir alguns episodis de molta intensitat, no determinable ni quantificable, concretament al sector de la capçalera, als voltants del Puig del Claper, que és justament on es troba instal·lada l'estació meteorològica automàtica de Portbou.

La importància de la pluja va comportar una concentració brusca d'aigua a la part alta de les dues conques, provocant una circulació turbulenta de l'aigua i el conseqüent arrossegament d'una elevada massa de grava i sorra. Aquest conjunt de materials sòlids grollers va ser

majoritàriament dipositat al punt de canvi de pendent dels perfils longitudinals dels torrents, és a dir al sector de confluència (**punt E1**)(fotos E8 i E9).



E8.- Estat de l'Av. de Barcelona nº 31, després del pas de les aigües, quan les terres acumulades havien estat ja parcialment tretes. (foto cedida per ajuntament).



E9.- Pala excavadora enretirant els sediments acumulats a la façana de l'Av. Barcelona nº 31, durant el mateix episodi. (foto cedida per ajuntament).

Aquesta acumulació de grava va arribar a assolir gruixos superiors a 1 m, aconseguint colgar parcialment un vehicle allà aparcats (foto E10), així com tombar algun tram de mur de tancament per acumulació de càrregues al reredors (fotos E11 i E12). Part dels materials podria provenir de les recents obres de modificació de la carretera o de la perforació dels túnels.

Com ja s'ha exposat anteriorment, l'embornal o boca d'entrada del tram soterrat va quedar en gran part obturat per la brossa i pedres aportades per l'aigua (**punt E2**)(veure foto E4), significat que part de les aigües passessin a circular pels carrers (fonamentalment Av. de Barcelona) i contribuint a l'acumulació de grava i de sediments més fins. Això va significar, a més de l'acumulació de grava, l'enfangament dels carrers: Av. de Barcelona, carrer de Méndez Núñez i d'altres immediats, així com el propi Passeig de la Sardana, situat a ran de mar (foto E13).



Foto E10.- Vehicle parcialment sepultat per les graves aportades per l'aigua; C/ del Pi, al davant de la font del Pi. (foto cedida per ajuntament).



Foto E11.- Detall d'acumulació de blocs i grava darrere d'un mur d'uns 1,80 m d'alt bolcat per l'empenta; notis que, en el tram encara dempeus, la grava sobrepassa l'alçada del mur (foto cedida per ajuntament).



Foto E12.- Un altre detall (foto cedida per ajuntament).



Foto E13.- Acumulació de fang a l'Av. Barcelona (foto cedida per ajuntament).

La sortida de la canalització a la platja s'efectuava per una bocana amb reixa per evitar l'entrada de criatures i animals (foto E14). Amb l'aiguat del 2006 primer es va obturar i després va acabar rebentant. En l'actualitat no s'ha tornat a col·locar la reixa (foto E15) però a l'estiu es "tapona" amb grava de la platja, amb la mateixa finalitat.

Després de l'aiguat es va haver de reconstruir íntegrament l'Av. de Barcelona i la seva canalització soterrada. Segons els tècnics municipals, la reconstrucció del carrer i substitució de la canalització d'obra per un tub de formigó de 2 m de diàmetre es va poder efectuar gràcies a ajuts de la Generalitat.



Foto E14.- Boca de sortida amb reixa del rec del Pi a la platja. (foto del 31 d'octubre del 2005; cedida per l'ajuntament)



Foto E15.- La mateixa bocana actualment, amb acumulacions de grava. (foto PMR gener del 2008)

Es remarca que en les pluges de l'any anterior, de l'octubre del 2005, els desperfectes produïts varen localitzar-se a la riera de Portbou i no en aquesta conca, tal i com s'especifica en el capítol corresponent a la conca de la Riera de Portbou.

Com es comentava a l'inici del present capítol, no hi havia consciència de la perillositat d'aquest rec, almenys des que era canalitzat i soterrat. En l'aiguat de l'octubre de l'any 1987, no hi ha notícies que aquest torrent plantegés problemes importants.

Hi ha també la possibilitat que les modificacions de la carretera a les capçaleres dels dos torrents puguin haver significat un augment de la superfície de la conca, amb addició d'aigües per les cunetes dels túnels que connecten les valls veïnes, aigües que anteriorment anessin directament al mar. Aquest increment de l'àrea de la conca hauria significat també, un augment del cabal.

6.2.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.2.9.1.- Punts crítics

A partir de l'estudi realitzat en aquest treball es considera que hi ha una sèrie de punts crítics o zones problemàtiques, encara que entre els punts considerats conflictius per l'ACA, no n'hi ha cap que quedi situat a la conca del Pi. Com a punts crítics en el funcionament hídric de la conca, es consideren els següents:

- **Punt E1**, de confluència dels dos torrents, que coincideix amb el canvi de pendent del perfil longitudinal, amb frenada brusca de les aigües i acumulació dels sòlids de gran mida. És un punt que coincideix amb un pla de carrers i amb la carretera (fotos E2, E8, E9 i E10). Queda molt mal resolt l'embrocament i l'entrada de les aigües, ja reunides, al tram canalitzat.
- **Punt E2** d'entrada al tram de canalització soterrada sota l'Av. de Barcelona amb boca poc ampla i amb una reixa que ha de significar l'aturada d'elements grossos que ho embussin (foto E3 i E4).
- **Punt E3** de sortida de la canalització soterrada a la platja, que ocasionalment es troba poc lliure i alguna vegada totalment tapada per material de la platja (foto E15).

6.2.9.2.- Consideracions d'inundabilitat

Com ja queda exposat en les característiques hidrològiques i amb els condicionants de la traça en gran part ubicada en àrea urbana i a més a més canalitzada soterradament. La conca presenta una inundabilitat **alta** des de la confluència dels dos torrents de capçalera fins a l'entrada del soterrament. Aquesta assignació en estat natural continuaria en tota la traça del canal fins el mar. Ara bé, el fet d'estar soterrant des del punt E2 fins el mar modifica la inundabilitat. Per una banda la redueix, quan la crescuda és assumida per la canalització. Per altra banda, aquesta inundabilitat queda condicionada, en gran manera, per l'obturació o no de la boca d'entrada al soterrament. Quan és produeix l'obturació com en el cas de l'episodi de 2006 es va produir un corrent fort per sobre el carrer i es va posar de manifest la velocitat i l'energia del corrent que donarien elements per assignar novament una perillositat **alta**. Es a dir, en cas d'obstrucció per acumulació de materials arrossegats, les aigües tornaran a circular incontrolades pels carrers (principalment l'Av. Barcelona) fins a la mateixa platja. Ara bé, un problema importat de la inundabilitat d'aquesta conca és la freqüència amb que es pot produir un episodi similar al de l'any 2006. Aquesta conca és molt petita (0.193 km²) i per tant la coincidència entre una cèl·lula de tempesta d'alta intensitat i la conca serà relativament baixa (cal recordar que com més intensa és la tempesta, més petita la cèl·lula i per tant és menys probable la superposició).

Donades les característiques especials d'aquesta conca (inexistència de terrasses diferenciades) s'assigna la qualificació de perillositat **alta**, al tram a cel obert des de la confluència fins l'inici del soterrament, el soterrament, el con que indenta amb la terrassa T1 de la riera de Portbou i la traça del tram canalitzat soterradament sota aquesta terrassa fins el mar. De fet, les canalitzacions soterrades i els mateixos carrers fan o poden fer el paper de llera actual.

Es podria considerar que, a partir de les modificacions efectuades en la canalització soterrada de l'Av. Barcelona, aquesta és capaç d'absorbir l'aigua aportada pel torrent en episodis plujosos importants. D'altra banda, la disposició de la bocana d'entrada i de la reixa (**punt E2**) fan pensar que ha de resultar poc probable que tot el volum d'aigua aconsegueixi entrar-hi (foto E3). En el cas que aquesta boca no resultés capaç d'engolir tota l'aigua del torrent, ja sigui merament per la importància del cabal com per l'embussament, les aigües tornaran a saltar a la superfície des del punt E2 fins al punt E3, és a dir circularan per tota l'avinguda de Barcelona, fins al mar.

6.2.10.- Propostes de millora i de gestió

La reconstrucció del tram soterrat podria absorbir d'altres rierades d'una magnitud semblant a la del 2006, amb els condicionants relatius a les possibles obturacions, que s'exposen al paràgraf anterior referents a la seva boca d'entrada.

Les principals mesures que s'haurien de prendre es centren en els tres punts crítics assenyalats, i que es podrien millorar:

- 1) Endegar l'aigua en la confluència dels dos torrents fins a l'entrada del tram canalitzat (punt crític E1). Es podria habilitar, a cada torrent, un punt de retenció de grava grollera abans que arribi al carrer i embussi l'embornal.
- 2) Ampliació i endegament, de manera urgent, de la boca d'entrada del soterrament (punt E2).
- 3) Vetllar per mantenir lliure d'entrebancs la bocana de sortida a la platja (punt E3).

Com a mides de gestió, es proposa que, en moments de pluja intensa, les autoritats corresponents vetllin per la viabilitat dels carrers i l'absència d'obstruccions als embornals. En cas de perill, també hauran d'impedir el pas de vehicles i advertir als habitants del sector de la possibilitat de perill, de manera que es resguardin adequadament, les persones i els bens transportables, en àrees més segures, així com impedir el pas per indrets amb previsible perillositat.

Altres mesures a prendre són coincidents amb les de la conca de Portbou, que és on es situa la part més important de la població de Portbou, així com l'Ajuntament.

6.3.- Conca de la riera de Colera o de Molinàs

6.3.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, desguàs

És una conca situada entre la de Portbou, al Nord i la de Garbet, al Sud. Es troba orientada d'Oest a Est. L'artèria principal neix a la serra de la Balmeta, entre el Puig d'Esquers (605,9 m) i el Puig de Tarabaus (697 m). Drena doncs el vessant Est de la serra de la Balmeta, i els vessants meridionals del Puig de Tarabaus.

La totalitat de la conca té una superfície aproximada de 14,62 Km². La longitud total del curs principal 6,8 km i el desnivell del punt més alt a la desembocadura és de 697 m (Puig Tarabaus). Al N limita amb la conca de Portbou, a l'W amb la de Llançà i al S amb la de Garbet.

Veure el mapa de la conca.

L'eix principal d'aquesta conca rep indistintament el nom, de Colera o de Molinàs, i a nivell local s'utilitza tant el nom de riera com el de ribera. (foto C1)



Foto C1.- Vista general de la conca i del nucli urbà de Colera, amb el pont del ferrocarril i la canalització de la riera a primer terme. (Foto PMR, febrer 2008)

En el seu recorregut passa a ran del nucli de cases de Molinàs i creua el nucli urbà de Colera ben bé pel mig, just immediatament abans d'arribar al mar.

La vall constitueix un eix de comunicació, amb un camí, de traça gairebé paral·lela a la mateixa riera, que uneix el nucli de Molinàs i altres masos dispersos i molts d'ells ara abandonats, amb el nucli de Colera i la resta de la comarca. També havia sigut una de les vies d'accés a l'antic castell de Molinàs, ara en runes i amb l'ermita de Sant Miquel, ara restaurada.

L'estudi de detall s'ha efectuat a partir de Molinàs, punt a partir del qual comença a haver-hi població i el risc d'inundació.

En la conca de Colera s'ha considerat divisible en tres trams ben diferenciats, amb una sèrie d'afluents dels que es citen els més importants:

- el curs **superior**, de capçalera, fins a Molinàs, amb règim torrencial i forts pendents
- el curs **mitjà**, entre Molinàs i la incorporació del rec del Falcó, on es comencen a formar eixamplaments amb amples terrasses
- el curs **baix**, a partir del rec del Falcó i fins al mar, on la vall i les terrasses ja són amples; en els darrers dos terços d'aquest curs, la llera es troba ja canalitzada.

1) El tram de curs superior o de capçalera és el constituït pels petits torrents, de pronunciat pendent i de fons ben encaixat en "V". Es tracta d'un sector limitat per un conjunt de cims, tal i com ja s'ha exposat al primer paràgraf d'aquest apartat 1. Les valls d'aquest tram conflueixen al voltant del grup de cases de Molinàs, constituint un ventall de direccions que van des del Nord al Sud, passant per l'Oest: rec de Sant Miquel, torrent de l'Infern i Torrent del Mas Tarragona.

2) El tram mig, entre Molinàs i el rec del Falcó, després d'un tram de fons rocós, amb petits salts i els corresponents gorgs (foto C2), la vall ja va eixamplant-se i el fons va prenent una forma irregular primer (foto C3a) i més planera després (foto C3b), quedant constituït per còdols i graves.



Foto C2.- Salt d'aigua i gorg a ran de Molinàs. (foto PMR, juny 2008)



Foto C3a.- A dalt, Irregularitats a la llera i aflorament de la roca. (foto PMR, maig 2009)

Foto C3b.- A baix, aspecte d'una zona planera del tram mig amb la terrassa T₀. (foto PMR, maig 2009)



Foto C4.- Sector de terrasses ocupades per conreus a la confluència amb el rec del Falcó. (foto PMR, juny 2008).

És a Molinàs on comença l'estudi detallat enfocat als problemes d'inundabilitat. A partir de la barraca de Tarragona, es presenten ja les planes laterals d'al·luvions (terrasses), on s'ha implantat els conreus (fotos C4).

En aquest tram s'incorpora, per l'esquerra, la riera de Corbera (**entre els punts C7 i C8**) i per la dreta el còrrec de la Coma del Vaixell. Al voltant de la cota 20, s'incorpora el rec del Falcó on es considera acabat aquest tram (**punt C11**). Hi ha alguns punts d'intersecció del camí de Molinàs amb la llera de la riera, sempre mitjançant guals (**punts C1 a C-11**)(foto C5).



Foto C5.- Gual del camí de Molinàs, a ran de la confluència amb el rec del Falcó. (Punt crític C11). (foto PMR, juny 2008)



Foto C6.- Vista general del nucli urbà de Colera i de la vall de Molinàs, des del mar a la capçalera. (Foto PMR, febrer 2008)

3) El tram inferior és ja una vall bastant ampla, d'uns 200 a 300 m entre el peu dels vessants de les dues ribes oposades. A partir del Pla d'en Girau la vall és més planera, però l'amplitud més important i homogènia es presenta a partir del pont de la carretera N-260, a partir del qual ja es troben cases i estructures urbanes del nucli de Colera (foto C6). La principal estructura, a més a més dels habitatges, és la canalització de la riera, que s'explica més endavant a l'apartat d'estructures antròpiques. Entre aquestes estructures cal remarcar també l'imponent pont del ferrocarril, també descrit més avall.

El rec del Falcó és un afluent per l'esquerra, que s'incorpora amb direcció NNW-SSE al voltant de la cota 20; és un afluent important perquè recull importants cabals en períodes plujosos, i que ha estat capaç d'originar sectors amb sediments de terrassa al·luvial a les dues ribes, des del mas Blanc fins al mateix pla d'en Girau on conflueix.

Ja en el sector urbà, s'incorporen el rec de la Fonollera per la dreta i el rec de la Murtra per l'esquerra.

La desembocadura al mar s'efectua just dins del port esportiu.

La major part de la plana ocupada pel nucli urbà de Colera queda al damunt d'una terrassa. Hi ha amples sectors on la terrassa ha estat recoberta per terres d'aportació recent, amb la finalitat d'apujar el nivell del terreny i evitar que les aigües hi arribin en cas de desbordament.

6.3.2.- Característiques del substrat

Com totes les conques d'aquesta àrea presenta un substrat rocós constituït per les pissarres i esquistos cambro-ordovicians, amb dics i filons de quars i de feldspats blancs. Els sectors on afloren vetes quarzoses ressalten netament en el paisatge perquè sobresurten topogràficament (més resistents a l'erosió) o pel seu color blanc. Sovint la toponímia els incorpora, com les Roques Blanques, entre els punts C8 i C9 (fotos C7 i C8).

Aquest substrat aflora i queda netament visible no tan sols en els vessants (veure foto C3a) sinó fins i tot a la mateixa llera. En algun sector, queda recobert o emmascarat per la presència de recobriment de terres (terra vegetal, col·luvions, abocadors i terraplens) així com per clapes de vegetació.



Foto C7.- Aflorament del substrat rocós a la llera del tram de capçalera. (foto PMR, juny 2008)



Foto C8.- Dic de quars aflorant a la llera del tram capçalera. (foto PMR, juny 2008)

Hi ha també sectors on el metamorfisme ha originat acumulacions minerals en forma de filó, com ara a la vall de la riera de Corbera, lloc on, el segle XIX, s'hi explotà un petit filó d'or i de plata, però sobre tot de ferro i de sofre (pirites). Hi ha amples sectors molt ferruginosos i de rocam oxidat, prou notables i visibles com per quedar recollits en la toponímia de determinats punts, com ara la Cala Rovellada.

En conjunt es tracta de la roca característica de tot el sector de les Alberes.

6.3.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

Els sediments recents de la conca es concreten, especialment, en els materials aportats per les aigües en forma de terrasses. A la confluència d'algun torrent afluent amb el principal també s'ha desenvolupat algun con de dejecció. També existeixen petits enclaus de peu de mont i de col·luvió, que no han estat inclosos en la cartografia geomorfològica per la seva poca superfície i escassa incidència hídrica.

Per la seva importància en extensió, gruix i efectes hídrics, en aquesta conca també cal esmentar, els materials d'aportació antròpica recent, en forma de terraplenats i/o d'abocadors i escombreres.

6.3.3.1.- Les terrasses

Les terrasses són els sediments recents més importants en quantitat i també en significació morfològica i hídrica. Com en les altres conques de l'estudi, les terrasses aquí presents són: la T0, de sedimentació actual i la T1, topogràficament més alta.

Sobre la cartografia geomorfològica, les terrasses queden distribuïdes de la següent manera:

En aquesta conca les terrasses comencen a ser presents al voltant de la cota 100, (**punt C2**) a prop del nucli de Molinàs, i concretament a la part baixa del rec de l'Infern, a ran del Molí.

Aquest inici el representa la terrassa actual o T0 recobrint algun sector dels afloraments del substrat rocós. Després la majoria de còdols són de pissarra, predominantment de 5 a 20 cm i alguns de grans dimensions, de l'ordre de 50 cm i com es veurà més endavant en les acumulacions dins de la canalització. Són còdols de caires ja polits o lleugerament arrodonits (fotos C9 i C10).



Foto C9.- Terrassa T_0 en el tram mig amb predomini de còdols de 5 a 20 cm i alguns de l'ordre de 50 cm. (foto PMR, juny 2008).



Foto C10.- Detall de la composició de la terrassa T_0 en un petit tall. (foto PMR, juny 2008)

La terrassa T_0 presenta una important amplada (50 a 60 m) entre els punts **C4** i **C8**, constituint un veritable pedregar. El gruix resulta poc mesurable per manca de visibilitat de la base, però en el punt de la foto C10 se'n dedueix un gruix mínim de l'ordre dels 80 cm.



Foto C11- Escarpament de la terrassa T_1 , a nivell del pla d'en Girau. (foto PMR, agost 2010)

En tot el tram canalitzat de la riera de Colera o de Molinàs, la terrassa T_0 queda amagada per sota del fons de la canalització i en part també pels rebliments de terres aportades i situades entre els murs de la canalització i els antics talussos naturals de les dues ribes.

Entre les terrasses T_0 i les T_1 , el desnivell resulta de l'ordre dels 1,80 a 2,50 m, variant sempre en funció de la forma local de la topografia (foto C11).

Entre els punts de gual C-2 i C-3, al voltant de la barraca de Tarragona, apareixen els primers retalls de terrassa superior T_1 , que formen estretes planes a les ribes de la riera, topogràficament situades al voltant de la cota 75. Aquí els gruixos de sediment són ja de l'ordre dels 1.50 m.

Seguidament, després de la incorporació per la dreta del rec de la Coma de Vaixell, s'obre una altra esplanada de terrassa alta T_1 , anomenada Pla d'en Delfau (entre els punts **C6** i **C7**), que queda separada de la llera per un simple talús, d'uns 1.50 a 2.00 m d'alt.

El gran desenvolupament en planta de la terrassa T_1 s'inicia al Pla del Perdigot a la riba dreta, i més avall, a la confluència amb el rec del Falcó, constituint el pla d'en Girau i les oliveres d'en Llença. Passat l'estret de la carretera (**punt C13**), una ampla plana de terrassa T_1 s'estén a dreta i esquerra, on es situa el nucli urbà de Colera. A la riba dreta la plana de terrassa s'estén entre el pont del tren i la depuradora (Horts de la Baga). A la foto C12, es pot observar un detall de la tipologia de còdols que componen la terrassa T_1 .



Foto C12.- Detall de la composició de la terrassa T_1 .
(foto PMR, maig 2009)

El rec del Falcó presenta una direcció general de NNW-SSE, amb lleugeres ziga-zagues i desguassa a la ribera de Molinàs uns 550 m aigües amunt del pont de la carretera. Els sediments al·luvials s'inicien uns 100 m per sobre del corral de la Font del Moro, amb la terrassa actual T_0 al centre de la llera. A partir del Corral, ja apareixen dues mitges llunes de terrassa T_1 , d'un gruix de l'ordre de 1 m.

Per sota de Can Blanc i de l'olivar d'en Peral s'apareixen amples planes de la terrassa T_1 , que es situen tant a la riba dreta com a l'esquerra, mentre pel centre hi segueix present la grava de la terrassa actual. És a partir d'aquí on la terrassa T_1 ha estat recoberta per les terres de rebliment antròpic d'aportació recent, com es descriu posteriorment.

Una mica més avall, uns 200 m abans del pont de la carretera N-260, la llera es torna a estrènyer per l'aportació antròpica de terres a la riba esquerra, que ocupen un sector molt ample, mentre que per la dreta el vessant de roca és de pendent molt pronunciat. El sector de les oliveres d'en Llença i la part de sediments naturals per sota del terraplè, constitueixen la continuació de la terrassa superior T_1 del pla d'en Girau, terrassa que ja es manté d'una important amplada, a dreta i esquerra de la llera actual, fins a la platja de les Portes.

En el sector final de la conca, la terrassa T_1 presenta uns nivells superficials granulomètricament menys grollers, compostats per llim i sorra.

6.3.3.2.- Terres d'aportació o de rebliment antròpic

En aquesta conca els materials d'aportació consisteixen essencialment en les terres procedents d'obres d'infraestructures, com de la perforació dels túnels del tren o de modificació del traçat de la carretera.

Els procedents de la perforació de túnels només s'han utilitzat en els estreps del pont, però presenten un gruix molt important, superior als 15m.

Les aportacions de runa d'altres tipologies, predominantment dels túnels de les recents modificacions de la carretera, queden distribuïdes de manera desigual, però especialment en el sector del pla d'en Girau (**punt C11**). Entre aquest pla i la llera actual s'ha situat gruixos de 2 a 3 m de terres de rebliment. (foto C13), que fan la funció de mota.



Foto C13.- Important gruix de terres aportades al Pla d'en Girau sobre la terrassa T₁. (foto PMR, juny 2008)

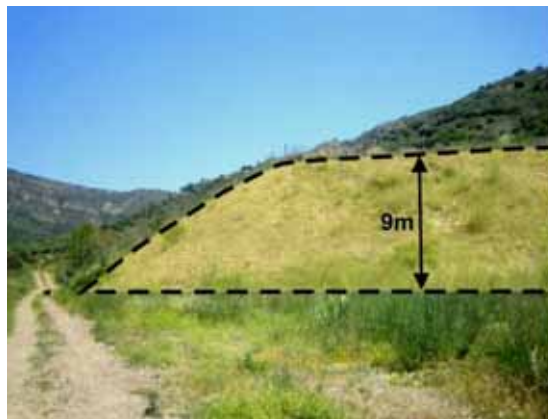


Foto C14.- Un altre important acumulació de terres a la riba esquerra de la Riera del Falcó. (foto PMR, juny 2008)

A la part inferior del rec del Falcó, les terres aportades arriben a gruixos importants en algun sector (fins a 9 m en la vora externa del costat esquerre del rec, on presenta un pendent de talús de l'ordre del 45° (foto C14). Les dues àrees de rebliment presents a la riba dreta són molt extenses però de menor gruix, tot i que algun dels pins anteriors a l'aportació en sobresurt únicament la copa, quedant el tronc enterrat quasi totalment (foto C15).



Foto C15.- Rebliment de terres a la riba dreta del rec del Falcó; notis l'enterrament del tronc dels pins, dels que únicament en sobresurt la copa. (foto PMR, juny 2008).

Altres sectors varen ser reblerts amb materials diversos com ara d'enderrocs, runes d'obra i fins i tot amb brossa domiciliaria. En els sectors més propers a la llera principal de la riera, i especialment a la riba esquerra, poc aigües amunt i aigües avall del creuament de la riera amb la carretera, els gruixos de terres arriben a ser de l'ordre dels 3 m.

El darrer tram del rec de la Murtra queda soterrat fins a la canalització de la riera de Molinàs, i en gran part es troba, a més a més de canalitzat, recobert per terres de recent aportació antròpica.

6.3.4.- Vegetació i usos del sòl

Els vessants de la part alta de la conca queden poblats essencialment per matolls, encara que hi destaquen alguns boscos de pins i pins aïllats; també alguns altres arbres dispersos, com ara alzines. Els boscos ocupen essencialment els vessants d'obaga. A les solanes hi abunden les figueres de moro. Abunda la vegetació de jardí i arbres plantats entre les cases de la urbanització de Sant Miquel i en el sector del càmping. La vegetació autòctona es pot observar en algunes de les fotografies de paisatge general, com per exemple en les C3a, C3b, i C15.

Alguns sectors de bosc han estat repoblats amb pins per tal d'evitar l'erosió, però la freqüència dels focs forestals fan que aquesta tipologia de vegetació quedi només representada per claps de bosc i fins i tot per arbres aïllats. Tot i l'inconvenient dels incendis, es nota una lenta però progressiva invasió del bosc de pins en les àrees d'antigues vinyes situades en sectors en pendent no conreats de fa anys (des de la "fil·loxera").

També es nota, en les línies de fons de vall, una certa representació de vegetació de ribera, que sovint col·labora activament a la formació de les motes.

La vegetació resultant del conreu es basa essencialment en les oliveres i les vinyes, encara que també algun altre arbre fruiter.

Com resulta lògic, els conreus es situen essencialment a la part baixa de les valls i preferentment al damunt dels retalls de la terrassa T₁, ja que resulten ser més fèrtils i més planeres i accessibles (veure foto C4). Com a exemple hi ha una extensa part del pla d'en Girau, que és la confluència del Rec del Falcó amb la ribera de Molinàs, on la T₁ està ocupada per vinyes, poc o molt protegides per murets de pedra seca i per motes. Algun sector també es troba ocupat per oliveres.

Abans de la plaga de la fil·loxera les vinyes havien ocupat sectors amb pendents pronunciats, sobre feixes inclinades separades per murets de pedra seca i que encara queden ben visibles en amples sectors. Modernament es torna a replantar vinya en sectors en pendent.

A la part baixa de la conca, en el sector del càmping i de la urbanització de Sant Miquel, la vegetació plantada fa anys és abundosa, predominant-hi també els pins.

Com en la majoria de les valls compreses en el present estudi de recerca, els usos del sòl s'han modificat poc durant els darrers cent anys. No s'ha programat ni extensos sectors d'urbanitzacions als vessants, ni grans espais de polígons industrials.

En el sector del nucli urbà, la variació ha sigut lenta però constant, en forma d'edificació d'habitatges, alguns d'ells alts i d'altres amb planta de soterrani. També s'ha urbanitzat i impermeabilitzat alguns carrers.

A la boca de la riera, la gran variació en l'ús del terreny ha consistit en la construcció del port esportiu.

6.3.5.- Ocupació humana i població

Segons el web de l'ajuntament de Colera, el primer document on apareix el topònim "Colera", és l'acta de consagració de l'Església de Sant Quirze, l'any 935.

Possiblement el topònim prové del llatí "Collis", coll o turó.

El dia 4 de febrer de 1769, Isidre Ferran Sangenís, de Garriguella, envià una sol·licitud al rei Carles III per a la fundació de la nova vila de Colera, de 50 cases amb els corresponents veïns, en terrenys de la seva propietat. El 4 de juliol de 1770, arribà l'autorització del rei per a la constitució d'un nou poble, que es dirà "San Miguel de Colera"

A petició d'uns veïns de Molinàs i de Portbou, la Diputació de Girona, en data 10 d'abril de 1885, va dictar una ordre on el municipi de Sant Miquel de Colera passava a formar part del de Portbou. Com a reacció, els veïns de Colera, en desacord amb aquesta ordre, varen cremar els arxius de l'ajuntament el 23 de maig de 1885. Posteriorment, el 2 de juliol de 1934, el President de la Generalitat va autoritzar la segregació de Colera del terme municipal de Portbou.

Com ja ha quedat exposat en la presentació de la conca, el terme municipal de Colera té dos nuclis de població: Colera i Molinàs

Colera es situa majoritàriament en la part baixa i planera de la conca de la riera de Colera (o riera de Molinàs). Inicialment el nucli es situava sobre la terrassa T₁, entre la carretera i el pont del ferrocarril, posteriorment va anar creixent entre aquesta via i la platja. Darrerament algunes cases s'han construït en el vessant de la riba dreta, ja fora de la plana al·luvial de la terrassa T₁. Ara s'està pensant en el projecte de construcció d'una urbanització a la riba dreta, entre la de urbanització Sant Miquel (ja existent) i el càmping, que podria fer augmentar la població en aquest sector. Aquest nucli de població s'ha anat desenvolupant alineadament al voltant i paral·lelament a la riera, és a dir al centre de la vall (foto C16, i veure també les fotos C6 i C1).



Foto C16.- Vista del sector central del nucli urbà, amb el pont del ferrocarril. A l'esquerra la urbanització Sant Miquel i el càmping. (foto PMR, febrer 2008)

Molinàs és un nucli d'unes 8 a 10 cases o masos i uns 5 masos més disseminats; havia sigut un llogaret, però actualment no té població permanent, amb alguna de les cases restaurada i usada com a segona residència.

La seva ubicació coincideix amb el punt de confluència dels principals torrents de la capçalera; es pot considerar que la ribera de Colera o de Molinàs neix, com a tal, en aquest nucli (foto C17).



Foto C17.- Nucli de cases de Molinàs. (foto PMR, maig 2009)

Les conques de la riera de Colera i la de Garbet son independents hidrològicament i es tracten separadament, però a nivell administratiu i per tant de les dades de població són una sola entitat.

Malgrat aquest fet cal tenir present que Garbet no té població permanent i només hi ha habitants en períodes de vacances. Segons l'IDESCAT les primeres dades de població, paradoxalment, daten del 1717 amb només 3 habitants. Les següents són del 1787 amb 228 i fins el 1877 hi ha un creixement fins arribar als 1223 habitants. Entre aquest any i fins el 1936 no hi ha dades, ja que correspon al període en que el municipi estava annexat al de Portbou. El 1936 la població havia baixat a 656 i aquesta tendència es manté fins el 1955 on hi ha 362 habitants. Els anys posteriors (fins el 2009) la població oscil·la entre els 400 i poc més dels 600 habitants, arribant al màxim de 655 el 2004 i amb 573 el 2009. No hi ha dades de població estacional, però Colera té unes urbanitzacions i instal·lacions turístiques que indiquen creixements estacionals de població, entre elles un càmping.

Segons l'IDESCAT, pel conjunt del municipi de Colera, el nombre d'habitatges secundaris (ocupació estacional) marca un creixement a partir del any 1960 i passa de 47 fins a 442 l'any 2001. En canvi els habitatges principals (població estable) han tingut un creixement molt més reduït de 142 a 221 entre els anys 1960 i 2001. A partir d'aquestes dades es pot estimar que la població estacional el 2001 es de l'ordre d'uns 1300 habitants (es consideren 3 habitants per habitatge), sense comptar els ocupants del càmping. Si els habitatges vacants fossin tots ocupats la xifra podria augmentar amb uns 500 habitants.

Per les circumstàncies ja exposades anteriorment, cal tenir present que el nucli de Colera i de Molinàs foren agregats a Portbou el 10 d'abril de 1885, i que els arxius de Colera varen ser cremats el 23 de maig del mateix any. Resulta doncs difícil tenir dades estadístiques de Colera durant el període d'annexió.

La taula següent, elaborada amb dades de l'IDESCAT pel conjunt del municipi de Colera, recull les dades d'habitatges segons tipologia i permet tenir una idea del creixement del municipi des de l'any 1960 (primer any amb aquesta informació). La segregació del nucli de Colera del de Portbou, efectuada el 2 de juliol de 1934, no afecta les dades d'aquesta taula.

Cens de Colera	convencionals/principals*	Secundaris	Vacants **	Altres** *	Total
2001	221	442	173	1	837
1991	173	467	120		763
1981	166	494	3	0	663
1970	155	189	0		344
1960	142	47			189

- * El 2001 diu convencionals i el altres anys principals
- ** Vacant = deshabitat en el moment de presa de dades
- *** Altres = no classificats

L'evolució o creixement urbanístic de Colera es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

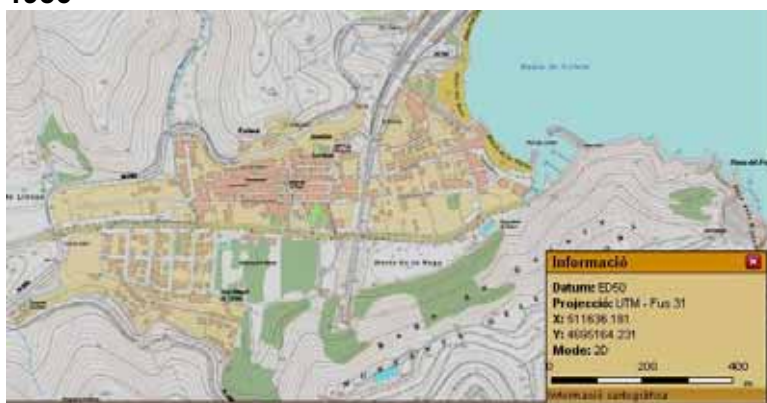
Conca de Colera o de Molinàs



1944



1956



2010

6.3.6.- Característiques hidrològiques de la conca

El règim hídic de la conca és clarament torrencial, de rierada o "flash flood" com a tota la zona, però la principal particularitat és al tram final.

Cal remarcar que la canalització i endegament del darrer tram de la traça i de diversos trams de torrents afluents han de significar una modificació de la dinàmica hídrica de la conca, així com també l'ha de modificar el creixement del nucli urbà de Colera a totes dues bandes de l'eix del torrent, augmentant la velocitat per disminució de la rugositat (per exemple el formigó de la solera i de les parets és llis) i l'increment de la concentració.

La vall de Colera, en el seu tram inferior o curs baix, presenta un funcionament hídric molt diferent de les veïnes, ja que té un important aqüífer subterrani pel gruix de grava acumulat al fons de les valls. Es tracta doncs d'un aqüífer molt permeable, recobert per una prima capa granulomètricament més fina i per tant menys permeable, composta per terres llimoses. Subterràniament rep aigua dels cursos de Molinàs, de Corbera, de la Murtra, del Falcó i els demés afluents.

Aquest aqüífer té un flux subterrani que arriba a aflorar quan aquest queda ple i una part de l'aigua passa a ser superficial.



Croquis del funcionament hídric de l'aqüífer del tram inferior de la conca de Molinàs o de Colera. Existeix un nivell de l'aigua en estat de repòs que ha de coincidir amb el nivell del mar. En moment de recàrrega ràpida, la sortida al mar queda dificultada per la pressió de l'aigua marina, proporcionant a l'aqüífer una pressió més elevada, que origina surgències a la superfície a través dels pous i del propi terreny

Així, es pot donar el cas que en moments de pluja relativament important, les rieres no baixin plenes, ja que la circulació és subterrània. En arribar les aigües subterrànies a prop del mar i trobar l'aqüífer ple, encara que sigui ple de les aigües del mar, es produeix una frenada de la velocitat i un increment de la pressió de l'aigua en l'aqüífer, que fa que sorgeixi, brollant a la manera d'aigua artesiana. Aquest fenomen és encara de magnituds més importants en moments de temporal de llevant, quan es solen produir seixes amb elevacions de fins a 2 m del nivell del mar, elevacions que repercuteixen també en els nivells i la pressió de l'aqüífer subterrani.

El 1987 l'aigua va passar pels carrers, però al cap d'uns 2 a 3 dies l'aigua sortia per la boca dels pous, per ascens del nivell freàtic, segons el propietari del restaurant el Jovent. Per això els pous tenen una plataforma a dalt per recuperar el motor i deixar-lo fora quan hi hagi perill d'aparició d'aigua artesiana.

També el Sr. Marcel Nadal, de l'Ajuntament de Colera, informa que "l'aigua brolla de sota terra, pels horts i pels pous". Els veïns de Colera, coneixedors del fenomen, construïren una mena de recs de drenatge seguint les línies de cotes mínimes, per tal que aquestes aigües circuïessin soles en direcció al mar. Aquesta mena de recs, anomenats "agulles" anaven protegides lateralment per unes parets de pedra seca; el solc de drenatge tenia uns 40 a 50 cm de profunditat (foto C18). En l'actualitat les

agulles han anat desapareixent a mida que s'ha anat edificant el sector urbà més proper al mar, entre el pont del ferrocarril i la platja. En algun solar encara sense construir se n'ha pogut observar alguna resta.



Foto C18.- Restes d'una antiga agulla de drenatge amb la riba esquerra original i la dreta modificada per la vorera de l'edifici. (Sector històric C19.) (foto PMR)



Foto C19.- Excavació per a construcció que va quedar inundada per surgència fins a la una tercera part de la seva fondària. En els talussos es poden veure els sediments fins, relativament permeables, deixats per anteriors rierades. (Sector històric C19.) (foto PMR)

Alguns trams, foren reparats, en el seu moment, a base de col·locar una canonada drenant soterrada. El problema d'aquestes agulles sempre ha sigut l'escàs pendent fins al mar, que sovint fa que es desbordin inundant l'àrea, a l'espera que la circulació hídrica vagi drenant lentament o bé que l'aigua subterrània vagi baixant de pressió i es torni a infiltrar. El **punt històric C19** està dins del sector d'agulles.

Un altre exemple recent de la pressió hídrica en l'aqüífer subterrani s'ha donat en un solar que es trobava excavat a finals del 2008, a prop del peu del pont del ferrocarril; va quedar inundat uns dies després d'haver baixat aigua per la riera. Es va omplir per les aigües artesianes procedents de l'aqüífer molt carregat, que va fer pujar momentàniament el nivell freàtic (foto C19).

Aquesta situació de pressió de d'aigua subterrània també ha comportat, en algun moment posterior a la construcció de la canalització, que es produís una pressió hidràulica sota les lloses de la canalització, ja que no hi havia aigua superficial a la riera, pressió que feia brollar l'aigua entre les lloses i les feia bellugar. A rel d'aquesta situació, l'Ajuntament optà per efectuar nombroses perforacions al formigó de la base de la canalització de la riera, en el tram més proper al port, per tal que l'aigua brolli verticalment i disminueixi la pressió subterrània i no empenyi les lloses ni les faci "surar" (fotos C20 i C21).



Foto C20.- Perforacions a les lloses de la base de la canalització per tal de disminuir la subpressió de l'aigua de l'aquífer subterrani. (Sector històric C19.) (foto PMR, juny 2008)



Foto C21.- Vista de la canalització amb indicació d'algunes de les perforacions a la llosa per tal de disminuir la subpressió de l'aigua de l'aquífer subterrani. (foto PMR, juny 2008)



Foto C22.- Vista dels sediments acumulats en el sector final de la canalització, poc després de la rierada del 1993. Notis la mida d'alguns dels còdols, que és de l'ordre de 30 a 50 cm. (foto M. Carrés)

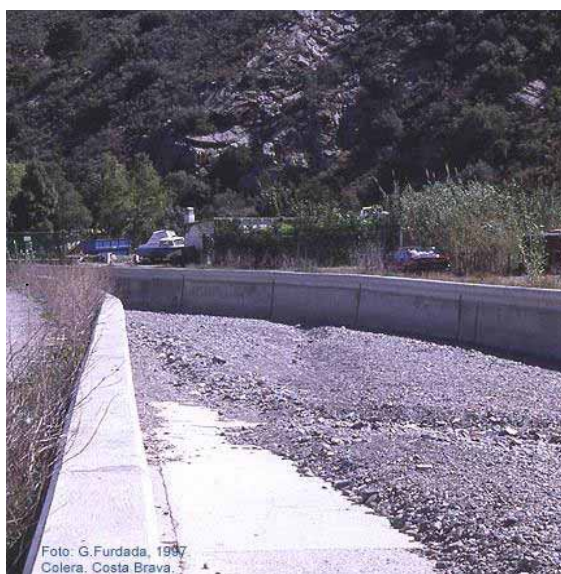


Foto C23.- Un altre exemple d'acumulació de sediments associada a la rierada de 1997. (foto G. Furdada)

Colera s'abasteix per si sola d'aigua potable, majoritàriament procedent d'un aquífer de Molinàs, que és molt ric, en contraposició amb el terme de Portbou que és molt sec; d'aquí que es construís la presa a Portbou i no a Colera. L'ex alcalde Sr. Carrés diu que l'aigua és també abundant al sector de les mines de la vall de Corbera.

Un altre aspecte interessant d'aquesta conca és la important magnitud de la càrrega sòlida que pot ser transportada, tal com s'ha pogut identificar a les rierades de l'any 1993, del 1997 i també en posteriors aiguats com el de l'any 2005, com es pot veure en les grans acumulacions dins de la canalització (fotos C22 i C23) tal com s'explica en l'apartat dels esdeveniments històrics.

6.3.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

S'ha diferenciat elements antròpics que interfereixen o modifiquen la dinàmica hídrica de la conca de Colera. Els principals són: a) les acumulacions de terres de rebliment, b) la canalització del tram inferior, c) els ponts i passeres i d) el port esportiu.

6.3.7.1.- Acumulacions de terres de rebliment

En aquesta conca cal fer referència a les aportacions de terres i runes d'escombrera procedents de la perforació dels túnels de la carretera, que es situen al sector més ample de la vall, poc abans de creuar la carretera i poc després d'entrar en la canalització. Hi ha també acumulacions de terres a la manera d'escombrera en el tram inferior de la traça del rec del Falcó. Altres escombreres de fa molts anys són les corresponents a les antigues mines, a la riba esquerra de la riera Corbera (veure fotos C13, C14 i C15).

La ubicació d'aquesta acumulació de materials queda representada en la cartografia geomorfològica de la conca i descrita l'apartat 3.2 de terres d'aportació.

La intencionalitat d'aquestes aportacions va ser, essencialment, elevar topogràficament els terrenys de les ribes de la riera, de manera que endeguessin les aigües i les obliguessin a circular per les lleres i evitar o mirar d'evitar al màxim els desbordaments i les inundacions. Recentment, aquestes aportacions s'estan fent de manera poc programada.

De moment els efectes d'aquesta tipologia d'aportació encara no han estat totalment avaluats, per manca de pluges de prou importància de llavors ençà (iguals o superiors a les del 1987); de moment es limiten a fer de "mota" en la línia de la riba esquerra. Tanmateix, en un moment de crecudada molt important, aquesta acumulació de pedres i terres pot augmentar encara més, i de manera considerable, la càrrega sòlida de les aigües si s'erosionen o s'esllavissen.

Aquests rebliments ocupen una part de la zona de laminació de crecudada i per tant la redueixen i incrementen el calat i la velocitat de l'aigua. Així, aquests rebliments, a part de la zona aixecada que pot quedar per sobre de la zona inundada, poden tenir efectes negatius. S'hauria d'acabar de determinar en quin grau s'ha modificat la dinàmica hídrica i valorar els aspectes positius i negatius.

A l'apartat relatiu als punts crítics es tracta aquest problema, especialment en el sector del pla de Girau.

6.3.7.2.- Canalitzacions i estructures laterals

A partir de la carrereta, a uns 1200 m de distància de la costa (**punt C13**), la llera es troba actualment canalitzada fins al port esportiu, o dit d'altra manera fins al mar. La canalització es compon de dos murs laterals i solera de formigó, segons el projecte de l'enginyer Jordi Quera (ENINGEST, S.L.1988). Pressupost del projecte: 161 M de pessetes(veure foto C1).

Aquesta obra de canalització es va projectar després del desastre de l'aiguat de l'octubre del 1987 i les obres varen durar del 1990 al 1993. El projecte es basa en el Pla General d'Ordenació Urbana de Colera, de l'any 1978/79.

Segons els càlculs del projecte, la canalització esta dissenyada per una capacitat de 153m³/s, que seria la corresponent a la crecudada de 500 anys de període de retorn, segons les estimacions de cabals fetes a partir del mètode racional. Les dimensions del tram canalitzat, des de la carretera N-260 fins al mar és de 1200 m de longitud i d'uns 12 m d'amplada; l'alçada

dels murs laterals és de 1.80 a 2.40 m, més la barana discontinua de 0.60 m per sobre del terreny exterior. Aquests murs laterals són de formigó, d'una amplada de 0.70 m a la base, sobre una sabata rectangular de 0.60 m de gruix i 1.60 m d'amplada; tenen una junta cada 12 m. La llosa de fons, de 0.20 m de gruix és de formigó, armat amb un xarxat, i la cara superior es fa coincidir amb la cara superior de la sabata dels murs laterals; se li deixa 3 juntes longitudinals (cada 4 m) i juntes transversals (cada 6 m). El perfil longitudinal del tram canalitzat presenta un pendent mig de l'ordre de l'1% (foto C24).



Foto C24.- Aspecte típic de la canalització amb els murs laterals i la base de formigó. (foto PMR, febrer 2008)



Foto C25.- Rampa d'accés a la canalització indicada per la fletxa, en la direcció del corrent, (mirant aigües amunt). (foto PMR, febrer 2008)

Una rampa d'accés al fons de la canalització queda ubicada uns 80 m abans del port esportiu, a la riba esquerra, i que permet l'accés de vehicles al port i també a la mateixa canalització, de cara a la neteja i manteniment del tram canalitzat (foto C25).

En l'actualitat, després de 15 anys de la construcció de la canalització, es nota que el ciment i els àrids que en formen l'estructura presenten sectors amb el formigó erosionat i desgastat. La seva valoració es fa en altres apartats, després de valorar les informacions històriques, etc.

A l'espera de les obres d'endegament i canalització, l'ACA va fer efectuar, després de l'aiguat del 1987, un dragatge del llit de la riera per tal de disminuir, a curt termini i provisionalment, les possibilitats d'inundació.

Anteriorment a aquesta canalització, es varen efectuar diverses intervencions, consistents en: aixecament de motes de defensa, construcció de murs de pedra seca, construcció de murs d'obra de maó, construcció de defenses d'escullera, sempre amb unes aplicacions parcials i amb uns resultats també parcials per no dir-ne poc efectius. Aquestes mateixes estructures ara es troben de forma discontinua i de tipologia desigual des de la barraca de can Tarragona fins a l'entrada de la canalització de l'ACA.

Per exemple, existeix un tram d'estructura lateral de la llera actual a nivell de la barraca de Tarragona, que s'efectua essencialment per petites motes o per simples talussos sense protecció amb un salt de l'ordre dels 1.20 a 1.50 m. Tot i això, possiblement a causa d'algun desbordament no situable en el temps, els veïns de la barraca de Tarragona van optar per protegir la casa i els seus conreus mitjançant una escullera (poc més amunt del gual del **punt C3**). Segons indica l'ex-alcalde Sr. Carrés, en el moment de col·locar l'escullera (finals de la dècada del 80), es va posar també la runa procedent de l'enderroc de l'antiga caserna de la Guardia Civil (foto C26).

Existeix un altre projecte d'endegament del 2001, del tram aigües amunt de la carretera N-260, també elaborat per INIGEST, SL, (Jordi Quera), patrocinat per l'ACA i promogut per l'Ajuntament. La finalitat d'aquest és controlar millor el possible desbordament del rec del Falcó i del tram corresponent al pla d'en Girau. Consisteix en la canalització d'uns 500 m de la riera de Molinàs i uns altres 500 m del rec del Falcó. La protecció dels marges seria mitjançant escullera. Aquest projecte resta encara per aprovar, però, en part, ja s'han anat fent moviments i aportacions de terres però sense planificació. El darrer tram dels recs de la Murtra queda soterrat fins a la canalització de la riera de Molinàs, i en gran part es troba, a més a més de canalitzat, recobert per terres de recent aportació.



Foto C26.- Escullera de protecció de conreus a la riba esquerra, al sector de la barraca de Tarragona, poc per sota del nucli de Molinàs. (foto PMR, juny 2008).

Està infradimensionat (fotos C27) i ha creat problemes, per exemple l'any 2005 (**punt C16**). El rec de la Fonollera té una conca més petita i un gàlib més gran i no presenta problemes (foto C28).



Foto C27.- Boca d'entrada infradimensionada al tram canalitzat del rec de la Murtra. (punt crític C16). (foto PMR, juny 2008).



Foto C28.-, Boca d'entrada del Rec de la Fonollera sota la carretera; al fons el cementiri. (foto PMR)

6.3.7.3.- Ponts i passeres

En aquesta conca hi ha una sèrie de ponts i passeres que a continuació es descriuen començant des de la capçalera.

En primer lloc s'ha de destacar que en la part de conca per sobre de la carretera N-260, no existeixen ponts pròpiament dits. Únicament alguna passera permet el pas de vianants en moments d'aigües baixes (passera de Molinàs, per exemple, foto C29). La resta d'interseccions entre els torrents (la riera i els seu afluents) i els camins (camí principal de Molinàs o d'altres de secundaris) s'efectua mitjançant simples **guals**, que queden inoperants en moments de crescuda, per petites que siguin.



Foto C29.- Passera formada per un simple tauló, al tram de capçalera, a Molinàs. (foto PMR)



Foto C30.- Pont de la carretera sobre la riera, just a l'inici de la canalització, i que pot provocar problemes d'embús i desbordament. (foto PMR)

El pont de la carretera N-260 sobre la riera (**punt C13**) (foto C30), és de 2 trams d'arc, de 7 m de base i 4,22 m a la clau de l'arc i 0,50 m de tauler sobre l'arc, a cadascun dels trams; la pila central, té 1 m de gruix.

L'amplada de la carretera i el pont que la suporta, és de 12 m; la rasant de la carretera al pont es situa a la cota 17,30.

Entre la carretera i el mar, per tal de salvar el solc de la canalització, hi ha un parell de ponts de formigó per a vehicles. El primer és el d'accés a la urbanització de Sant Miquel (**punt C14**) (foto C31), de 1,90 m d'alçada des del fons de la canalització i 11,20 m d'amplada entre la base dels murs de la canalització i el segon és al carrer de l'Escorxador (**punt C17**) de 2 m d'alçada i 12 m d'amplada.



Foto C31.- Pont de la urbanització Sant Miquel, que és un punt conflictiu per desbordament especialment per la riba dreta, tal com s'indica amb la fletxa. (Punt crític C13) (foto PMR, 2008).

Tots aquest ponts poden tenir problemes de desbordament i obturació.

Com a passeres per a vianants, la primera es situa al davant del càmping d'una alçada de 2,15 m i l'amplada general de la canalització de 12 m (foto C32). La segona, just a ran de la desembocadura, a l'entrada al port esportiu, té una alçada de 4 m sobre el nivell del mar i una llargada total de 26 m; cal considerar que els estreps queden allunyats de l'eix de la riera (foto C33). Totes dues són d'estructura de "ferro". Tenen una llum com per no presentar problemes i a més el desbordament ja s'haurà produït en els ponts anteriors i per tant el cabal que arribaria seria ja disminuït.



Foto C32.- Passera peatonal del càmping. (foto PMR, juny 2008)



Foto C33.- Passera sobre el port esportiu, al final de la riera. (foto PMR, agost 2010)

També cal fer esment del pont del ferrocarril, que passa per sobre del nucli urbà i creua la vall gairebé perpendicularment, a uns 300 m de distància del mar. Presenta una envergadura especialment remarcable, ja que és de 2 vies, de 4 pilars de grans dimensions i d'una alçada de l'ordre dels 18 m (veure foto C1). Els estreps signifiquen un important estrenyament de la vall, que en aquesta línia queda restringida només al sector de cases i de la canalització (uns 160 m) (veure mapa geomorfològic integrat). La construcció d'aquest pont va significar importants tivantors entre el municipi i la companyia dels ferrocarrils, ja que el projecte contemplava un terraplè només amb un túnel, de la mateixa manera que es va fer a Portbou, a Garbet o a d'altres torrents, cosa a la que la població es va oposar fins aconseguir que l'estrenyament fos "mínim" (l'actual). Cal assenyalar la destrucció parcial del pont a causa d'una forta tramuntanada el 5 de desembre de 1877 (Gubert, 1990), quan se n'estava acabant la construcció.

6.3.7.4.- El port esportiu

Aquest port esportiu va ser una iniciativa privada i es va construir a la dècada dels anys 1970, sense estudi d'impacte ambiental. Era doncs abans dels aiguats del 1987 i conseqüentment abans de la canalització.

La desembocadura de la riera al mar s'efectua dins del port esportiu, tal com es pot veure a les fotos C34 i C35. Per aquest motiu, en la rierada del 1987, varen quedar afectades diverses embarcacions (veure apartat inundacions històriques).



Foto C34 .- Vista aèria d'un tram de la canalització i de la desembocadura dins del port. (foto ICC)



Foto C35.- Tram final de la canalització a l'entrada del port esportiu. Observi's la canalització seca i la línia de contacte amb les aigües marines (foto PMR)

En posteriors rierades, per exemple les del 1993, del 1997 o del 2005, aquest port va tornar a quedar novament afectat per la violència de les aigües del torrent i per les aportacions d'elements sòlids dipositats de manera que van omplir parcialment el calat d'una ampla àrea d'amarratge. La comparació de les fotos C36 i C37 corresponents al mateix punt, permet veure la magnitud de l'acumulació de materials al final de la canalització i entrada al port.



Foto C36.- Vista cap al mar del final de la canalització i l'entrada al port esportiu en situació normal. Comparar amb la foto següent. (foto PMR, febrer 2008)

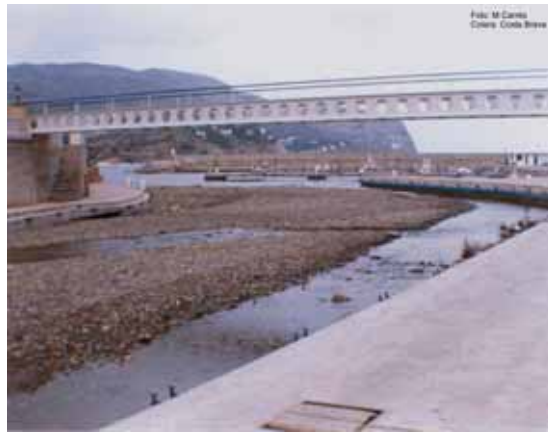


Foto C37.- Vista equivalent a la foto anterior després de la rierada del 1993, amb el port parcialment reblert de terres. (punt històric C20) (foto M. Carrés)

La situació a la desembocadura de la riera implica que en cada rierada s'ompli de sediments i calgui dragar per mantenir-lo de fons navegable. Segons l'ex alcalde Sr. Miquel Carrés, cada vegada que la riera "baixa" amb força deixa una gran quantitat de sediments a la canalització i al port, que costa molts diners i un parell de mesos de feina de netejar. Les graves recollides han estat transportades, fins ara, al pla de Girau per a fer créixer la topografia del sector o bé abocades al darrera de l'espigó d'escullera del port (per simplificar el transport i evitar els camions a l'interior de la població en temporada alta).

També segons el mateix Sr. Carrés el port ofereix bona protecció del Llevant poc intens, però en temporals de Llevant les ones passen per sobre de l'espigó i arriben a enfonsar alguna embarcació. Les seixes de Llevant arriben a fer pujar el nivell del mar fins a 2 m i l'aigua arriba aproximadament només 1 m per sota de l'espigó. La zona d'amarratge immediata a la desembocadura de la riera queda totalment reblerta i fins i tot emergida després de cada gran avinguda.

6.3.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades.

No es disposa de gaire dades referents als esdeveniments ja que els arxius antics foren destruïts perquè van ser cremats l'any 1885. Tanmateix, del període d'annexió amb Portbou s'ha recollit 3 esdeveniments, encara que es tracti únicament de dates, sense gaire descripció dels danys, ja que Colera era un agregat. Algun dels esdeveniments es reproduïen íntegrament tal i com es relacionen en els escrits o notes, per tal de mostrar la situació tal i com la veïeren en aquell moment.

Veure dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

- **13 de novembre de 1897.** Només es sap que hi va haver una gran inundació a Colera i a Portbou, amb una víctima mortal (Gubert, 1990, pag 201). També a Llançà

- La principal riuada que es recorda a Colera és la del **1919** (no hi ha dades exactes anteriors per destrucció dels arxius).

- **30 setembre del 1920.** Segons dades literals de Plujà (2001), pagina 163: “... en poca estona un aiguat a les capçaleres de Coma de l’Infern, Selva Rodona i Sant Miquel, i al seu pas pel veïnat de Molinàs en provocà el desbordament, tot superant el nivell de les cases, 2 de les quals s’ensorren, i es produí la mort d’una nena de 14 anys arrossegada per l’aigua, més la pèrdua de tots els horts arrengrerats al llarg de la riera i dels camps i les vinyes més immediates així com dels masos bastits al costat del llit riberenc. Qualsevol coneixedor de l’alçada del caseriu de Molinàs respecte dels recs que l’envolten podrà imaginar la massa d’aigua necessària per cobrir la planta dels edificis. Atès l’epicentre de la tempesta, només afecta el veïnat, i les úniques notícies escrites procedeixen dels telegrams de l’Ajuntament de Portbou, llavors ja capital del districte, dirigits als ministres de Foment i de Governació.

- **23 octubre de 1965.** Rierada a Colera, segons la Vanguardia, que ho relaciona entre d’altres punts i sense concretar la data exacta.

- **novembre del 1982.** Temporal que va malmetre el camí de Garbet, el camí de Molinàs i la pujada a l’estació. Per la situació dels punts afectats, s’intueix que es tracta d’un temporal de pluja i no de mar. No s’ha trobat la data exacta.

- **3 i 4 d’octubre del 1987.** Es dona una situació de llevant, amb 2 dies de pluges persistents (sòl bastant saturat d’aigua), i es produeix una tempesta en capçalera de la conca. No hi ha dades pluviomètriques a la conca ni a les estacions properes de Roses i Portbou.

Segons la crònica de Plujà (2001): “... per la coincidència de llevantada i fortes pluges. Les destrosses a Colera es valoraren en 279 milions de pessetes. El tram més afectat: de la confluència del rec de Corbera i la riera des de Molinàs fins al mar, així com el rec de la Murtra i la part baixa de la riera des Garbet, que es desbordaren i malmeteren tot allò que trobaven al seu pas, arrasant oliverassos, vinyes, jardins, conreus, cases i la majoria dels negocis estivals situats al litoral. Pel que fa a Molinàs, va desaparèixer el camí d’accés, literalment emportat per l’aigua”.

Segons altres fonts d’habitants del poble, entre ells el Sr Miquel Carrés (ex alcalde), en aquesta ocasió la riera de Molinàs o de Colera, es va desbordar, especialment, a l’alçada del la riera Falcó, inundant els conreus del pla d’en Girau, i passant per sobre el pont de la carretera N-260. Va circular, en làmines de fins a 60 cm (1 m, en determinats carrers) per tots els carrers de la població paral·lels al riu fins a la platja, on les aigües van arrossegar-hi cotxes i van desamarrar i enfonsar diverses embarcacions del port. També es van inundar magatzems i botigues a les plantes baixes i al càmping va afectar les caravanes i el mobiliari dels bungalows. L’arrossegada de terres i pedres va formar, a la platja i al port, una mena de delta que va caldre dragar. Les pèrdues econòmiques, particulars i públiques, es van estimar en 60.000.000 de pessetes (foto C38).

Segons el Diari de Girona del 15 d’octubre, pàgina 10: hi ha danys en 3 càmpings, la depuradora i l’enfonsament de diverses embarcacions del port. No s’especifica quins foren els càmpings afectats, però tot fa suposar que es deu tractar dels de Colera, de Garbet i un altre tercer no localitzat.

El “vídeo” filmat principalment des d’un balcó (**punt històric C18**) per un turista desconegut, ha permès veure la rierada i seleccionar diverses instantànies que il·lustren alguns aspectes de la situació, com per exemple les àrees inundades, la força de l’aigua i la seva alçada. El dia després la mateixa persona va baixar al carrer i al port per veure els efectes.

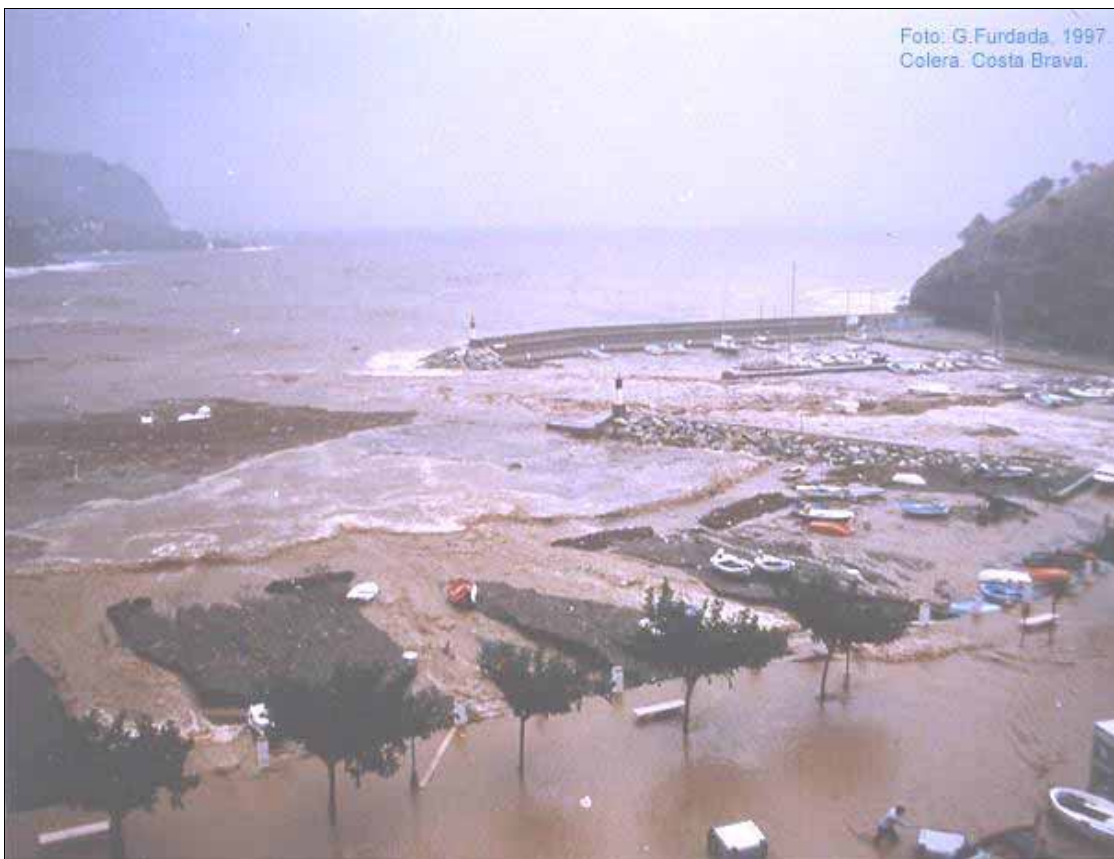


Foto C38.- Passeig Marítim i platja de les Portes el dia 3 d'octubre del 1987. Notis l'ompliment de part de la platja, la circulació d'aigua marró sobre la platja negra de còdols i la riera circulant per l'interior del port esportiu. (Foto recopilada per Glòria Furdada d'un autor desconegut).

En el primer moment de la filmació des del balcó (veure foto C39) es veu la base del pont del tren, la llera plena d'aigua amb una casa a ma dreta, que serveix de referència per la foto següent. En aquesta foto (foto C40) tota la zona ja està inundada i es pot veure les turbulències i deduir la força del corrent.



Foto C39.- Vista de l'inici de crescuda amb la llera plena, el 3 d'octubre de 1987 des del balcó on es va fer la filmació (punt històric C18). (foto extreta del video d'un turista desconegut) .



Foto C40.- Mateixa zona que la foto anterior amb la superfície ocupada per l'aigua el mateix dia 3 d'octubre de 1987. (foto extreta del video d'un turista desconegut).

El desbordament va ser generalitzat i va inundar tota la zona urbana i els horts, etc. (fotos C41 i C42).



Foto C41.- Vista dels edificis del nucli urbà prop del passeig marítim i dels horts aigües avall del pont del ferrocarril, el 3 d'octubre de 1987. (foto extreta del video d'un turista desconegut)



Foto C42.- Vista dels horts entre el pont del ferrocarril i la depuradora el 3 d'octubre de 1987. (foto extreta del video d'un turista desconegut)

L'observació del video, per tant, permet constatar la clara incapacitat de la llera existent en aquell moment per a canalitzar la gran massa d'aigua que es dirigia cap al mar i per tant la inundació de la terrassa T₁.

En el nucli urbà les vies més ràpides de circulació d'aigua varen ser els mateixos carrers paral·lels a la llera. A la foto C43 s'observa un camió dels bombers amb l'aigua te una alçada d'uns 60 cm, al carrer de Miquel Ribera. Sectors laterals entre carrers les aigües van trencar tanques, inundar soterranis i baixos i arrasar horts (fotos C44)



Foto C43.- Nivell de l'aigua fins al para-xocs del camió de bombers, el 3 d'octubre de 1987 (aprox. 60cm). (foto extreta del video d'un turista desconegut).



Foto C44.- Enfonsament del carrer de sobre del moll de la riba esquerra del port esportiu. (foto de l'endemà de la rierada, 4 d'octubre de 1987, extreta del video d'un turista desconegut).

Segons les informacions recollides per Pou i Planas (1994) referents a Colera, "la riera de Sant Miquel es va desbordar i va arrasar les platges, els baixos de botigues i en cases particulars." "Dues nenes van haver de ser rescatades." "L'aigua baixava amb força dels torrents de la muntanya fins al mar." "Alguns baixos van haver de ser protegits amb totxanes i obra d'emergència davant la quantitat d'aigua que corria pels carrers del poble". Aquesta mateixa font indica que els ajuntaments de Portbou, Colera, Llançà i Castelló d'Empúries varen demanar ser declarats zona catastròfica, petició que no va ser concedida per Madrid.

Després de "la rierada" del 1987, es draga provisionalment el solc de la riera i es projecta l'endegament i canalització del tram des de la carretera fins al port.

- **1989**. Crescudada considerable de la riera de Colera, sense que arribi a desbordar. No es concreta la data. Podria tractar-se del 18 de novembre, data que coincidiria amb conques veïnes com ara Llançà i el Port de la Selva.

- Entre **1990 i 1993**, es construeix la canalització de la riera de Molinàs, entre la carretera i el mar. S'ha calculat per a un cabal de 153 m³/s i un període de retorn de 500 anys.

- **1 de novembre del 1993**. Important aiguat. Afectà Llançà, Colera i altres poblacions. L'aigua de la riera ja passa per la canalització (acabada uns mesos abans), assolint cotes properes a la de la base del pont de la urbanització de Sant Miquel, i s'omple la canalització gairebé fins dalt sense arribar a desbordar. L'aportació de materials sòlids per part de l'aigua és molt elevada. La càrrega sòlida de l'aigua i en especial els elements més grossers, són dipositats prop de la desembocadura, a partir dels 250 m de distància del mar. Els elements terrígens de gra fi no sedimenten sinó que arriben al mar juntament amb l'aigua. Com es pot comprovar en les fotografies que s'adjunten (veure foto C22), hi ha elements de volum considerable arrossegats per l'aigua, i el gruix de sediments arriba a ser de l'ordre de 50 cm en alguns sectors de la canalització, i omplen gran part del port esportiu (veure foto C37). A la zona canalitzada es poden distingir zones d'acumulació preferent dels sòlids i línies de màxima velocitat de l'aigua on no s'arriben a dipositar les graves, quedant-hi un solc. La neteja de la canalització i el dragatge del port duren més de 2 mesos i amb costos elevats. La grava extreta és portada al pla d'en Girau per recreixar-hi la cota topogràfica. Segons dades recollides per Pou i Planas (1994), "El club nàutic va ser un dels llocs més afectats". "L'alcalde es va congratular de tenir la riera canalitzada (des de feia poc temps), i així l'aiguat no va ser com el del 1987, que va fer molt mal al poble". Es mesuren 483 mm a Portbou, 183 mm al Port de Llançà, 139 mm a Cadaqués, 167 mm a Roses i 166,1 mm a Sant Pere Pescador.

- **18 d'octubre de 1994**, pluja de 210 mm a Colera, però no es coneixen ni danys ni altres efectes. La riera ja era canalitzada. (Veure dades de pluja a la taula AMM4 del Capítol VIII).

- **13 de novembre 1997** nova crescudada de la riera de Molinàs: l'aigua torna a estar a punt de fregar el pont de la urbanització Sant Miquel (1.90 m d'alçada sota el pont). El tram inferior de la canalització, entre el pont del tren i el mar queda amb abundants sediments de grava (foto C45), altra vegada amb alguns elements de mides considerables, que, sobre les fotos, s'estimen de 50 a 60 cm. També sobre la coronació del mur lateral esquerra hi queden graves, possiblement deixades per les aigües superficials de l'exterior de la canalització que s'hi incorporaven. Fins i tot a la foto aèria de l'Institut Cartogràfic de Catalunya es veu l'abast dels sediments d'aquesta rierada. (foto C46).

La neteja i sanejament dels sediments acumulats a la canalització és aproximadament de 20 a 30 camions anuals de mitjana.



Foto C45.- Sediments sobre la llosa de la canalització (després de la riuada del 13 de novembre de 1997) (Sector històric C19) (foto G. Furdada)



Foto C46.- Tram final de la riera de Molinàs, amb acumulació de sediments en llargs trams, des de la corba fins al port, després de l'aiguat del 13 de novembre de 1997. (Sector històric C19 i crític C20) (foto G. Furdada)

- **18 d'octubre del 2005.** A l'estació del port de la Selva (433E) es dona una pluja de 116.8 mm, però un total acumulat de 324 l/m² en 8 dies. La làmina d'aigua a la riera en el tram canalitzat va assolir un gruix de 60 a 75 cm, segons les explicacions de veïns de la zona (Coll, 2006). Ara bé, l'acumulació de materials sòlids al fons de la canalització resulta important, semblant a casos anteriors i també amb elements de gran mida fins a 68 cm, segons Coll (2006). Altra vegada es produeix un important ompliment de l'endegament i del port esportiu pels sediments de gran mida.

Un dels problemes d'aquest episodi va consistir en el desbordament del rec de la Murtra (**punt C16**) abans de la seva incorporació a la riera principal, de manera que va escampar les aigües vers els carrers del nucli urbà.

- Episodis de pluges del **12-15 de setembre de 2006** i del **9 d'octubre de 2006**. No consta que hi haguessin problemes a Colera i per tant cal considerar que varen ser de poca consideració. Durant el primer es comptabilitzaren 256.1 mm a Castelló d'Empúries, 201 mm al Port de Llançà (433K) i 129 mm Cadaqués (433), però no hi ha dades de l'estació meteorològica de Portbou, que és la més propera. En el segon, en canvi, es registraren 130 mm a l'estació de Port de Llançà (433K) i prop dels 100 mm a l'estació de Portbou, però és tot el que s'ha pogut saber.

- **26 de desembre de 2008**, hi ha pluges però sense incidències importants per a les rieres, ara bé coincideixen amb un temporal de llevant molt fort, que sí que fa destrosses a les estructures costaneres i a les platges i els ports. Per la canalització de la ribera de Colera, el mar va fer "pujar" aigües amunt embarcacions i fragments d'embarcacions fins a uns 130/150 m del port; majoritàriament varen quedar estellades o molt malmeses.

6.3.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.3.9.1.- Punts crítics

Entre els punts considerats conflictius per l'ACA, no n'hi ha cap que quedi situat a la conca de Colera o de Molinàs, tot i que considera que gran part de les ribes de la riera s'han de considerar inundables. Tanmateix, a partir de l'estudi realitzat en aquest treball es considera que hi ha una sèrie de punts crítics o zones problemàtiques, són els que es descriuen seguidament.

- Zona crítica situada entre els punts crítics **C-1 a C-11** on hi ha diversos sectors on la via de comunicació entre el nucli urbà i la part alta de la conca es situa a sobre la llera (terrasa T₀). En altres sectors de la mateixa zona crítica hi ha un conjunt d'interseccions entre els torrents i les vies de comunicació, de manera especial de l'eix principal del torrent i el camí que condueix a Molinàs que es resolen amb guals (n'hi ha un total de 11). Aquestes interseccions solen significar punts d'interrupció de la circulació de persones i vehicles en moments d'avinguda, fins i tot d'avinguda poc important. Al mateix temps, solen ser punts de més fàcil desbordament si hi ha crecuda important, a causa de la presència de rampes en els camins. Algunes d'aquestes rampes, fins i tot presenten una disposició favorable al desbordament, en quedar encarades al sentit de circulació de les aigües, funcionant a la manera de trampolí.

- Sector del *Pla d'en Girau*. És la zona de confluència del rec del Falcó amb l'eix principal de la riera de Molinàs. Queda ubicat entre els punts **C11 i C13**. Anteriorment a les aportacions antròpiques de terres, la superfície de terrassa era més homogènia malgrat que hi havia separacions (entre finques o entre diferents plans), compostades per parets de pedra seca o per petites motes de pedra i vegetació. És un sector molt pla i extens, on les aigües del rec del Falcó frenen i s'estenen pel pla, inundant i sedimentant la càrrega sòlida que transporten. El punt de desbordament era, i potser encara és, el **C12**, des d'on les aigües han d'ocupar el pla d'en Girau. Actualment, amb l'aportació de terres de rebliment, la superfície inundable s'ha reduït molt, reducció que motiva que la làmina d'aigua prengui més gruix per a un mateix volum d'aigua. (Veure el mapa geomorfològic integrat).

En el cas d'un futur desbordament en el sector del Pla d'en Girau, les aigües tindran dificultat de tornar a la llera principal a causa de les motes i rebliments. Així, una vegada desbordades les aigües es dedueix que seguiran dues direccions preferents de circulació: una direcció de retorn cap a llera, i l'altra la direcció paral·lela a la llera, entre el vessant i el gran rebliment (situat just abans del pont de la carretera N-260, on hi havia la caseta de la G. Civil). Aquesta zona darrera del rebliment es coneix com a "oliveres d'en Llença". En acabar el rebliment l'aigua torna a tenir dues opcions: una tornar a la llera entre el rebliment i la carretera, i la segona seguir entre el vessant i la carretera en direcció cap a la zona urbana. Aquí també hi ha dues possibilitats, una entrar a la canalització soterrada que porta a l'eix principal, ja en el tram canalitzat, i l'altra es produeix quan aquesta canalització no dona l'abast, amb la qual cosa les aigües passen per sobre de la carretera (**punt C15**), interceptant-la i escampant-se per la plana de rebliment recentment urbanitzada, fins que, pels nous carrers, es tornin a incorporar a la riera principal, amb les corresponents dificultats a causa de l'alçada dels murs laterals de l'endegament. Es remarca que ja s'ha previst freqüents embornals que aboquin les aigües exteriors a la canalització vers l'interior.

- *Pont de la carretera N-260 (punt C13)*. La seva estructura i dimensions ja s'han descrit en l'apartat 7.3 d'elements antròpics. Actualment coincideix amb l'inici de la canalització. Es tracta d'un punt que pot ser conflictiu o crític en cas d'una riuada igual o superior a la de l'any 1987 o d'obstrucció (només es té notícia que l'aigua hagi passat pel damunt en l'episodi de l'any 1987).

- *Ponts i passeres sobre la canalització*. El primer és pel que s'accedeix a la urbanització de Sant Miquel (**punt C14**). Es tracta d'un pont que redueix la secció de la canalització ja que només té 1.90 m d'alçada per sobre el fons d'aquesta. En les riuades dels anys 1993 i 1997 les aigües varen passar "llepant" la cara inferior del pont. En una avinguda una mica més important que les esmentades, podria ser que la circulació pel pont quedés tallada si l'aigua hi passa pel damunt i desbordaria fonamentalment cap a la riba dreta (veure foto C31) i ocuparia els carrers de la urbanització. En aquest cas, el veïns de la urbanització quedarien només comunicats amb el nucli urbà principal per la passera del davant del càmping o des del cementiri, ja que no tenen accés al pont del carrer de l'Escorxador.

El segon és el pont de l'Escorxador (**punt C17**), al carrer del mateix nom, que presenta unes dimensions semblants a les del pont anterior, i per tant un perill molt semblant.

La secció de les passeres del càmping i del port tenen unes mides superiors als ponts i no es consideren especialment conflictives, especialment la segona. Tenen una llum suficient com per no presentar problemes, però, a més a més, el desbordament s'haurà produït ja en els ponts anteriors i per tant, degut a la laminació de la crescuda, el cabal ja hauria disminuït en arribar a les passeres.

- *Rec de la Murtra (punt C16)*. El recorregut d'aquest torrent pel nucli urbà resulta molt estret, tant el tram a cel obert, que pot desbordar en direcció als carrers del centre, com en el tram de canalització soterrada, que pot no engolir la totalitat de l'aigua o pot embussar-se. La reincorporació d'aquestes aigües a la xarxa de torrents una vegada es trobi als carrers ha de resultar complicada a causa de la topografia, que origina una tendència natural de l'aigua a seguir el pendent, pels carrers i fins a la platja de les Portes, tal i com s'indica en els plànols geomorfològics.

- *Port esportiu*. Es manté la problemàtica de l'ocupació del port per part dels elements sòlids aportats per la riera (**punt històric C19**), com en els darrers casos dels anys 1987, 1993, 1997 i 2005. També la ruptura d'amarres i el rebliment del calat del port. Simultàniament es dona la sedimentació de terres i graves a la badia i a la platja. Es pot considerar que cada rierada ha de comportar el dragatge del port, pràcticament fins a la punta de l'espigó, així com també la neteja dels sediments de la canalització en el seu tram inferior, des de la primera corba fins al mateix port (veure fotos C37 i C38).

- Encara que amb menor incidència ara que anteriorment, pels carrers es manté la possibilitat de circulació de les aigües caigudes directament en la zona urbana, que es dirigeixen al mar i creuen el Passeig, i a través de guals passen a la platja de les Portes, d'una manera semblant a com van circular el dia de l'aiguat del 1987 (veure foto C38) o el dia del desbordament del rec de la Murtra del 2005. També hi haurà les aportacions d'aigua a través de les agulles que drenin les surgències de sota de terra, aigües que es sumaran a les anteriors.

- Hi ha en projecte la construcció d'un nou passeig marítim, compostat per un conjunt de murs paral·lels a la costa, encara que sembla que seran discontinus. La seva construcció s'ha d'iniciar el 2011. Aquest projecte podria agreujar de manera molt important els efectes d'una potencial rierada que arribés a superar els límits de capacitat de la canalització de la riera. En el suposat cas que les aigües tornessin a circular pels carrers en direcció al mar, el desguàs a través del passeig i la platja, tal i com va succeir el 1987, es veuria especialment frenat, amb el conseqüent augment de nivell de les aigües en el nucli urbà i l'agreujament dels efectes de les aigües.

6.3.9.2. Inundabilitat

6.3.9.2.1. Treball anterior sobre la inundabilitat a Colera

En aquest apartat es fa una anàlisi i valoració de l'informe anomenat "Estudi hidràulic del tram final de la riera de Molinàs a Colera" realitzat per ABM Serveis d'Enginyeria i Consulting. S.L. el juliol del 2008. S'emmarca dins la tramitació de la Modificació puntual del Pla General de Colera en el sector "Càmping Sant Miquel- Horta del Capellà" en relació al desenvolupament i replantejament de l'ordenació d'aquest sector. L'objectiu d'aquest informe es valorar la repercussió d'una proposta de modificació a la zona del "Càmping Sant Miquel- Horta del Capellà" a fi de disminuir la perillositat d'inundació i poder-la utilitzar com a urbanitzable, en relació al Reglament de la Llei d'Urbanisme. Per aquest motiu es fa la simulació hidràulica del tram final de la riera (des d'uns 200 m aigües amunt de la carretera N-260 fins el mar) en la situació actual i amb les modificacions proposades.

L'informe segueix les recomanacions de l'ACA (2003) per a la realització dels estudis tècnics d'inundabilitat d'àmbit local.

En aquest informe, com que no hi ha estacions d'aforament, es fa servir el Mètode Racional per l'estimació dels cabals. Les dades de pluja que s'utilitzen són les donades pel CEDEX el 1999. A partir dels Q així calculats modelitza, amb l'HEC-RAS, els calats, les velocitats i el flux desbordant pels períodes de retorn de 10, 100, i 500 anys, que queden representats en una sèrie de mapes, taules i seccions.

A partir dels resultats obtinguts presenten els mapes que anomenen "Risc d'inundació" associat a la inundació de 500 anys de període de retorn, encara que en sentit estricte siguin mapes de perillositat. Per la zona inundable per Q_{500} determinen 3 nivells (lleu, moderat i greu) d'acord amb els criteris de velocitat i calat.

Aquest informe té per una banda els problemes o febleses associades al Mètode Racional (veure detalls a l'apartat corresponent al càlcul de cabals) i per altre als valors de les precipitacions, que parteixen de dades regionalitzades i sense pluviòmetres a la conca. En aquest cas s'afegeix (com es molt habitual) que les quantitats de precipitació pels 10, 100 i 500 anys de període de retorn són diferents segons les fonts d'informació. Casas (2005) considera que els valors per Catalunya poden variar fins a un 30% segons el mètode de càlcul. Per la zona del Cap de Creus els valors de P_{500} poden arribar per exemple a 300mm (CEDEX, 1999) o superar 340mm (Casas, 2005). Les precipitacions utilitzades a l'informe són:

$$P_{10} = 135 \text{ mm}, P_{100} = 228 \text{ mm} \text{ i } P_{500} = 303 \text{ mm}.$$

Els Q que obtenen pel Mètode Racional i utilitzen en la modelització són:

$$Q_{10} = 68,53 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{100} = 163,97 \text{ m}^3/\text{s}; Q_{500} = 250,57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Segons els resultats de la modelització consideren que la canalització (construïda des de la carretera N260 fins el mar) “tindria una capacitat màxima de desguàs per avingudes de fins a 100 anys de període de retorn tot i que la interferència de les estructures existents (ponts) amb la línia d'energia indica que podrien produir-se desbordaments localitzats a ambdós costats de la canalització. Per a 500 anys de període de retorn els desbordaments es donarien de forma més generalitzada...” En aquest mateix tram canalitzat donen fluxos d'inundació per a 100 anys de període de retorn al marge dret de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ i de $30\text{-}40 \text{ m}^3/\text{s}$ pel de 500 anys. Al marge esquerre consideren els fluxos més reduïts, de l'ordre de $3\text{-}6 \text{ m}^3/\text{s}$ per a 500 anys.

En el tram de la llera natural des d'uns 200 m aigües amunt de la carretera N-260 fins a la canalització, conclouen que “tindria una capacitat de desguàs de fins a 100 anys de període de retorn i per a 500 anys de període de retorn es produiria un desbordament cap el marge esquerra, que inundaria la fondalada situada entre el vessant de la muntanya i el talús de la carretera N-260”. Aquest desbordament cap al marge esquerra seria “de l'ordre de $26 \text{ m}^3/\text{s}$ ”.

Sobre aquest informe cal fer una sèrie de consideracions.

a) Referent als cabals sòlids (Q_s) fan les estimacions utilitzant la fórmula Meyer-Peter i Müller a partir la mida dels fragments de la llera. Consideren que la mida predominant (D_{50}) dels fragments aigües amunt de la zona canalitzada és de 3 cm (memòria apartat 6.6, pàg 20), que és el límit de la mida màxima per a poder utilitzar l'esmentada fórmula. Aquesta mida és inferior a l'obtinguda en els nostres reconeixements sobre el terreny, que oscil·la entre 5-20cm (veure per exemple fotos C9 i C10), i com es dedueix de les acumulacions dins de la canalització després dels episodis de rierades. El resultat obtingut dona concentracions per sota el 5% i per tant consideren “que el comportament del flux serà equivalent al de la hipòtesi d'aigües clares”. Tant per la mida dels còdols utilitzats, com pels documents d'inundacions històriques, on es pot veure la magnitud i característiques dels aportos sòlids (especialment a les fotos C22 i C45), considerem que el cabal sòlid en aquest informe està infravalorat i, en conseqüència també els cabals totals ($Q_{\text{total}}=Q_{\text{liquid}} + Q_{\text{sòlid}}$)

b) Referent als ponts hi ha una discrepància interna. A les conclusions s'afirma que “tindrien en general una capacitat màxima de desguàs equivalent a les avingudes de 100 anys de període de retorn” matisant que “l'energia que assoliria el flux d'avinguda a l'alçada de l'endegament de formigó seria tant elevada que qualsevol pertorbació del flux (flotants, turbulències) produiria el desbordament del flux per sobre de les estructures i, paral·lelament, cap els terrenys dels marges” En canvi, dins la memòria (apartat 6.5, pàg 17) consideren que el pont de la N-260 tindria capacitat de desguàs fins a 100 anys de període de retorn “mentre que les estructures que travessen el tram canalitzat tant sols tindrien una capacitat de desguàs inferior a 100 anys de període de retorn”.

c) Referent a la funcionalitat de la canalització i dels ponts i la seva relació amb les crescudes, hi ha una sèrie de figures en les que es representen les alçades de les làmines d'aigua per 10, 100 i 500 anys de període de retorn. A les seccions aigües amunt de la passera de la urbanització Sant Miquel (memòria pàg. 16) i a la secció aigües amunt del pont del carrer de l'Escorxador (memòria pàg. 17), tant la làmina de 100 anys com la de 500 anys de període de retorn superen l'alçada de la canalització i desborden. A més, a la secció aigües amunt del pont del carrer d'accés a la urbanització Sant Miquel la diferència entre la línia de 100 i de 500 anys de període de retorn és mínima, però només desborda per la riba on el mur de la canalització es més baix.

d) També hi ha un problema molt greu entre el mapa de “Delimitació de les zones inundables estat actual” i les conclusions, a no ser que es tracti d'un error de grafisme o llegenda. La canalització està cartografiada amb la simbologia que correspon a “Inundació T=10 anys ($Q = 68,53 \text{ m}^3/\text{s}$)”. Aquesta mateixa simbologia es la de la llera natural, aigües amunt de la carretera N-260 i part de les oliveres de Llença. Totes les zones a banda i banda de la canalització (excepte alguns sectors molt petits desconnectats de la llera) estan cartografiades com a “Inundació T=100 anys ($Q = 163,37 \text{ m}^3/\text{s}$)” o “Inundació T=500 anys ($Q = 250,57 \text{ m}^3/\text{s}$)”. En canvi, a les conclusions, tal com s'ha comentat, afirmen que la canalització i la llera natural tenen una capacitat de desguàs de 100 anys. Aquest problema es repeteix en els mapes i textos, quan tracten de la proposta de modificació.

e) Referent a la inundabilitat i la classificació (segons les pautes del Reglament de la Llei d'Urbanisme) de l'espai estudiat en aquest informe també hi ha aspectes discrepants. A les conclusions de la memòria s'afirma que "L'existència de la canalització i la seva capacitat de desguàs estimada fan que es pugui definir el Sistema Hídric com l'amplada que ocupa la canalització actual". En el mateix paràgraf parlen de la magnitud del desbordament de la mateixa canalització i diuen: "Es considera que la magnitud dels desbordaments que es produïrien per efecte de la presència dels ponts actuals (s'estimen de l'ordre d'un 20% superiors als que s'obtidrien sense l'existència d'aquestes estructures) ...", i això implica que es produïrien desbordaments.

En el mateix tema dels desbordaments de la canalització, a l'últim punt de les conclusions, es comenten alguns aspectes de les propostes millora de la inundabilitat en el marge dret al sector del "Càmping Sant Miquel-Horta del Capellà" (objectiu de l'informe). Per exemple, es proposa la construcció d'un "cunetó" al límit entre la llera i el sector d'estudi. En la valoració del paper del cunetó i, per tant, de la reducció de la inundabilitat diuen: "La proposta de millora faria que el flux d'inundació del marge dret en episodis de 100 anys de període de retorn circularia íntegrament a través del cunetó i aquest desguassaria tot el cabal a la riera".

Es a dir, per una banda consideren que canalització correspon/equival al Sistema Hídric (100 anys) i, per altra, accepten que es produeixen desbordaments a la canalització i inclús tracten millores en la seva gestió. Per tant, si la canalització desborda en episodis de 100 anys de període de retorn, en sentit estricte, no es pot considerar com equivalent al Sistema Hídric, de la mateixa manera que la llera natural, aigües amunt de la carretera N-260.

Aquestes dades i consideracions es recullen més endavant, al definir els criteris de zonificació en aquesta conca i en les altres de la regió.

6.3.9.2.2. Valoració de la canalització i de la inundabilitat de les seves zones marginals i de les terrasses.

Un aspecte clau de la inundabilitat de Colera és la canalització. En apartats anteriors s'han explicat diferents aspectes: a) característiques geomètriques i de construcció de la canalització (apartat 6.3.7.2); b) dades històriques sobre els principals esdeveniments d'aiguats i rierades (**apartat 6.3.8.**) i c) al valorar l'informe sobre "Estudi hidràulic del tram final de la riera de Molinàs a Colera" (ABM, 2008) (apartat 6.3.9.2.1.).

A continuació es recullen les principals dades i es fa unes valoracions.

- Segons el document del projecte de la canalització (ENINGEST, 1988) està dissenyada per contenir el cabal de 500 anys de període de retorn. Aquest, segons el mateix projecte, és de $153 \text{ m}^3/\text{s}$ i en la valoració de la capacitat de la canalització, per un calat de 1,70 m donen un $Q = 158.7 \text{ m}^3/\text{s}$, és a dir superior al Q_{500} i amb un marge de seguretat de 30 cm fins assolir la rasant del mur.
- Segons l'informe de Colera (ABM, 2008) el cabal de 500 anys és de $Q = 250.57 \text{ m}^3/\text{s}$, és a dir molt superior al calculat en el projecte esmentat.
- Per tant, les dades numèriques deduïdes pel "Mètode Racional" en el dos documents anteriors son discrepants i, evidentment, segons quins valors es considerin la canalització seria suficient o no pel Q_{500} .
- Segons l'informe de Colera (ABM, 2008), no queda clara ni la capacitat de la canalització, ni de la inundabilitat de les zones marginals de la canalització, ja que en algunes parts s'afirma que té una capacitat de desguàs de la inundació de 100 anys i en altres diu per on desborda, quines àrees ocupa aquesta inundació, i també inclou propostes per gestionar les aigües desbordades per una inundació d'aquesta categoria. Tal com s'ha comentat anteriorment al mapa de "Delimitació de les zones inundables estat actual" la canalització es cartografia com a "Inundació T=10 anys" i pel contrari a les conclusions es diu que la canalització se la pot considerar com a "Sistema Hídric" (ACA) i també afirmen que aquesta tipologia és extensiva a la llera natural, aigües amunt de la carretera N-260.
- No es disposa de dades "reals" de cabals, però hi ha una sèrie d'elements que poden ajudar a valorar els resultats anteriors. Les dades històriques, els reconeixements geomorfològics i la cartografia geomorfològica integrada permeten acotar la freqüència d'inundació en aquesta conca i també de la canalització.

- Abans de la canalització hi ha dades fidedignes que la llera o terrassa T_0 va desbordar i ocupar la Terrassa T_1 , com a mínim 2 vegades en el segle XX, el 1920 i el 1987, provocant grans danys i pèrdues. Per tant, segons les dades d'aquesta conca, la terrassa T_1 tindria com a mínim una inundabilitat de 50 anys es a dir inferior a 100 anys de període de retorn. Es diu "com a mínim" i "en aquesta conca" perquè si es consideren les informacions de les altres conques veïnes més documentades la freqüència encara seria més gran, com queda palès en la conca de Llançà (veure l'apartat 8 del capítol de la Conca de Llançà).
- Després de la canalització: a) no s'ha produït cap crescuda equivalent a la de 1987 i b) des que es va fer la canalització ha estat a punt del desbordament almenys en una ocasió (1993) i en un altre (1997) va arribar fins a fregar la base del pont de la urbanització de Sant Miquel. Aquestes dues crescudes són molt inferiors a la de 1987.
- A partir de totes aquestes dades i valoracions es pot afirmar que la canalització no seria capaç de contenir una crescuda similar a la del 1987 i que per tant la seva capacitat no tant sols es inferior o molt inferior a cabals de 500 anys de període de retorn, sinó també inferior als de 100 anys o inclús als de 50.
- Les zones marginals de la canalització i del seu equivalent (llera o T_0), és a dir la zona corresponent a la terrassa T_1 , sobre la que es situa gran part de la població i activitats (agrícoles, turístiques, etc.), s'inundarien per les aigües desbordants amb freqüències com a mínim de l'ordre de 50 anys de període de retorn.

6.3.9.2.3. Proteccions individualitzades dels veïns en front de les aigües.

En aquesta conca s'introdueix aquest apartat degut a l'existència d'algunes mesures individualitzades de protecció de les aigües. Són proteccions que, per la seva situació, ajuden a identificar i valorar les àrees inundables.

L'experiència resultant d'anteriors inundacions ha anat portant els veïns a prendre algunes mesures orientades a minimitzar els efectes de les aigües. Essencialment, aquestes prevencions s'orienten a evitar l'entrada de l'aigua als recintes susceptibles de quedar afectats, concretament a través de les portes. Les més freqüents es basen en l'elevació de les plantes baixes al respecte del carrer i intercalant graons. També és una mesura molt freqüent i senzilla la col·locació de planxes, taulons o posts que tanquin la part inferior de les portes. Són elements, fets a mida, de fusta o de planxa metàl·lica, que es tenen sempre preparats, i es posen en unes ranures o guies ja instal·lades i clavades a la paret. L'alçada s'adapta al nivell assolible per l'aigua al carrer en aquell sector. Per tal que el tancament sigui més ajustat, és freqüent l'ús de tires d'esponja que segellin al voltant dels taulons. Aquesta tipologia de protecció és molt estesa, utilitzada també a comarques com el Maresme, on hi ha nombroses rieres de funcionament "flash-flood" i també en altres sectors de rieres semblants a la França mediterrània, on aquests protectors són anomenats "**batardeau**".

Darrerament, de la mateixa manera que en determinats sectors de la Vila i del Port de Llançà, s'està utilitzant, en edificacions amb plantes baixes per sota de la rasant del carrer, com ara garatges, la col·locació de portes o portes giratòries, d'un o dos batents, més o menys altes en funció de la situació. Cal tancar-les en moments de perill.

Els elements de protecció existents al nucli Colera, s'han identificat i inclòs en la cartografia integrada.

6.3.9.2.4.- Consideracions d'inundabilitat

De fet, les àrees inundables de la conca de la riera de Molinàs són extenses i abasten totes les terrasses.

Per la freqüència de l'afectació per les rierades, per la velocitat de les aigües i pel gruix de la capa d'aigua (pot ser superior a 2m), les superfícies ocupades per la terrassa inferior T_0 , és a dir la llera pròpiament dita dels torrents, s'ha de considerar d'una inundabilitat **alta**.

Per contra, les superfícies ocupades per la terrassa T_1 són sotmeses, en general, a inundacions menys freqüents, amb menor velocitat de les aigües i menor gruix de la làmina. Es consideren, doncs de inundabilitat **mitjana**. De manera especial ho és el sector entre la carretera N-260 i el

mar, que inclou la pràctica totalitat del nucli urbà, i entre les cotes 14 (a prop del **punt C11**), al Pla d'en Girau, fins al Passeig Marítim (cota 4). Vegi's la cartografia geomorfològica i la cartografia d'inundabilitat de la conca.

Pel que fa als cons o ventalls al·luvials, la reduïda extensió en aquesta conca comporta que es tinguin en compte com a àrees inundables mitges.

S'ha de remarcar que hi ha sectors que s'han de considerar com a **zones inundables protegides**, de perillositat **mitjana protegida**. Es tracta de l'àrea ocupada majoritàriament pel nucli urbà de Colera. La disminució de la inundabilitat és deguda a la canalització de l'eix principal des de la carretera fins al port. Ara bé, la part de la terrassa situada a la riba esquerra pot rebre les aigües desbordades del rec de la Murtra, en el cas que s'obturés la boca d'entrada al tram soterrat (**punt C16**) que porta les aigües a la canalització principal.

S'ha de considerar fora de l'abast de les inundacions les zones amb rebliments de més d'1 m d'alçada. Així, els diferents sectors on s'ha recrescut la cota topogràfica mitjançant l'addició de terres tindrà la consideració de **no inundable**, però que poden agreujar la inundabilitat en altres zones. Concretament són tots el terraplens com per exemple: els del tren, àrees de la riba esquerra com els sectors del Pla d'en Girau i dels olivars d'en Llença i els del final de la conca de la riera del Falcó.

En canvi, es consideren inundables els sectors ocupats per terraplens d'un gruix <1m, com el que queda entre el pont de la carretera i les primeres cases de Colera.

Tampoc es consideren com a proteccions pròpiament dites les petites obres de defensa de tipus dics, murs de pedra seca o escullera perquè son discontinues i l'aigua hi pot arribar des dels trams sense defenses.

Partint des de la capçalera, a la part alta de la conca, la vulnerabilitat és baixa, ja que actualment hi ha molt poques cases habitades, i només alguns conreus. Es recorda, però, que l'any 1920, segons l'Arnald Plujà (2005), a Molinàs hi va haver un mort per l'esfondrament d'una casa, tot i la distància i el desnivell des de les cases a la llera habitual de la riera. Ara, fins i tot Molinàs queda gairebé deshabitat.

Més avall, entre la incorporació del torrent del Falcó fins a la carretera, és a dir entre les cotes 22 i 14, també hi ha extenses àrees inundables coincidents amb les superfícies de la terrassa fluvial superior T₁. Aquestes poden afectar alguna casa i conreus i també tallar els camins, especialment el de Molinàs, el del rec del Falcó i també la carretera N-260 si l'aigua arriba a passar per sobre del pont, com ha ocorregut alguna vegada (1987, per exemple).

Tot i aquesta assignació de perillositat **mitja**, s'ha pogut diferenciar unes línies de predominança o de preferència de la circulació de les aigües en els moments de desbordament en base a les dades de camp i de l'episodi d'inundació de l'octubre del 1987. Es diferencien dues zones:

A) Zona del pla de Girau - Oliveres d'en Llença fins a prop del rec de la Murtra.

La primera línia de circulació preferent s'inicia al **punt C12**, on el rec del Falcó desborda per la riba esquerra, en un petit tram deprimat i de discontinuïtat de la mota. A partir d'aquí circula sobre la T₁ preferentment al peu del vessant amb ramificacions amb tendència a retornar a la llera principal, retorn condicionat per diverses estructures (terraplens, carretera, murs, etc). En arribar al **punt C15** el retorn que es feia de manera natural ha estat soterrat, en el moment de la construcció de terraplens. Aquesta canalització soterrada no sempre és suficient i l'aigua torna a circular per sobre i en el **punt C16**, on s'afegeixen les aigües que provenen del rec de la Murtra, passa a circular pel carrer principal del nucli urbà (c/. Francesc Ribera).

B) Zona urbana (des del **punt C16** fins el mar).

A les aigües procedents de la zona A s'afegeixen les que provenen de la llera principal, en el punt de desbordament davant del càmping Sant Miquel, que és una zona lleugerament

deprimida. Després del pont del tren es divideix en dues branques; una que segueix pel carrer principal i l'altra passa a circular més al N, pel centre de les illes de cases.

Un altra línia passa pels horts de la Baga, amb el punt de desbordament per la riba dreta situat immediatament després del pont del tren. S'arramba al peu del vessant i circula fins al sector de l'actual planta depuradora, on actualment degut a la canalització l'aigua es troba amb dificultats per reincorporar-se a la canalització, ja que s'ha d'acumular fins arribar a superar l'alçada del mur.

Referent a les repercussions de les inundacions sobre la població, les inundacions per rierada acostumen a significar una sorpresa sobre la població, que es veu limitada en els seus moviments i en el conjunt de la seva vida quotidiana.

Sovint, el principal inconvenient creat per les rierades és la quantitat de matèria sòlida que arrossega l'aigua, amb còdols de gran mida, que en disminuir el pendent del terreny en acostar-se a la desembocadura, fa disminuir també la velocitat i la capacitat energètica, que conseqüentment es tradueix en la sedimentació dels sòlids originant-se una important acumulació de graves i de terres als carrers i a les cases, així com també en els pous.

També s'originen pèrdues econòmiques considerables: es malmeten molts materials, des del mobiliari urbà fins al mobiliari a l'interior de les cases i botigues de planta baixa, en els portals, en els conreus i en el bestiar, etc, i fins i tot en una ocasió arribà a ocasionar la pèrdua d'una vida humana.

És freqüent que la població es protegeixi dels efectes de les aigües de molt diverses maneres, però no sempre amb resultats prou efectius per manca de proporcionalitat entre la rierada i la mesura pal·liativa.

Finalment, cal remarcar que els principals problemes que resten plantejats són:

- El rec del Falcó i el rec de Corbera mantenen encara una elevada probabilitat de desbordament en el seu tram inferior, poc abans d'incorporar-se a la ribera de Colera.

- L'estretament de la llera de la riera mitjançant terraplenats, just abans del pont de la carretera i la mida dels dos ulls del mateix pont com a entrada a la traça canalitzada, poden significar un ascens de la superfície de l'aigua en un moment de crescuda o d'avinguda, de manera que el gruix de la làmina d'aigua resulti superior a l'alçada d'aquest pont i també dels altres ponts aigües avall, i fins i tot superior a l'alçària dels murets laterals, fet que podria resultar perillós en el cas del mur esquerre, que és el que més ha de protegir el nucli urbà. La inundació de la riba dreta dels horts de la Baga, tot i resultar tant possible com la riba esquerra, presenta menor vulnerabilitat en predominar-hi els horts i la depuradora.

- El port esportiu on desemboca la riera s'omple de sediments en cada episodi de rierada.

6.3.10.- Resum de la conca

Es tracta d'una conca que presenta una amplada bastant semblant en tota la seva longitud, des de la capçalera fins gairebé a la desembocadura.

El nucli urbà principal es situa justament a la part inferior i planera, a ran de la desembocadura, de manera que la riera creua el nucli ben bé pel mig.

Un antic nucli de població, Molinàs, es troba ara pràcticament abandonat i les cases que queden dempeus són usades només temporalment.

Les àrees planeres de la conca principal i d'alguna de les afluent, que en general es troben ocupades per la terrassa al·luvial T₁, són les essencialment destinades als conreus i, pel seu origen i la seva topografia, són les més exposades als perills d'inundació.

L'afectació dels principals sectors d'horts és una perillositat assumida pels agricultors, que podien perdre la collita de l'hort o la fruita.

La major part del nucli de Colera queda sotmès als efectes de les aigües quan desborden la llera i circulen, seguint la traça dels carrers, en direcció al mar.

També algunes infraestructures queden afectades per les aigües crescudes o desbordades, entre les que cal destacar la carretera N-260, en la seva intersecció amb la riera al pont i inici de la canalització, significat la interrupció de la comunicació per carretera de nuclis urbans com Colera i Portbou, o amb Llançà i Figueres. La comunicació per ferrocarril no acostuma a quedar interrompuda, ja que les vies queden molt enlairades sobre les valls, com justament queda palès en el pont que creua aquesta vall.

Considerar els comentaris relatius a la inundabilitat que s'inclouen en l'apartat anterior.

6.3.11.- Propostes de millora i gestió

Com a mesures d'amillorament de l'estat actual dels perills d'inundació, es proposen dos grups: les mesures estructurals i les mesures de gestió.

Comentaris a potencials mesures estructurals:

El camí que uneix el nucli de Colera amb el de Molinàs, està condemnat a patir freqüents talls, tant per la circulació d'aigües que inhabilitin els diversos guals que creuen la llera, com pels desperfectes ocasionats per l'aigua en els llargs trams de la seva traça implantats sobre la terrassa inferior. El problema no té solució de moment, ja que trams de camí sobre la llera són extensos i el nombre de guals és molt elevat (11), la importància de la zona amb que comunica no justifiquen la construcció de ponts.

La conflictivitat existent a causa de la importància dels cabals del rec de Corbera i el rec del Falcó, es proposa estudiar la possibilitat de retenir les aigües mitjançant una presa a cada conca. Al rec de Corbera es podria situar al voltant de les mines o també a prop de la confluència amb la riera de Molinàs, mentre que al rec del Falcó es podria ubicar al nivell del corral del Moro. Aquestes solucions de presa de regulació de l'aigua podria comportar una certa reducció dels cabals de crescuda, i alhora un potencial aprofitament de l'aigua.

A Colera, a rel de les inundacions del 1987, es va començar a moure la necessitat de canalitzar la riera. El projecte de canalització és de l'any 1992. Inicialment es va sol·licitar que la canalització s'iniciés a la confluència del rec del Falcó, però la manca de pressupost ho va retallar i s'ha efectuat des de la carretera N-260. Sembla ser que des de la canalització, no hi ha hagut més desbordaments de l'eix principal, però sí que s'ha produït la sedimentació d'una important massa de grava en el tram final de la canalització (1993, 1997 i 2005). Cal senyalar que cap d'aquests episodis ha sigut de la magnitud del de l'any 1987. A més a més hi ha punts de la canalització propensos al desbordament ja que el coronament dels murs laterals no és del tot homogènia i a més hi ha ponts que redueixen la secció.

Per tant si es vol reforçar la solució de canalització, tot i tenint present que es pot produir una crescuda superior a la seva capacitat, caldria ampliar els ponts i corregir els murs laterals. Per exemple, tal i com ja s'ha anat exposant en els capítols anteriors, el primer pont després de la carretera, el que comunica la urbanització de Sant Miquel, és molt baix, i pot quedar afectat per la rierada (**punt C14**). De fet la riuada de l'any 1993, ja va comportar que una petita part de l'aigua de la rierada passés pel damunt del pont, sense que l'estructura se'n ressentís ni s'arribés a desbordar l'aigua cap als carrers del nucli urbà. A les rierades del 1997 i del 2005 la situació va ser semblant. El punt conflictiu d'aquest pont té poca altra solució que no sigui la construcció d'un pont nou amb més gàlib.

Degut a que la canalització soterrada de la riera de la Murtra va resultar insuficient el 2005, provocant l'enfangada de carrers i baixos, es proposa que sigui estudiada i condicionada, fet que sembla que ja està previst, però falta posar-hi data de començament (**punt crític C16**).

Pel que fa als terraplenats escampats per amples àrees es va començar per facilitar treure del mig les terres extretes dels túnels de la carretera, però posteriorment es va pensar el seu aprofitament amb la finalitat de recréixer el terreny i contribuir a la canalització i conducció de les aigües. Encara no s'ha produït una situació de crescuda tan important de la riera com la del 1987. Podria ser que els efectes puguin resultar més greus als d'aquella ocasió (veure apartat de rebliments i punts crítics).

La proposta més congruent amb la Directiva europea de les inundacions coincidint amb la tendència a recuperar les zones naturals de laminació de les crescudes, seria tornar a extreure totes les terres acumulades i deixar la topografia en l'estat anterior. Sembla ser que l'ACA en algun moment va indicar aquesta necessitat però actualment es segueixen aportant terres. Com a mínim seria recomanable prohibir la incorporació de noves terres en els terraplenats.

En el problema del port esportiu, l'única solució definitiva seria el seu canvi d'ubicació al costat nord de la platja o a l'exterior del costat sud (sota el cap dels Canons). Qualsevol sistema de retenció de sòlids dins la canalització comportaria un augment del nivell de les aigües a l'interior de la canalització i un increment del desbordament vers l'àrea urbana de Colera.

Es recomana posar atenció al projecte de construcció del nou passeig marítim. Les estructures en forma de murs paral·lels a la costa poden significar una important retenció al desguàs directe al mar de les aigües procedents dels carrers. Si aquesta retenció s'arribés a produir el nivell de les aigües en els carrers podria assolir cotes més elevades, agreujant-ne la potencial inundabilitat.

Mesures de gestió:

- Conscienciar a la població de les mesures individuals a prendre per a la seva pròpia defensa, com ara la col·locació de posts de defensa a les portes i finestres, evacuació de persones i bens a les plantes superiors, etc. També és prudent l'evacuació preventiva de persones i bens a plantes superior dels edificis, no assolibles per les aigües, o bé el trasllat temporal de personal ubicat en àrees perilloses (càmpings, horts, i altres tipus de concentració humana) cap a zones més segures.

- Activar el pla d'emergències per rierada de manera efectiva i, si fos possible, amb anticipació suficient, per tal que la població pugui prendre les mesures individuals que cadascú tingui previstes, bo i seguint les directrius de les autoritats del pla..

- Reordenar urbanísticament tot l'entorn del nucli potencialment sotmès a perill d'inundació: aparcaments, circulació de vehicles, etc.

Es recorda que en l'elaboració de futurs plans d'urbanisme s'ha de corregir la delimitació de les zones urbanitzables en funció de la perillositat d'inundació, almenys en els sectors encara "no consolidats" urbanísticament, anant a complir al màxim la llei d'urbanisme.

- Controlar periòdicament l'estabilitat de les terres dipositades i dels talussos així creats en tots aquells espais on s'ha recrescut la superfície. La vigilància ha d'abastar també la seva erosionabilitat vigilant-se la possible aparició de xaragalls que puguin aportar matèria sòlida a la circulació de l'aigua durant les avingudes.

- Interrupció, per part de les autoritats municipals, del trànsit per determinats trams de carretera, carrers i/o camins en els moments de perill. Aquesta mesura afectarà, de manera especial, la carretera (on hi ha el màxim de circulació) i els carrers del nucli urbà, on hi ha major trànsit de personal. En segon lloc la vigilància es centrà en el camí a Molinàs, des de la carretera en amunt.

En totes les possibles solucions que es puguin estudiar i projectar caldrà valorar, a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de la perspectiva d'una ordenació del territori. Cal tenir present que si s'ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, ja que el risc 0 no existeix, sempre hi ha un risc remanent.

6.4.- Conca de la Riera de Garbet (Colera)

6.4.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs i desguàs.

La vall de Garbet, com totes les altres valls properes, s'orienta de W a E, amb una ziga-zaga important a pocs centenars de metres de la platja a causa del turó de l'estació de Garbet (baixador) i també a causa del terraplè del tren.

La totalitat de la conca queda dins del terme municipal de Colera. Té una superfície de 7,50 km² i una longitud màxima de 5.800 m en l'artèria principal (veure mapa general de la conca).

Queda envoltada per altres conques del present estudi: al N la de Colera, a l'W la de Llançà, i al S per les de Grifeu i del Boquer.

Neix a l'E del puig d'Esquers (606 m), com la ribera de Colera, però al seu vessant més SE.

Es tracta d'una xarxa de drenatge de forma dendrítica, especialment a la part de la capçalera.

Com a afluents principals de capçalera té el rec de *Mas Patiràs* (també anomenat de la Font Fresca), que s'incorpora per l'esquerra poc abans de passar per sota del Puig de la Figuerassa.

Per la riba dreta té el rec de *Roqueta*, orientat de ponent a llevant i que neix al Puig del Llop, el rec de *Tifell*, de S a N i el rec del *Dragó*, també de S a N i que neix a la Serra del Socarrador. D'altres més petits i paral·lels entre si i de S a N, neixen a la baga de Garbet, al coll del Boquer, o al coll de Grifeu.

Per la riba esquerra els principals són:

Rec del *Bac d'en Teran*, de direcció NW-SE, que neix als Rocs Blancs d'en Poca-sang i s'uneix a la ribera principal al voltant de la cota 40 m.

Rec del *Socarrador*, que pren una direcció WNW-ESE i s'uneix a la ribera de Garbet abans de passar el túnel de sota del tren.

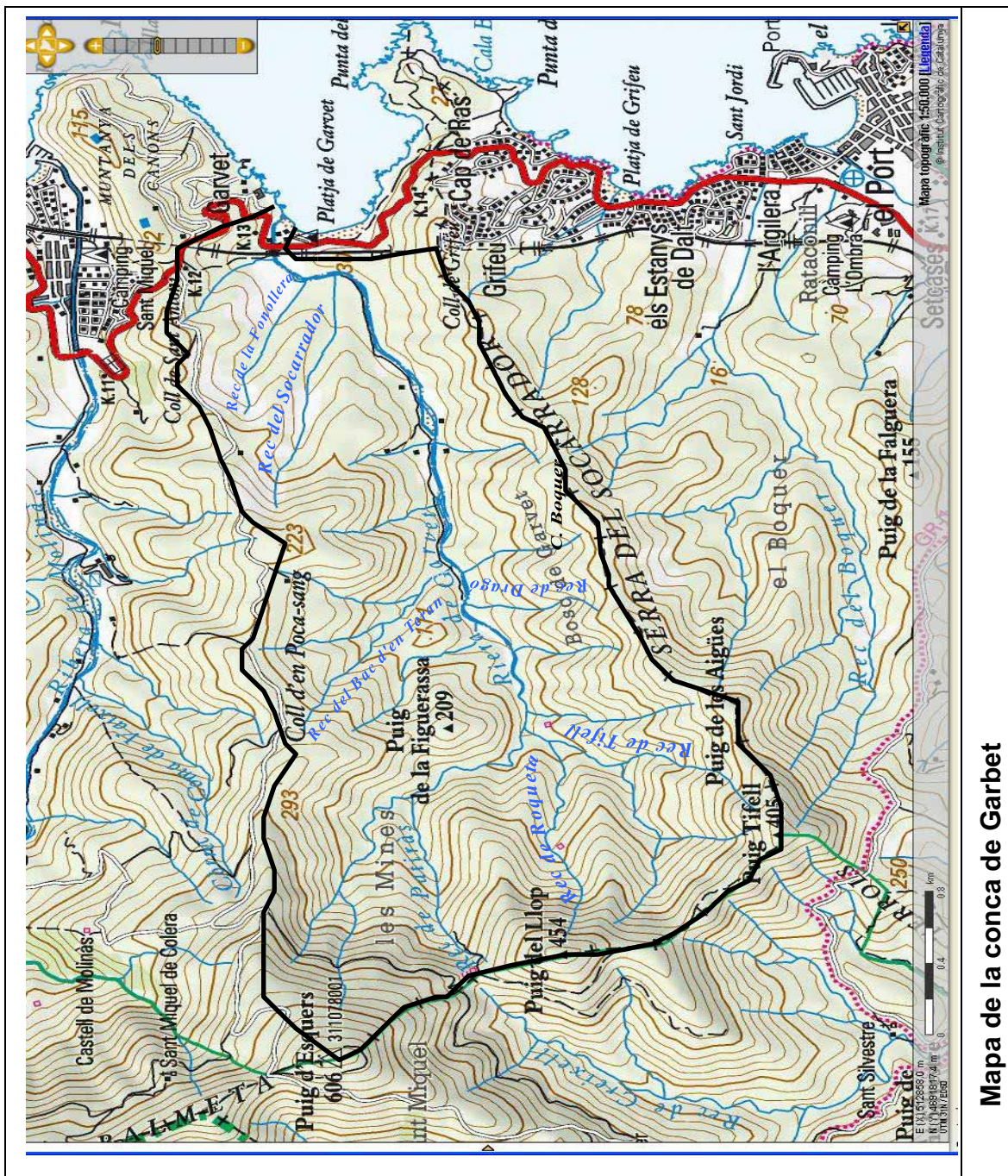
Rec de la *Fonollera*, que neix al vessant meridional del puig de la Fonollera (igual que l'homònim de la conca de Molinàs); de direcció paral·lela al de rec del Socarrador, desguassa a uns 200 m més avall que l'anterior, també abans del túnel.

Com la majoria de les valls del sector, presenta una capçalera en forma d'amfiteatre, amb múltiples torrentets de pendent pronunciat i perfil transversal en "V", fins poc abans de la incorporació del rec del Bac d'en Teran, al voltant de la cota 40 m. A partir d'aquí el pendent del perfil longitudinal va disminuint i s'eixampla la vall, adquirint un fons més planer. Al voltant dels 300 m de distància del mar, la presència d'un turó rocós l'obliga a donar un gir de 90° al N, i després d'un recorregut de l'ordre dels 400 m torna a girar 90° a l'E, entra al túnel del tren, passa sota la carretera i desguassa a la platja en el seu extrem N.

Des de la zona on s'eixampla la vall, es detecta ja la presència de sediments laterals de terrassa, que creen superfícies més planeres i permeten ja la implantació de conreus en franges estretes però fèrtils en comparació amb els vessants rocosos. Es tracta de terrasses formades a la dreta o a l'esquerra de la vall.

En tota la traça de la vall, són freqüents les estructures de limitació o de contenció de les aigües, com són els murs o les motes. Són elements que canalitzen i protegeixen superfícies o estructures dels efectes de les aigües, com poden ser els camins i els conreus, o bé, a més a més, tanquen finques com en el sector fins fa pocs mesos ocupat per un càmping.

El desguàs final al mar es fa al racó nord de la platja de Garbet, a uns 200 m aigües avall del túnel del tren, després de passar també sota el pont de la carretera N-260. Més avall hi havia hagut una passera que unia el càmping (acabat d'enderrocar el 2010) amb la riba esquerra.



Nota: La toponímia correcta és Garbet.



Foto G1.- Vista general de la Platja de Garbet i part final de la conca. (foto PMR, gener 08)

El darrer tram queda canalitzat per la dreta per la paret de la finca de l'antic càmping i per l'esquerra es limita per les tanques de jardí de diverses cases i murets de pedra seca. La Platja de Garbet queda encarada totalment a llevant, pel que es troba sotmesa de manera directa a les "llevantades" o temporals marítims de llevant. És doncs una platja molt sovint escombrada per les ones, que degut a la fondària de l'aigua, assoleixen alçades més importants que en altres sectors propers on les ones baten més sobre rocam (foto G1).

6.4.2.- Característiques del substrat



Foto G2.- Aflorament de roca al centre de la llera, en el primer tram de la riera. (foto PMR, abril 08)

La roca del substrat, com a tota la zona queda constituïda per esquists i pissarres amb important metamorfisme i foliació per pissarrostat, petites fractures i també amb intercalacions silíciques de feldspats i quarsos blancs.

Aquest substrat queda netament visible a la llera de tota l'àrea de capçalera. Més avall, en trams que ja hi ha terrassa T_0 , el substrat només aflora en sectors aïllats, especialment en punts on la roca resulta més resistent a l'erosió (foto G2)

6.4.3.- Característiques dels sediments recents: morfologia i litologia

En aquesta conca els materials recents queden representats pels al·luvions en forma de terrassa.

De la mateixa manera que en totes les altres conques estudiades, se n'ha diferenciat dues: la terrassa alta T_1 i la terrassa baixa T_0 , separades per un escarpament (veure el mapa geomorfològic integrat). Aquest escarpament o talús té un pendent entre els 80 i els 90°, i una alçada que varia entre els 1,50 i els 3 m.

En general, des del curs mig, l'amplada de la llera permet que la terrassa actual T_0 presenti línies variables d'encaixament en funció de les diferents riuades, apareixent àrees de veritables "illots" o "barres" (**punt G5**) que divideixen longitudinalment la llera, alguns d'ells fins i tot poblats de vegetació ben desenvolupada. També a la llera, a prop del **punt G2**, hi ha un tram on el curs es bifurca de manera que la terrassa inferior T_0 queda envoltant un aflorament de terrassa T_1 .

Més avall, l'amplada de la vall i els plans horitzontals de la superfície de la terrassa T_1 ha originat l'aparició d'extensos conreus, essencialment destinats a la vinya i a l'olivera, de manera especial a la riba esquerra gràcies a la incorporació dels dos torrents (Socarrador i Fonollera), que han d'aportar un important volum de sòlids. També a ran de la desembocadura del rec de Fonollera, es produeix una traça o línia de circulació secundària de la riera per l'esquerra, poc abans d'entrar al túnel del tren.

La terrassa T_1 com a tal, presenta una gran amplada a l'arribada a la platja, comprenent la totalitat de l'àrea del càmping, però la construcció de l'important terraplè del ferrocarril ha limitat el pas de les aigües pel túnel. També la recent modificació de la traça de la carretera ha afegit terres per alçar-ne la cota i evitar que el tràfic hagi de dependre de les aigües de la riera en moments de crescuda.

S'ha realitzat unes seccions transversals al llarg de la vall representades a les fotos G3, G4 i G5 que es tracten en detall a l'apartat de les característiques hidrològiques de la conca.



Foto G3.- Secció G1 de la terrassa T_0 fins al límit de la T_1 que dona una àrea de 44 m^2 (aprox.) abans de desbordar. (foto PMR, maig 2009)

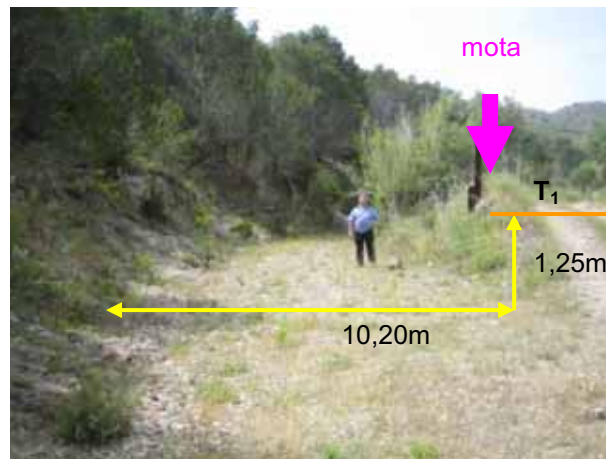


Foto G4.- Secció G2 de la terrassa T_0 limitada per una mota discontinua de protecció del camí. Tant la reducció de la secció (uns 13 m^2) com la discontinuïtat de la mota faciliten el desbordament. (foto PMR, maig 2009)



Foto G5.- Secció G3 de la llera reduïda (uns 16 m²) per les construccions, a l'àrea urbanitzada de la desembocadura. L'alçada de l'escarpament de la terrassa T₀ coincideix amb el nivell de la porta de la cuina del càmping situada a l'extrem de la fletxa vertical de l'esquerra de la foto (riba dreta del torrent). (foto PMR, maig 2009)

Pel que fa a la litologia de les terrasses, com en tota la zona, estan essencialment formades per còdols d'esquist, de formes predominantment aplanades. Els gruixos de la terrassa inferior T₀, visibles en els canals d'erosió i en les barres fluvials, resulten de l'ordre de 60 a 100 cm, mentre que el gruix de la terrassa T₁ resulta d'entre 1,5 i 3 m, tal com es pot veure en els llocs on els escarpaments entre les dues terrasses queden visibles.

La mida dels elements que componen la terrassa actual varia molt segons el sector; en la part més alta, alguns dels còdols resulten de fins a 50-60 cm de diàmetre màxim. Són poc arrodonits, doncs el transport no ha sigut de grans distàncies, però sí que són de cantells poc o molt llimats; sovint es troben imbricats entre si (foto G6).



Foto G6.- Blocs imbricats; el bloc central té 60 cm de dimensió màxima. (foto PMR, maig 2009)

Més a prop del mar, les mides dels còdols de la T₀ van resultant més petites (d'ordre centimètric) i les formes més arrodonides, fet que s'ha d'atribuir a la disminució de l'estretor de la llera i del pendent de la vall, que fan disminuir també la competència de les aigües.

A la part inferior i ampla de la vall, els sediments de la T₁, allà on queden més visibles, resulten majoritàriament menys grossos, de l'ordre dels 8 a 10 cm de diàmetre i els espais de superfície són més llaurats i fèrtils. L'activitat agrícola és més important i ha eliminat els possibles testimonis històrics i visuals referents als efectes de les rierades.

Els cons o ventalls presenten superfícies reduïdes i pendents poc pronunciats, i sovint tenen una llera encaixada o bé protegida lateralment per motes artificials.

6.4.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació de la conca del rec de Garbet, no difereix gaire de la de les conques veïnes, ja que la naturalesa del terreny, el clima, l'afectació per part dels incendis forestals, resulten ser pràcticament els mateixos.

En els vessants d'obaga tenen més vegetació de bosc, amb algunes pinedes extenses. Sobre les terrasses ja s'ha descrit la presència de camps de conreu: essencialment de vinya i d'olivera.

L'ús del sòl queda limitat a l'agricultura, tot i que hi ha sectors que a l'hivern queden destinats a pastura de bestiar de la Cerdanya que practica la transhumància.

6.4.5.- Ocupació humana i població

L'única zona ocupada es troba a l'extrem nord de la platja (veure foto G1), amb les infraestructures d'un càmping (enderrocat el 2010) i d'un restaurant, així com algunes casetes ubicades a la riba esquerra del rec. Aquest nucli de cases i edificacions de Garbet no té poblament estable. La majoria dels habitants o residents són de temporada.

La resta de la conca es troba pràcticament deshabitada; només hi ha algunes masies disperses, totes fora de l'àrea inundable però que poden quedar incomunicades, i algunes barraques de pagès.

La distribució i quantificació de la població (cens i padró) va sempre per municipis i no per conques, i en tractar-se d'una superfície corresponent al terme municipal de Colera, només es tenen les dades del municipi i no es disposa de dades específiques de la conca de Garbet.

L'evolució o creixement urbanístic de Garbet es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

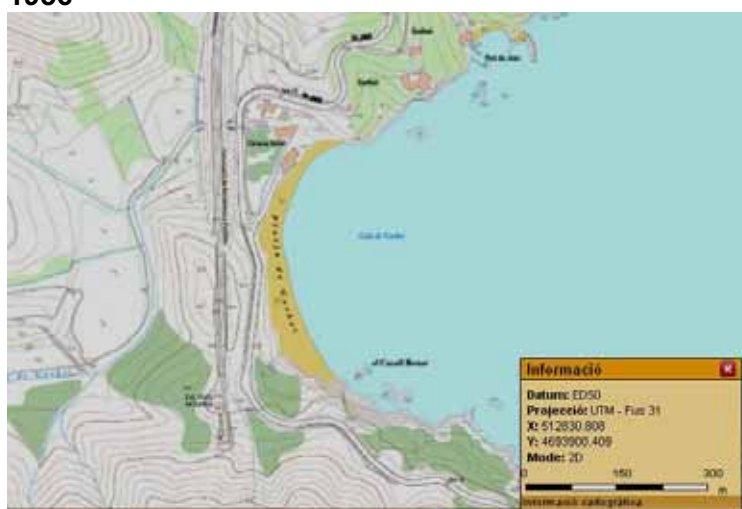
Garbet



1944



1956



2010

6.4.6- Característiques hidrològiques de la conca

La conca no presenta un esquema hidrològic diferent de les conques veïnes, és a dir que sobre el substrat rocós, hídricament poc permeable, hi reposen els sediments recents de terrassa i alguns retalls de peu de mont. En canvi, més enllà del terraplè de la línia del ferrocarril, no hi ha terres de rebliment ni escombreres com en d'altres conques properes.

La dinàmica és de tipus torrencial amb crescudes ràpides, de tipus rierada (flash-flood).

En aquesta conca s'han fet 3 seccions (G1, G2 i G3) que permeten comprovar la variació de la capacitat de la llera o terrassa T_0 i les possibilitats de desbordament (veure fotos G3, G4 i G5). Amb aquestes seccions s'han estimat els cabals (Q) que poden contenir fins el límit superior de l'escarpament amb la terrassa T_1 o bé amb les estructures que la limiten (motes, murs, etc.). Els resultats es recullen a la taula G1.

Secció G3

El primer conjunt correspon a la secció G3, situada a l'emplaçament del càmping enderrocat el 2010. El càlcul de la primera fila deriva del reconeixement sobre el terreny realitzat després de l'aiguat de l'octubre de 2010, on es van poder mesurar la velocitat real de l'aigua, passada ja la crescuda. A la mateixa secció es calcula la velocitat a partir de l'equació de Manning, a fi de veure la relació entre els 2 resultats. Com es pot observar a la taula següent, s'apliquen els 2 coeficients de rugositat extrems dels aplicables als rius amb llit de pedres (0.025-0.033). La

velocitat la mesurada al camp coincideix exactament amb l'estimada amb el coeficient 0.025, que és el que considerem més adequat al llit.

Els càlculs següents són considerant 1,60 m d'alçada del mur que limitava el càmping (veure foto G5). Les velocitats obtingudes varien entre 4.5-3.4 m/s segons el coeficient de rugositat aplicat.

Secció G1

Aquesta secció, G1, està feta en un tram de llera natural, situada a prop del pla del Tuní. Aquí no es disposa de velocitats reals i s'estimen a partir de l'equació de Manning. Els pendents S són els del llit (no de l'aigua) i el coeficient que considerem més proper a les condicions dels materials del llit és el de 0.033 amb el que s'obté una velocitat de 5.8 m/s.

Secció G2

Aquesta secció s'ha fet en un lloc on s'acaba una mota a fi de valorar numèricament la capacitat de la llera amb mota i sense. També per veure si era capaç de desguassar el Q provenint de la secció anterior o si es produïrien desbordaments, tal com s'ha deduït en els reconeixements sobre el terreny i malgrat que quasi no hi dades històriques.

Les velocitats en aquesta secció considerant l'alçada de la mota (1.6 m) o sense (1.25m), es calculen per l'equació de Manning. Varien entre 3.6 i 5.6 m/s, ja que en aquesta equació té un pes important el radi hidràulic ($R = \text{Àrea de la secció} / \text{Perímetre mullat}$), a més del coeficient de rugositat.

Per cada secció i en funció de les velocitats obtingudes s'han calculat els Q. Els resultats de la taula són estimacions orientatives i no es podem considerar com ha dades reals. Malgrat aquestes consideracions, amb aquests resultats es evident que el Q que passa per la secció G1 ha de desbordar en arribar a la secció G2 que és de menor superfície, tal com s'havia ja deduït al camp per comparació visual. El mateix succeeix amb la secció del càmping G3, on el cabal de la secció G1 no hi cap.

Taula G1

Secció	L (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S (m/m)	η	$S^{1/2} / R^{2/3}$	v (m/s)	Q (m ³ /s)
Secció G3										
Amb vel oct 2010 (camping)	9,5	0,25	2,375	10	0,238				1,5	3,56
id (Manning rug 0,025)	9,5	0,25	2,375	10	0,238	0,01	0,025	0,038	1,5	3,64
id (Manning rug 0,033)	9,5	0,25	2,375	10	0,238	0,01	0,033	0,038	1,2	2,76
id fins alçada mur camping	9,5	1,6	15,2	12,7	1,197				1,5	22,80
id vel Manning rug 0,025	9,5	1,6	15,2	12,7	1,197	0,01	0,025	0,113	4,5	68,54
id vel Manning rug 0,033	9,5	1,6	15,2	12,7	1,197	0,01	0,033	0,113	3,4	51,92
Secció G1										
Vel. Manning rug 0,033	22	2	44	26	1,692	0,0183	0,033	0,192	5,8	256,14
Secció G2										
Considerant la mota										
Vel. Manning rug 0,025	10,2	1,75	17,85	13,7	1,303	0,0138	0,025	0,140	5,6	100,06
Vel. Manning rug 0,033	10,2	1,75	17,85	13,7	1,303	0,0138	0,033	0,140	4,2	75,80
Sense la mota										
vel. Manning rug 0,025	10,2	1,25	12,75	12,7	1,004	0,0138	0,025	0,118	4,7	60,07
vel. Manning rug 0,033	10,2	1,25	12,75	12,7	1,004	0,0138	0,033	0,118	3,6	45,51

6.4.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica



Foto G7.- Vista aigües avall del tram final de la riera: en primer terme el túnel del tren, després el pont de la carretera N-260 i al final la passera del càmping. Notis la evident reducció de la secció que implica el pont de la carretera. (foto PMR, abril 08)

En aquesta conca els elements antròpics que condicionen la dinàmica torrencial són escassos. Com a elements que interfereixen o puguin interferir la dinàmica d'aquesta conca, es pot enumerar: les estructures laterals (motes, murs i esculleres), i els passos de les aigües per sota de les estructures de comunicació (el túnel per sota del ferrocarril i el pont de la carretera).

A) Les *estructures laterals* són: les motes formades simplement per acumulacions de terra i còdols que sovint provenen dels dipòsits de crescudes anteriors i recolzats per vegetació (plantada pel pagès o espontània), els murs (de pedra seca o d'obra) i algun tram molt curt d'escullera.

Els principals condicionaments consisteixen

en doncs en limitar l'àmbit de circulació de l'aigua, amb el conseqüent augment del gruix de la làmina de l'aigua (veure foto G4). Ara bé, al ser discontinues afavoreixen el desbordament a les zones d'interrupció

B) Referent als *ponts* i *túnels* (foto G7), el més destacable és el pont del tren, que com és habitual en aquesta tipologia de túnels, té unes dimensions que no arriben a presentar problemes al pas de l'aigua.

El pont de la carretera representa un estretament important respecte a l'anterior, tal com es pot observar a la mateixa foto G7 i en detall a la foto (foto G8). Malgrat aquesta disminució, no s'ha trobat notícies que hagi presentat problemes d'obturació o d'insuficiència. Fins el 2010 hi havia la passera del càmping (fotos G7 i G8).



Foto G8.- Detall del pont de la carretera i el seu dimensionat. (aprox. 22 m² de llum).

6.4.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

L'únic esdeveniment antic que ha quedat escrit referent a aquesta conca és del 23 d'agost de 1880, en el que Serriñana (Veure Curbet, 2007) només en diu que l'aigua s'endugué Garbet, Boquer i Grifeu entre d'altres torrents.

L'esdeveniment que ha quedat més marcat a la memòria dels escassos veïns d'aquesta conca es centra en l'aiguat del 1987. La majoria dels habitants o residents ho són de temporada, i sovint d'una única temporada, fet que explica la manca de memòria col·lectiva.

A la part alta els testimonis són mínims, reduïts als pagesos. Existeix un punt concret (**punt crític G2** foto G9) on destaca una cicatriu de trencament de la mota l'any 1987, com es pot veure en la foto G10. Aquest trencament va produir el desbordament de les aigües per la riba esquerra, que van saltar i seguir el camí adjacent situat sobre la terrassa T₁ i després als conreus, especialment a unes vinyes a l'inici del pla del Tuní (foto G11), sobre la mateixa terrassa.



Foto G9.- Al centre de la foto mota a la riba esquerra que separa del camí de la llera. A l'esquerra del camí s'observa una edificació per sobre la terrassa T1 al Pla de Can Tuní (**punt G2**). (foto PMR, abril 08)



Foto G10.- Punt de trencament de la mota de la riba esquerra el 1987, ara novament protegit per una minsa escullera i per terres; vista des de la llera. (foto PMR, juny 08)

En les plantacions del Pla del Tuní (**punt crític G3**), tal com informa el pagès (comunicació personal), es nota que hi ha passat l'aigua per la menor mida dels arbres, arrelats en un gruix de còdols amb poca fracció fina i menor fertilitat (foto G12).



Foto G11.- Vinya al pla del Tuní (**punt G3**) sobre la T1. Notis l'abundància de grava en la superfície, deixada per l'aiguat del 1987. (foto PMR, abril 08)



Foto G12.- Detall del conreu de fruiters en el sector del pla del Tuní, amb abundant grava deixada en passar l'aiguat del 1987. (foto PMR, abril 08)

Actualment, aquest punt de trencament es troba mínimament protegit per una petita escullera de pedres i terres que intenta tancar l'obertura creada en aquell moment (**punt G2** i foto G10). Tanmateix, la defectuosa distribució dels blocs de pedra i el poc contacte entre si, amb matriu de còdols i terres, permeten esperar una reduïda resistència a les aigües en el cas que es tornés a produir una crescuda de magnitud equivalent a la del 1987.

Un veí de Colera comenta que, en el moment de la riuada del 1987, l'aigua va entrar a la cuina del càmping per una porta que donava a la riera de Garbet i on sovint s'hi col·locava una escala per permetre baixar al llit del torrent i accedir als magatzems de l'altra riba (en aquell moment encara era el **punt crític G8** i foto G5). Com es pot observar en aquesta fotografia, si, segons informacions testimonials, l'aigua va entrar a l'interior del càmping per aquesta porta, que es troba a 1,60 m per sobre de la llera, ha d'haver entrat també a les cases i patis de les cases de la riba esquerra, que es troben en una posició inferior que la base de la porta que queda a l'extrem superior de l'escaleta. L'aigua arribà a entrar doncs a la mateixa cuina i al menjador, assolint un gruix de 40 a 50 cm, originant l'arrossegament de pertinences, desperfectes en mobiliari i en queviures robes, estris de cuina, etc., acumulats al rebost així com altres instal·lacions del càmping. La direcció del propi càmping ho reconeix, però no queda clar que

l'aigua arriba a afectar la plana ocupada per les tendes i les caravanes, ja que el mur de protecció, en aquell moment pintat de groc i visible en la foto G5, queda bastant elevat. En cas d'una altra crescuda equivalent a la del 1987, resulta molt probable que l'aigua torni a inundar l'esplanada que fins fa poc era ocupada pel càmping.



Foto G13.- Riera de Garbet des de l'emplaçament de l'antic càmping, ara ja enderrocat. (foto MAM, octubre 2010)

Per contra, no es tenen notícies d'afectacions al restaurant en ocasió de l'aiguat del 1987. De fet queda més allunyat de la llera i molt proper al mar, però es troba protegit de l'onatge per una línia d'escullera.

Així, els danys més importants de la inundació del 1987 sobre els bens, "urbans" o agrícoles, corresponen als situats sobre la terrassa T₁, ja que la T₀ només s'aprofita com a camí d'accés als diferents sectors de la conca i que, evidentment, van quedar sota les aigües (**punts G1, G2, G4, G5, G6**) com en moltes altres ocasions.

També va afectar alguna embarcació varada a la platja, ja que el sector de la desembocadura és el destinat a les embarcacions (quedant així la resta de la platja destinada als banyistes).

En altres episodis plujosos més recents, la circulació de l'aigua per aquest rec ha sigut elevada, però en cap cas semblant al 1987. Ningú recorda afectacions posteriors a aquesta data, encara que si que hi ha hagut riudes amb cabals importants, però que, en tot cas, han d'haver afectat únicament les planes de conreu de les ribes per sobre del tren.

Com que la major part de la conca no hi ha construccions, el pagesos donen relativament poca importància a les crescudes i no en recorden dates ni detalls, ja que l'afectació més important és la comunicació i/o destrossa del camí d'accés. Altres efectes són l'arrossegament de collites, més o menys important segons el moment de l'any en què es produeixi la rierada; també es poden arribar a malmetre estris i eina agrícola que es pugui trobar guardat a l'interior d'alguna barraca.

Així, també es té notícia de pluges històriques importants en les que es cita que en aquesta conca hi ha hagut desperfectes però sense especificar on ni com, en els dies: 23 d'agost del 1880, 20 de desembre del 1933, 1 de novembre del 1993, 18 d'octubre del 1994.

6.4.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.4.9.1.- Punts crítics.

Els punts que es consideren realment crítics en aquesta conca corresponen a aquells en què la crescuda de l'aigua hagi pogut afectar alguna infraestructura o alguns bens, i són relativament limitats. Als apartats anteriors s'han donat alguns detalls en fer referència als elements antròpics o als esdeveniments històrics.

Ja s'ha explicat en la descripció de l'episodi del 1987 (apartat 8) que el **punt crític per desbordament G2**, que afecta la riba esquerra, però que únicament inunda conreus de vinya i de fruiters, però que també es produeix la inundació i la interrupció del camí.

Com a altres punts crítics s'ha marcat els guals que intersecten el camí que comunica tota la vall amb la platja i la carretera, que en moments de crescuda només afecten la viabilitat interna de la conca. Es tracta dels **punts G1, G2, G4, G5 i G6**.

El **punt G7** resulta crític per la possibilitat que la brossa obstrueixi l'ull del pont de la carretera ja que resulta el punt més estret de tota la traça. Encara que no es tinguin notícies històriques

d'obturació, la seva llum (veure les fotos G7 i G8) és molt inferior a la secció natural de la llera (veure la foto G3). En cas que no pugui absorbir la totalitat del cabal i passi l'aigua per sobre el pont, es produirà la interrupció temporal del trànsit per la carretera i la comunicació parcial (cap al sud) d'alguns nuclis urbans com Colera i Portbou. En canvi no són de preveure problemes en el túnel del tren, de llum més gran.

6.4.9.2.- Consideracions sobre la inundabilitat

Igual que a les altres conques veïnes, de cara a la distribució geogràfica, cal considerar com a àrees inundables, en primer lloc, aquelles ocupades per la terrassa T₀, a les que s'assigna una inundabilitat **alta**. Presenten més freqüència d'inundació, més gruix de làmina d'aigua ja que pot tenir entre 1,50 i 3,00 m fins arribar a la vora de la terrassa T₁, és a dir al desbordament, i més velocitat perquè és la zona de concentració del flux. Les velocitats estimades per calats entre 1,25 i 2 m, poden oscil·lar entre 3,4 i 5,8 m/s en funció dels coeficients de Manning utilitzats. La velocitat mesurada per un calat de 25 cm va ser de 1,5 m/s.

En segon lloc, s'assigna una inundabilitat **mitja** a les àrees ocupades per la terrassa T₁. Aquesta terrassa té una menor freqüència d'inundació per les aigües, ocupa molta més superfície, cosa que implica menor velocitat i menor gruix de la làmina d'aigua (uns 40 a 50 cm a la inundació de l'any 1987).

Com ja s'ha descrit anteriorment, la terrassa T₁ i per tant l'espai amb perill d'inundabilitat **mitjà** en condicions naturals, comprèn franges estretes aigües amunt del Pla del Tuní (**punt G3**), però amb superfícies més extenses a la riba esquerra, des d'aquest pla fins a l'entrada al túnel sota el tren. També queda com a àrea inundable el sector de les dues ribes entre el pas sota el tren i la platja. Ara bé, en aquest últim sector la zona antigament ocupada pel càmping, que s'ubicava a la riba dreta, queda relativament protegida pel mur, pel terraplè del tren i també pel de la carretera i per tant es podria considerar com a **zona inundable protegida**.

Hi ha altres estructures de defensa però no es tenen en consideració, degut bàsicament a que són puntuals o discontinues i l'aigua podria entrar per les zones sense protecció, a més de les seves característiques (irregularitat geomètrica i de consistència)

La inundabilitat dels cons es considera mitja, ja que enllacen amb la terrassa T₁, i també perquè, generalment, tenen un canal principal encaixat.

Per tant, també es poden distingir dos nivells de perillositat d'inundació: **alta i mitja**.

6.4.10.- Propostes de millora i de gestió

Donat que les zones amb perill d'inundació són majoritàriament agrícoles i pràcticament sense habitatges, la vulnerabilitat és baixa i no hi ha gaire possibilitats de danys. Per tant les solucions puntuals a poder aplicar han de ser estudiades en la mesura d'aquests danys.

En el cas de les propostes de tipus **estructural**, el més aconsellable i fàcil en aquest escenari, seria deixar que les crescudes ocupin la terrassa T₁ i que la crescuda es vagi laminant aigües avall, tal com aconsellen les actuals directives europees i espanyoles (veure l'apartat referent al marc legal de la inundabilitat).

Les afectacions de trànsit afectarien les comunicacions internes de la vall, amb llargs trams del camí sobre la mateixa llera. El tall de la circulació per la carretera degut al desbordament i pas de l'aigua per sobre, només es podria salvar construint un altre pont de més gàlib.

A més, també s'hauria d'evitar noves estructures laterals i inclús es podria "obrir" o eliminar les ja existents, és a dir no seria aconsellable continuar amb el costum de construir proteccions puntuals adaptades a cada situació.

L'entrada d'aigua a l'àrea que fins fa pocs mesos era ocupada pel càmping queda ara sense gaire problemàtica doncs l'ocupació per l'aigua no afectaria bens ni comunicacions més enllà

de les petites edificacions de la riba esquerra entre la carretera i la platja, així com del restaurant encara vigent.

Pel que fa a la **gestió**, primerament s'hauria d'impedir qualsevol projecte d'urbanització o similar (llei d'urbanisme, etc.).

Pel que fa als efectes sobre els agricultors que es trobin en els sectors de conreus i edificacions rurals, caldria activar les alertes apropiades, que han estar previstes en el corresponent pla d'emergència del terme de Colera. D'altra banda, en cas de crescuda, als agricultors que s'hi puguin trobar en aquell moment, els ha de ser fàcil desplaçar-se a zones molt properes però més elevades, suficientment per quedar fora de l'abast de l'aigua.

6.5.- Conca de la Riera o del Rec de Grifeu (Llançà).

6.5.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, desguàs

La conca es troba orientada de NW a SE i queda inclosa en el terme municipal de Llançà. Limita al N amb la conca de Garbet, i al S amb la del Boquer.

La totalitat de la conca té una superfície aproximada de 0.7 km². La longitud total de l'eix principal d'uns 1.375 m; el desnivell màxim és de 165 m. (veure mapa general de la conca)

La conca es pot considerar subdividida en dues artèries principals, el torrent nord, segons la toponímia del Servei Cartogràfic és el rec de Grifeu pròpiament dit, i el torrent sud o meridional que no té nom propi.

Les dues artèries principals creuen primer perpendicularment la línia de ferrocarril de Girona a Portbou, longitudinalment el sector de la urbanització de Grifeu i poc abans d'arribar a la platja, la carretera de Llançà a Portbou (N-260) i els vials adjunts a l'aparcament existent entre la carretera i la platja (veure mapa geomorfològic).

Les valls de capçalera són de fons encaixat o en "V". Poc abans del pas de la línia de ferrocarril la vall s'obre i el fons ja pren una topografia més planera, ocupada per grava i còdols rodats de pissarra i esquists, que corresponen al fons actual del torrent o terrassa T₀. Per sobre hi ha els sediments de terrassa superior o T₁, la superfície de la qual es situa entre 0,90 i 1,00 m per sobre de la T₀ (Veure descripció litològica en el següent apartat).

El torrent més septentrional o de Grifeu, neix al Coll de Grifeu (93 m), a la Serra del Socarrador, i pren una direcció sensiblement N-S, creua la via de Renfe per un túnel i forma la vall on s'ha desenvolupat la urbanització de Grifeu en direcció NW-SE. En el sector urbanitzat, després de passar sota el carrer de Guillem de Berguedà mitjançant un pont, queda canalitzat en molts trams, essencialment mitjançant murs de formigó fins a la confluència amb el torrent sud, a uns 32 m abans de creuar la carretera.

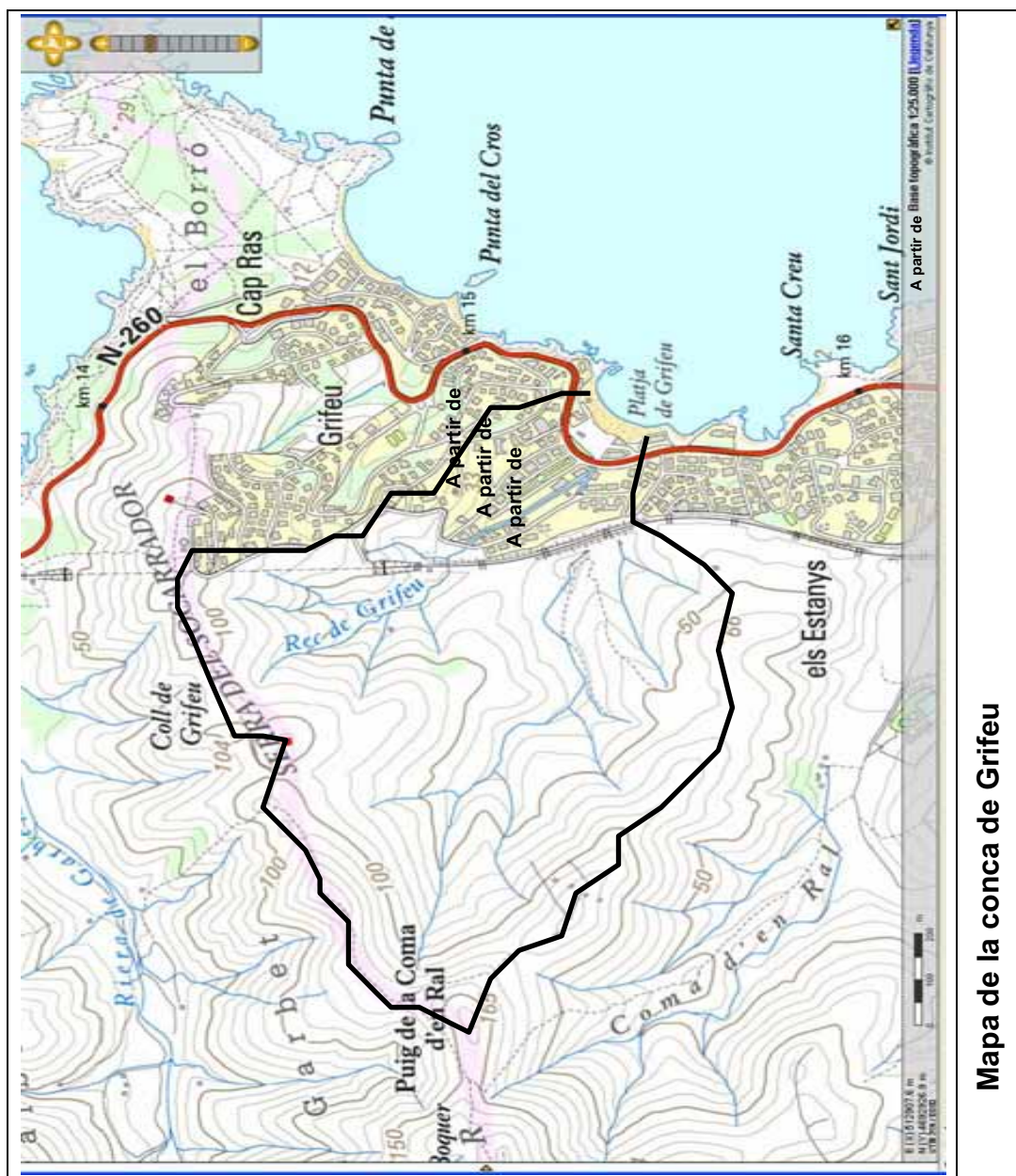
El torrent meridional, sense nom oficial, presenta una direcció més clarament W-E. Neix a la Coma d'en Ral (165 m). La capçalera queda constituïda per un conjunt de 6 petits torrents que conflueixen abans d'arribar a la via del tren, a la que creua també mitjançant un túnel d'iguals mides que el del torrent nord. Entra en el sector de la urbanització, per on circula majoritàriament canalitzat per murs d'obra fins a la confluència amb torrent nord, després de passar també per sota del mateix carrer de G. de Berguedà,

Consultada la fotografia aèria de l'any 1956, la traça de les dues branques de riera és exactament la mateixa que ara. No hi havia urbanització, ni murs de canalització, ni de contenció de terres, simplement hi havia un solc erosiu obert per les aigües en la plana al·luvial.

Una vegada reunits els dos torrents principals, a uns 100 m de la sorra de la platja, en constitueixen ja un de sol, de direcció W-E. Passa pels dos ponts de la carretera de Llançà a Portbou (N-260). Finalment el torrent s'apropa a la platja, passant a ran de l'ample aparcament de la mateixa platja (riba esquerra) i un parell d'edificis d'apartaments (riba dreta), a la planta baixa d'un dels quals hi ha un restaurant i a l'altre i una botiga. L'àrea de l'aparcament es troba dividida en dos plans, separats per un desnivell de 0.90 m.

La sortida al mar queda sovint dificultada per l'alçada de la sorra de la platja, bastant per sobre de la cota de la llera en el seu tram inferior. Aquest fet fa un efecte de barratge, que influeix en la retenció d'aigua en el tram d'arran de platja.

És una conca en la que el tram de la sortida al mar s'estreny, ja que, tal i com es pot observar en la cartografia, en el sector sud o riba dreta i just a la desembocadura hi ha un turó rocós sobre el qual s'hi troba implantat l'hotel Grifeu, i a la riba esquerra hi ha també un turó rocós. La platja queda, doncs, limitada per dos promontoris rocosos.



6.5.2.- Característiques del substrat

La roca del substrat, com a tota la zona, queda constituïda pels esquists i pissarres, amb important metamorfisme i foliació per pissarrostat, petites fractures i també amb intercalacions silíciques, especialment de feldspats i quarsos blancs.

6.5.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

Els sediments recents de la conca es concreten, especialment, en els elements transportats per les aigües (sorres, graves, còdols i algun bloc), que constitueixen la terrassa actual T_0 , així com també la terrassa més antiga T_1 .

La primera és la que ocupa la llera actual del torrent i que queda només visible en alguns trams, a causa de la seva ocultació per part de la solera de la canalització; a les capçaleres també queda bastant amagada per l'abundosa vegetació.

La fragmentació de la roca en les capçaleres i la petita dimensió de la conca, que implica un transport molt curt, ha permès l'existència de còdols de mides properes als 50 cm de dimensió màxima. De fet, s'ha observat la presència de blocs en diferents punts de la vall. Especialment s'ha observat els existents a l'interior del túnel sota la via del torrent nord i dipositats sobre el paviment interior del propi túnel; indiscutiblement són blocs que han d'haver sigut transportats per les aigües (**punt F1** i foto F1). En canvi, en altres sectors també hi ha blocs però es descarten perquè podrien ser de desprendiments laterals naturals o de rebliments antròpics.



Foto F1.- Interior del túnel nord, amb còdols grossos.
(Foto PMR, maig 2009).

Les mides dels blocs existents a l'interior del túnel i considerats representatius de les mides màximes, són les següents:

40 x 20 x 15 cm
40 x 30 x 12 cm
34 x 14 x 15 cm
25 x 20 x 15 cm
32 x 18 x 10 cm

Pel que fa a la distribució de les terrasses, començant des de la capçalera, les primeres restes de la terrassa T_1 que apareixen són: en el torrent sud, a uns 350 m aigües amunt de la via del tren, on n'hi ha petits retalls; en el torrent nord hi ha un petit retall a la riba esquerra i arran de la boca del túnel, que es troba parcialment cobert per un abocament recent de terres.

La terrassa T_1 per sota de la línia del ferrocarril, constitueix una plana que, tal i com ja s'ha exposat en la descripció de la conca, queda entre 0,90 i 1,00 m per sobre de la terrassa actual. L'amplada màxima ocupada pel conjunt dels sediments de les terrasses dels dos torrents (Grifeu i sud) s'assoleix a la zona de la confluència dels dos torrents i arriba fins als 160 m. Per sota de la via, la seva superfície s'ha aprofitat pel desenvolupament de la urbanització i per tant queda pràcticament coberta i ocupada pels habitatges, els vials i els jardins de la urbanització.

També hi ha algun sector cobert per terres d'aportació antròpica recent, tal i com es recull, en l'apartat 7, referent als elements antròpics, i en la cartografia geomorfològica. Així, hi ha molt pocs afloraments de la terrassa T_1 , i l'observació dels que hi ha resulta difícil, ja que queden molt emmascarats per terres mogudes o per murs antròpics.

Per les formes i la tipologia dels murs de canalització dels trams de torrent, també es dedueix que hi ha retalls de terres d'aportació que reomplen el rieradors de trams de murets. Resulten

difícils de veure de manera fefaent, doncs majoritàriament queden emmascarats per les estructures de la pròpia urbanització i per la vegetació.

També es pot haver modificat lleugerament la topografia en el moment de la construcció de l'aparcament de la platja i de modificació i ampliació de la carretera, ara fa uns 6 anys (2002/2003).

6.5.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació de la part de la capçalera de la vall (foto F2), és essencialment de matolls, encara que hi resten alguns arbres que han aconseguit sobreviure els repetits incendis soferts per la zona. Entre aquests hi destaquen alguns pins, en petits grups o bé més aïllats; també alguna alzina.

Hi ha àrees ara de matolls que havien estat ocupades per vinyes (abans de la plaga de la fil·loxera), com ho demostra l'existència encara d'algun cep bord.

L'enjardinament de l'àrea urbanitzada, relativament abundant, és totalment artificial. Destaca especialment el parc central de la urbanització.



Foto F.- 2 Vista general de la capçalera de la conca nord de Grifeu des de la via del tren, amb la vegetació de matolls i algun arbre. (Foto PMR, maig 2009).

6.5.5.- Ocupació humana i població

Els usos del sòl en aquesta conca es mantenen en la part de capçalera com a forestal degradat, per sobre de la línia de ferrocarril, i han variat molt entre aquesta línia i la costa, on la part baixa de les valls ha quedat ocupada per la urbanització amb les habituals modificacions topogràfiques i hídriques que això comporta.

La població es centra, de manera total a l'àrea compresa entre la via del ferrocarril i la línia de la costa.

Com ja ha quedat exposat en l'apartat 6.5.1 de descripció de la conca, l'ocupació es concreta en la construcció d'habitatges, vials, jardins i l'aparcament de la platja, així com també la carretera i les conseqüents interseccions de les estructures dels vials amb les traces dels torrents. El desenvolupament es va produir a partir dels anys seixanta i a la foto aèria del 1956 encara esta pràcticament deshabitada.

Pel que fa al tipus de població es bàsicament de segona residència. La pertinença de la conca al terme municipal de Llançà significa que les dades de cens quedin incloses i tractades amb les de tot el municipi, i per tant es tenen dades específiques de la població d'aquesta conca.

L'evolució o creixement urbanístic del sector de Grifeu (terme de Llançà) es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

Conca del rec de Grifeu



1944



1956



2010

6.5.6.- Característiques hidrològiques de la conca

La conca presenta un esquema hidrològic molt semblant al de les conques veïnes, és a dir que majoritàriament aflora el substrat rocós, hídricament impermeable, i sobre aquest basament hi reposen els sediments recents de terrassa i petits retalls de peu de mont i de col·luvió. Les terres antròpiques predominants en volum i en extensió són les corresponents a les aportades per a la implantació de la línia del ferrocarril, així com algun retall per l'elevació d'alguna parcel·la o per al reblliment al reradors de trams de mur de contenció.

La dinàmica és doncs de tipus torrencial, amb crescudes ràpides o fins i tot sobtades, de tipus rierada.

Després de l'episodi de pluges de l'11 d'octubre de 2010, es va realitzar un reconeixement dels efectes a la conca. No es va produir cap desbordament, però es va aprofitar per fer observacions i mesurar la velocitat de l'aigua que circulava per la riera, en el tram canalitzat just entre la confluència de les dues rieres i els ponts de la carretera.

Les anotacions preses són les següents:

- a) Baixa aigua neta i transparent
- b) No hi ha senyals de desbordament.
- c) Hi ha un solc important en les sorres de la platja amb una obertura important de la passera del restaurant (sembla fet per l'aigua)
- d) La caseta de la Creu Roja torna a tenir protecció d'obra, de 3 matxihembrats d'alt (foto F3)
- e) Mesures de velocitats + càlculs àrea i Q:
(entre la confluència i la carretera)
 - Amplada: 3 m
 - Gruix làmina d'aigua: 10 cm
 - Velocitat, $v = 1$ m/s
 - Àrea = $3 \times 0.1 = 0.3$ m²
 - $Q = 0.3 \times 1 = 0.3$ m³/s



Si, en canvi, es calcula la velocitat (a segons Costa, 1983) a partir del diàmetre mig dels blocs més grossos dins del túnel (20 cm), la velocitat seria de 2.3 m/s.

Foto F3.- Protecció a la porta de la caseta de Creu Roja. (foto MAM, octubre 2010)

6.5.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Tal i com es pot observar en la cartografia geomorfològica integrada d'aquesta conca i en les fotografies annexes, els elements antròpics, que en determinats moments poden alterar la dinàmica torrencial d'aquesta conca són les acumulacions de terres de rebliment, les modificacions de la topografia, les canalitzacions, els ponts i la impermeabilització per construccions i pavimentacions.

6.5.7.1.- Acumulacions de terres de rebliment i modificacions topogràfiques

Les modificacions topogràfiques consisteixen especialment en l'ocupació del terreny (edificis, urbanització, vials), que afectarien el sector de la urbanització i el de l'aparcament de la platja; també a les elevacions del terreny mitjançant l'addició de terres limitades lateralment per murs d'obra.

Com a acumulació de terres que modifiquen la topografia, de la mateixa manera que en totes les altres conques del sector amb orientació W-E, es troba el terraplè de base de la línia de ferrocarril, que les creua totes deixant un ample túnel per al pas dels torrents. En aquesta conca es tracta de dos ponts o túnels pavimentats, com es descriu més endavant



Foto F4.- Tram canalitzat del torrent sud. Aquí l'amplada és de 5.30 m. Al fons a la dreta, murs de 3 m d'alçada per contenir les terres i sobre les que s'edificà (just a la sortida del túnel sud, mirant al mar). (Foto PMR, maig 2009).

L'aportació antròpica de terres és especialment important en el sector que ocupa la riba dreta del torrent sud, després de la seva sortida del túnel del tren, recollida en la cartografia geomorfològica. Consisteix en una acumulació de terres d'una potència que es pot apreciar per la diferent l'alçària dels murs laterals de la riera en aquesta mateixa riba (Foto F4).

També s'observa que hi ha algunes petites zones, de desenes de m², en les que s'ha aportat terres en el moment d'urbanització, amb la finalitat d'aconseguir incrementar els sectors de topografia més planera destinada a la implantació de les edificacions i dels vials. En general són unes aportacions d'escassa incidència hídrica. D'altres sectors han estat rebaixats amb la mateixa finalitat, fins i tot afectant el substrat, com per exemple en la línia del carrer de Tramuntana, que limita la terrassa pel sector NE de la urbanització.

6.5.7.2.- Canalitzacions i estructures laterals

Els torrents són canalitzats des de poc abans de creuar la via del tren. Es tracta d'una canalització discontinua i de diferents tipus (foto F5), amb murs laterals i fins i tot solera en molts trams. Sobre aquests paviments s'hi acumula sediment de la riera (fotos F6), i que en no retirar-se permet l'arrelament de vegetació (foto F7).



Foto F5.- Diferents tipus de canalització (torrent nord): aigües amunt amb solera i murs de diferents alçades i diferents tipologia d'obra, i en primer terme tram amb contenció de pedra seca i sense pavimentació. (Foto PMR, maig 2009).



Foto F6.- Sediments sobre la solera de la canalització, aigües avall de la confluència dels dos torrents, alguns colonitzats per la vegetació. (Foto PMR, maig 2009).



Foto F7.- Punt de confluència dels dos torrents després de les pluges de l'octubre 2010. (Foto PMR, octubre 2010).



Foto F8.- Torrent nord, tram canalitzat però sense solera, vist des del pont del carrer de Guillem de Berguedà i mirant al mar. (Foto PMR, maig 2009).

La canalització del torrent nord té una amplada entre murs que augmenta aigües avall: entre els 2,50 m en el pont del carrer de G. de Berguedà, els 3,20 m en el tram de més avall del carrer (foto F8) i els 4,60 m en el darrer tram de canalització, ja a prop de la confluència amb l'altre torrent principal (el meridional). La canalització del torrent meridional està constituïda per murs d'obra separats uns 5,30 m (veure foto F4). Els trams canalitzats han absorbit bé les

crescudes des que la zona esta urbanitzada. En el tram sense canalitzar (**punt F2**), es podria produir un desbordament per la riba esquerra, en direcció al sector enjardinat.

6.5.7.3.- Ponts i passeres

Dels ponts cal destacar, per la seva menor amplitud, els dos de la carretera de Llançà a Portbou (N-260). El primer que travessa (**punt F4**) correspon al pont de la traça actual de la carretera i té 2,80 m d'ample i 1,75 m d'alt. El segon (**punt F5** i foto F9) correspon a la traça antiga, té 3,20 m d'ample, 1 m d'alt als dos laterals i 1,50 al centre de la volta. Aquest darrer és utilitzat actualment per a la sortida de vehicles de l'aparcament. Ambdós ponts queden molt poc separats, amb un màxim de 4 m (no queden paral·lels).



Foto F9.- Pont sota l'antiga traça de la carretera N-260 (**punt F5**), el de dimensions més petites de tota la conc, susceptible de provocar obturacions i desbordaments. (Foto PMR, nov. 2008).



Foto F10.- Túnel del torrent nord sota la via del tren (boca de sortida). (Foto PMR, maig 2009).

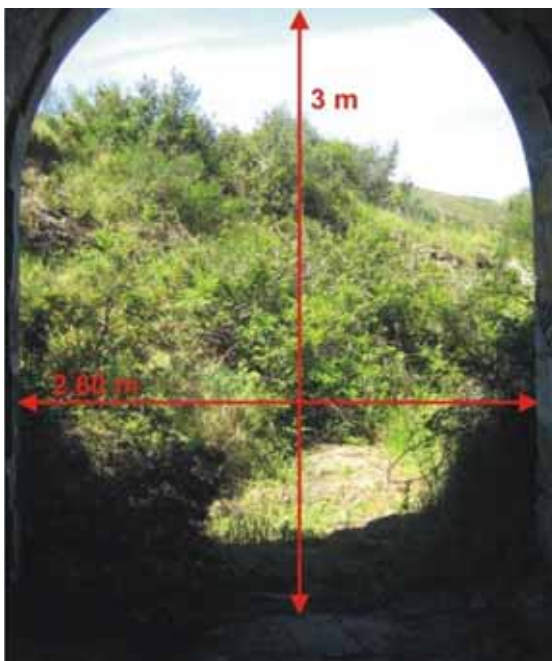


Foto F11.- Boca d'entrada de la torrent sud al túnel sota la via del tren (Foto PMR, maig 2009).



Foto F12.- Entrada i interior del túnel nord sota el tren, pavimentat i amb acumulació de sediments (Foto PMR, maig 2009).

Referent als ponts o túnels de la línia de tren, en aquesta conca n'hi ha dos (fotos F10 i F11), que són d'iguals entre si: de 2,60 m d'amplada i 3,00 m d'alt fins a clau de la volta. Es troben també pavimentats (foto F12). La seva boca d'entrada constitueix un punt d'estretament (**punts F1 i F3**)

També hi ha un carrer de la urbanització (Guillem de Berguedà), que creua els dos torrents. El pont del torrent sud (foto F13) té una amplada de 3,00 m i una alçada de 2,30 m. El del torrent nord (foto F14), té una amplada de 2,50 m i una alçada de 2,00 m.



Foto F13.- Pont del torrent sud al carrer Guillem de Berguedà (vista aigües avall). (Foto PMR, maig 2009).



Foto F14.- Pont del torrent nord al carrer Guillem de Berguedà, (mirant aigües amunt). (Foto PMR, maig 2009).

Pròxim a la platja (entre l'aparcament i els edificis), hi ha el pont del vial existent entre els dos blocs de la riba dreta (4,40 m d'amplada i 2,10 d'alt) (foto F15) i la passera del restaurant (5,70 m d'amplada i 1,15 d'alt). (Foto F16 i F17) i **punt F6**, d'informació històrica).



Foto F15.- Riera de Grifeu; tram canalitzat a ran de platja. (foto PMR, juny 2008).



Foto F16.- Fi de la canalització, tapada per la sorra de platja; a la dreta restaurant i a l'esquerra aparcament. (foto PMR, juny 2008).



Foto F17.- Passera final oberta per l'aigua. (foto MAM, octubre 2010)

En resum, de tots aquests ponts els únics que poden presentar problemes importants, pel seu dimensionament o per obturació, són els dos de la carretera N-260 (traça antiga i traça actual).

6.5.7.4.- Altres

També pot significar una interferència a la dinàmica hídrica la *impermeabilització* de bona part de l'àrea mitjançant els vials i les edificacions, però també molt més encara a la zona d'aparcament a causa de la pavimentació asfàltica, que disminueix gairebé a 0 la infiltració d'aigües, facilita la circulació de l'aigua en disminuir el fregament i la turbulència i n'accelera la velocitat.

6.5.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades.

L'únic esdeveniment antic que ha quedat escrit referent a aquesta conca és del **23 d'agost de 1880**, en el que Joan Baptista Serifana, en la seva llibreta de memòries (Clavaguera, 1992) només en diu que l'aigua s'endugué Garbet, Boquer i Grifeu entre d'altres torrents.

No s'ha detectat cap altra informació concreta d'inundacions amb danys importants que hagin afectat la zona, ja que en les ressenyes històriques hi figura sempre el nucli de Llançà i només en algun cas es cita Grifeu com a secundari i sense concreció. Tampoc els tècnics municipals tenen present cap afectació de l'àrea de Grifeu per efecte de les aigües.

Segons les informacions d'alguns veïns, especialment del propietari del Blau Grifeu (restaurant de la platja situat a la riba dreta, a ran de la desembocadura del torrent, **punt F6**), no hi ha hagut problemes de desbordament de les aigües de la riera durant els 34 anys que fa que és aquí (comunicació personal de l'agost de 2009). Cal remarcar que durant aquest període de temps s'han produït desbordaments notoris en altres torrents propers i que han inundat la terrassa T₁. Per tant, donat que el conjunt de la urbanització queda implantada sobre aquesta terrassa, resulta difícil assumir que en aquests episodis recents no hagi sigut afectada per desbordaments en els trams no canalitzats o per l'obturació dels ponts de la carretera.

Aquest veí del restaurant de la platja, insisteix en dir que, encara que hi hagi sorra que teòricament obstrueixi la passera o el darrer pont del Rec de Grifeu, ha vist que quan ha arribat l'aigua sempre ha sigut capaç d'apartar la sorra i obrir un solc a la platja per abocar al mar, sense arribar mai a desbordar. Per contra, sí que ha tingut problemes amb les aigües marines a causa de la destrucció produïda per l'onatge.

Altres persones de la comarca (Vicenç Bonareu, per exemple) han confirmat la inexistència de rierades recents que hagin produït danys en aquesta conca. Cal tenir en consideració la reduïda superfície de la conca, però també que queda demostrat que les aigües han sigut capaces de transportar còdols de certa dimensió. També es recorda que hi ha entrades de pàrquings que disposen de comporta de protecció, fet que podria atribuir-se únicament a un excés de prudència dels propietaris.

Pel que fa a la justificació de les proteccions d'obra de la porta de la caseta de la Creu Roja, s'atribueix essencialment als perills de les aigües marines en moments de tempestes de llevant.

6.5.9.- Inundabilitat a la zona i punts crítics.

6.5.9.1.- Punts crítics.

Els punts crítics d'aquesta conca són aquells en els que hi ha possibilitat de desbordament de les aigües, ja sigui a causa de l'obturació d'alguna estructura o de l'alçada que pot assolir l'aigua en un estretament de la llera. Ja s'han donat alguns detalls a l'apartat d'elements antròpics i es recullen al tractar la inundabilitat.

Aquí es tenen punts amb possibilitat d'acumulació d'aigües en els **F1** i **F3**, que són les boques d'entrada dels túnels de sota de les vies del tren, ja que representen un estretament de la llera, encara que just abans ja tenen una certa canalització lateral. El punt **F1** ha estat també considerat històric, ja que ha permès l'amidament de còdols transportats per l'aigua i dipositats a l'interior del túnel, fent evident que la única procedència possible és per transport de les aigües i no per gravetat.

També són punts crítics els **F2**, **F4** i **F5**, tots ells per desbordament. El primer per manca de contenció lateral a la riba esquerra, originant-se una línia de circulació preferent fora de la llera quan hi ha desbordament. Els altres dos punts corresponen als ponts sota la carretera (actual i antiga, respectivament) que tenen la possibilitat d'obturació i una llum de poca superfície, netament inferior a la canalització existent immediatament abans.

Pel que fa al **punt F6** (veure foto F17), a partir de les observacions efectuades en l'episodi de l'11 d'octubre de 2010, la riera resulta capaç d'apartar la sorra de la platja en moments de

crescuda. Queda doncs classificat com a punt d'informació històrica, donada la immediatesa de l'informador tal com s'explica al tractar dels esdeveniments històrics. Ara bé, no es descarta la possibilitat que sigui realment un punt crític i que es pugui produir l'obturació del desguàs de la riera cap el mar tant per arrossegalls com per la relació entre l'energia del mar i del riu.

6.5.9.2.- Consideracions d'inundabilitat

A l'igual que a les altres conques, cal plantejar l'existència de dos nivells de perillositat possibles.

Hi ha la **perillositat alta**. Afectaria les àrees longitudinals corresponents a la terrassa baixa T_0 , en condicions naturals, és a dir si no es tenen en compte les obres de defensa o les que agreugen el perill, i els trams equivalents canalitzats. És la zona amb major freqüència, més calat (pot ser superior a 1 m) i més velocitat (capacitat de transportar com a mínim blocs de 40 cm de mida màxima i 20 cm de diàmetre mig dels blocs més grans, cosa que segons Costa (1983) correspondria a una velocitat d'uns 2.3 m/s.

Si es té en compte l'escenari corresponent a la possible obturació a la desembocadura, a nivell de la darrera passera, per part de la sorra de la platja, també es podria incloure en la zona de perillositat **alta** l'àrea situada aigües avall de la carretera, que comprendria els plans de l'aparcament i els dos edificis de la riba dreta. Diuen que aquest escenari no s'ha produït mai.

La **perillositat mitja** afectaria l'àrea de tota la Terrassa T_1 en condicions naturals, sense incloure el paper de les obres de defensa. Aquest grau de perillositat deriva, com a la resta de conques veïnes de la menor velocitat, calat i freqüència de la inundació. En la situació actual amb les obres de defensa (canalització, murs) **no** es pot assignar a tota la superfície de la terrassa T_1 la consideració de **zona inundable protegida (perillositat mitja protegida)**, perquè no és una protecció continua. Per exemple, la inundació es podria produir ja des dels ponts sota la carretera, quan no fossin capaços d'admetre la totalitat del cabal, especialment de la primera onada del front de la rierada, que és la que arrossega més material. Aquest fet faria créixer el nivell de l'aigua i desbordar, principalment per la riba esquerra del tram final. Aquesta aigua una vegada fora de mare s'acumularia per sobre de la carretera fins a aconseguir prou nivell per passar-la i baixar cap als plans de l'aparcament i la platja.

També existeix un punt amb més probabilitats de desbordament per la riba esquerra del torrent N, a nivell de la rotonda del final del carrer de Gregal (**punt F2**). En aquest cas les aigües seguirien pel mateix carrer fins a la carretera. Seria un espai que es podria considerar línia de circulació preferent.

Pel que fa a les freqüències d'inundació cal recordar que no es disposa de dades testimonials ni històriques d'inundacions en aquesta conca i s'ha fet una comparació amb les conques veïnes.

Referent al paper de les obres de canalització amb murs (veure mapa) es pot considerar que: a) la informació segons la qual des de fa 34 anys no s'ha produït cap desbordament és vàlida; b) el 1987 les conques veïnes (Garbet i Boquer) van ser afectades per la inundació més important de la que té memòria la població i c) que molt probablement la conca de Grifeu també va ser afectada per les precipitacions del 1987 ja que l'episodi va abastar d'altres conques properes. A partir de tot això es pot concloure que les obres de canalització han estat eficients i suficients per la crescuda del 1987 i, per tant, la zona de la terrassa T_1 situada a l'àrea d'influència de la canalització es podria considerar com a **zona inundable protegida**. Ara bé, aquesta protecció no abasta a tota la zona d'influència, només queda protegida per la canalització la riba dreta del torrent sud i més avall de la confluència. A la resta de la terrassa T_1 la inundació podria produir-se en episodis més freqüents, a causa del desbordament de les zones no canalitzades (per exemple el **punt F2**), i per tant als trams no canalitzats o sota la seva influència, no se'ls podria assignar la qualificació de zona inundable protegida.

A més a més, hi ha dos escenaris en els que es podria inundar la zona inundable protegida. Un seria si es trenqués la canalització o no es portés a terme un manteniment adequat (per exemple no retirar les acumulacions de sediments després de les crescudes). L'altre seria si es

donés un episodi de pluja més important o més concentrada que els esdevinguts durant aquests 34 anys i que es superés la capacitat de la canalització.

En aquesta segona hipòtesi (que es donés un episodi de pluja més important o més concentrada que en aquests 34 anys), el desbordament es produiria primerament en el sector no canalitzat (punt F2), i després en el pont de la carretera antiga (**punt F5** i veure foto F9), de només 4 m² de llum i després en el pont de la carretera actual (**punt F4**), de només 4,90 m². Això afectaria els laterals dels dos ponts i també la zona baixa de la urbanització, concretament la que queda per sota de la cota 5. En els laterals dels ponts cal destacar, de manera especial, el bloc de la riba esquerra que queda limitat per la riera, pel carrer del Gregal i per la carretera, bloc que a més a més té una planta soterrani de garatge; com a causa complementària hi ha la presència d'una discontinuïtat en el mur de canalització, constituït per un tram d'escala que porta al fons de la canalització (veure dreta de la foto F6 i **punt F4**).

Una rierada important amb desbordament del tram final de la riera de Grifeu també afectaria:

- Baixos i soterranis dels edificis de la urbanització més propers a la carretera, per manca de capacitat dels dos ponts (l'antic i el modern) que hi passen per sota.
- interrupció de la circulació rodada per la carretera
- les 2 esplanades de l'aparcament de la platja
- baixos dels edificis d'apartaments de la riba dreta, entre la carretera i la platja
- edifici de la creu roja, amb la planta baixa coincident amb el nivell de l'esplanada inferior de l'aparcament de la platja i que, a l'hivern, es protegeix amb un envà (veure foto F3).
- també es podria produir l'afectació de la casa situada a nivell de platja, a la riba esquerra i a l'altre costat de l'aparcament.

Referent a la secció de les dues darreres passeres de l'esplanada inferior de l'aparcament i més properes a la platja (veure'n les mides en la descripció dels elements antròpics de la conca i les fotos F15 F16 i F17), resulten d'una llum superior a la dels ponts anteriors, i, conseqüentment, han de resultar capaços d'admetre les aigües que, en els moments de crescuda, arribin a passar pels ponts anteriors. És doncs en els ponts de la carretera on s'hauria de produir l'obstrucció i el conseqüent desbordament.

6.5.10.- Propostes de millora i gestió.

Donada la reduïda extensió de la conca, com a mesures per a millorar l'estat actual dels perills d'inundació, només es proposen les següents:

Mesures estructurals

Per raons obvies, resulta problemàtica la potencial ampliació dels dos ponts sota la carretera, que són els punts més crítics. Tanmateix, si no es poden ampliar, com a mínim, es proposa, de manera especial, mantenir nets els passos dels torrents sota les estructures dels ponts i també lliure el pas sota la darrera passera, ja sobre la sorra de la platja.

Mesures de gestió

Com en totes les demés àrees properes a rieres (de règim torrencial), convé que les autoritats municipals vetllin per:

- L'acompliment de les normatives urbanístiques i per les normes de funcionament de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), especialment pel que fa a la neteja de les lleres.
- Activar el pla d'emergències per rierada de manera efectiva i, si fos possible, amb anticipació suficient (encara que això és difícil, perquè es tracta d'una riera de tipus flash flood) per tal que la població pugui prendre les mesures individuals per a la seva pròpia defensa, com ara la col·locació de proteccions a les portes, evacuació de persones i bens transportables a plantes superiors, etc.
- Conscienciar els veïns de les àrees amb perillositat, i que, a més a més, han de prendre mesures individuals de defensa o de protecció.

- Evitar l'estacionament de vehicles en el llit dels torrents, així com interrompre el trànsit en determinats trams de carretera, carrers o camins, en els moments de perill.

També mantenir alertats els veïns de la zona baixa que puguin quedar afectats i als que circulin pels vials (especialment la carretera), sempre i quan es pugui donar una alerta eficaç i amb prou temps d'antelació.

En totes les possibles solucions que es puguin estudiar i projectar, caldrà valorar, a més a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de la perspectiva d'una ordenació del territori. Convé tenir present que si s'ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, i no oblidar que el risc 0 no existeix, sempre queda un risc remanent.

6.6.- Conca del rec del Boquer (Llançà)

6.6.1.- Disposició geogràfica; naixement, curs, desguàs

La conca presenta una orientació de W a E, formant grup amb les conques de Portbou, de Colera, de Garbet i de Grifeu. Al N limita amb aquestes dues darreres conques, i al S amb la conca de Llançà.

La totalitat de la conca queda en el terme municipal de Llançà, i té una superfície aproximada de 3.5 km². L'artèria principal té una longitud de 4100 m.

La capçalera es situa al vessant E del Puig Tifell (405 m) i al vessant S del Puig de les Aigües (285 m). (foto B1)



Foto B1.- Capçalera amb l'abocador; a l'esquerra el Puig Tifell (405m) i a l'extrem dret el Puig de les Aigües (285m). (foto PMR, febrer de 2010).



Foto B2.- Vista general del rec del Boquer (des de l'abocador de terres i runes), on s'aprecia la seva asimetria. (foto PMR, febrer de 2008).

Es tracta d'una vall molt asimètrica (foto B2), amb vessants molt abruptes al marge meridional, amb el Puig de la Folguera, mentre que el vessant nord constitueix la part solana de la Serra del Socarrador, i de la qual en rep els dos principals afluents per l'esquerra (el primer sense nom conegut i el segon és el rec de la Coma d'en Ral), que hi arriben amb direcció NW-SE.

En el seu recorregut creua espais pràcticament deshabitats fins passar el túnel sota la via del ferrocarril, a uns 500 m del mar, al que desemboca sobre rocam. En el darrer tram, ja creuada la carretera N-260, es troba canalitzat soterradament, pel sota del carrer Fages de Climent, per l'àrea denominada Sant Carles.

Es tracta d'una vall amb menys pendent que d'altres de la zona, ja que la capçalera es troba en cims de menor alçada, tot i que la longitud també sigui menor.

Ja des de prop de la capçalera, el fons de la llera resulta de superfície bastant planera (foto B3), amb sediments de terrassa actual T₀. A partir de la incorporació del primer afluente per l'esquerra, els sediments al·luvials de la terrassa alta T₁ ja apareixen a les dues ribes, en trams més o menys alternants. Després, la vall es va eixamplant, especialment cap a la riba esquerra, propiciant extensions amples de terrassa sobre les que s'ha anat assentant el conreu, especialment d'arbres (oliveres i alguns altres fruiters).

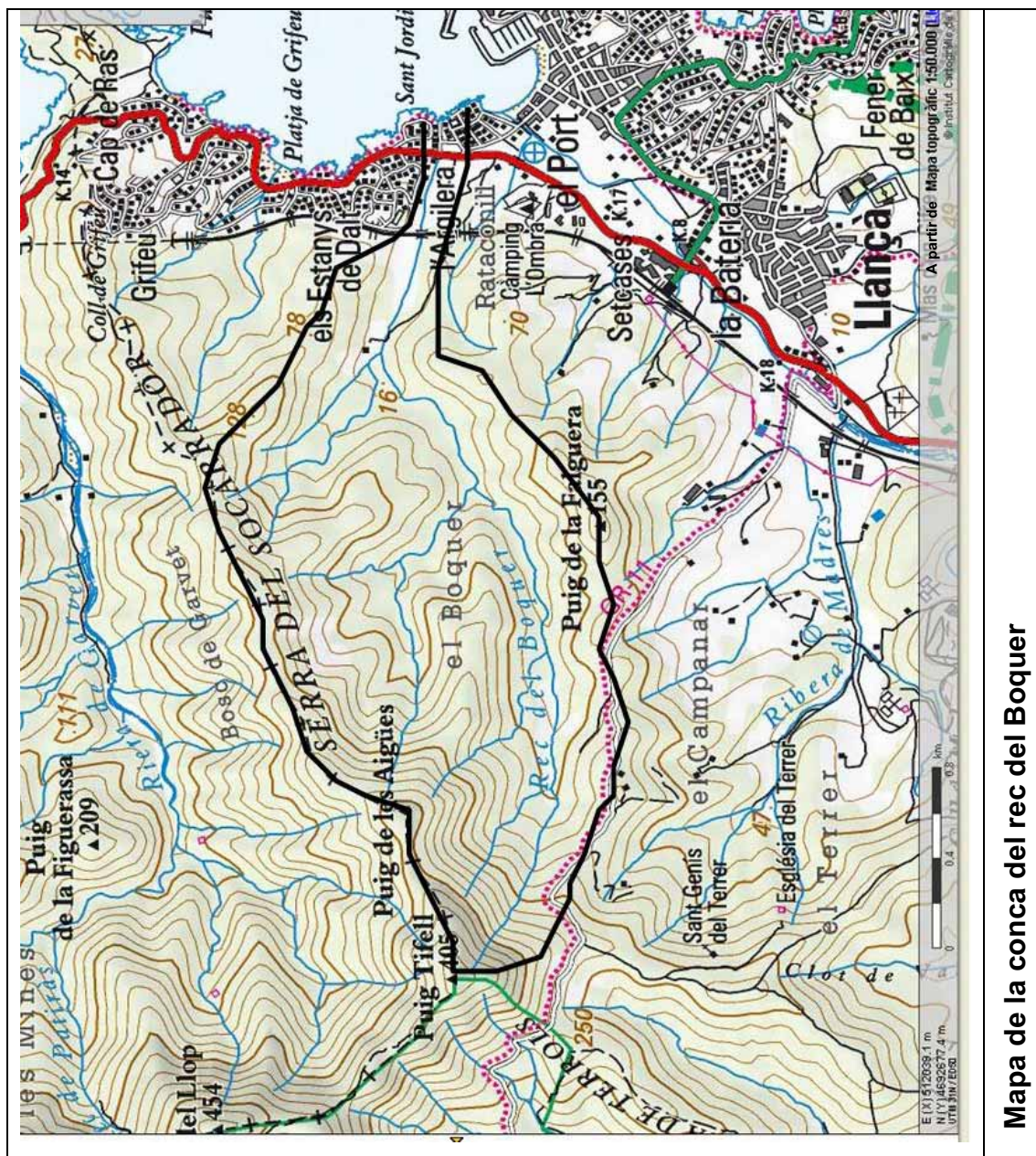




Foto B3.- Tram del camí-llera vorejat per dues motes que el converteixen en una llera semi-canalitzada. (foto PMR, agost 2008).



Foto B4.- La capçalera i l'abocador des del Puig Tifell; al fons el Port de Llançà. (foto PMR, febrer de 2010).

Com a estructures especials existents en la conca, es pot distingir, un important abocador municipal de Llançà (de terres i runes), situat en la part alta de la conca (foto B4), i l'estació depuradora d'aigües residuals dels nuclis que formen el municipi de Llançà, que es troba ja relativament a prop del pas del torrent sota la via del ferrocarril.

Tot i desguassar sobre rocam i no sobre una platja, el tram final de la conca presenta una topografia molt planera que fins fa pocs anys havia constituït un sector d'aiguamolls intermitents, però que ha estat parcialment urbanitzat (fotos panoràmiques: B5 i B6). Aquests aiguamolls es troben encara marcats com a tals en la cartografia topogràfica oficial editada l'any 1944.



B5.- Panoràmica de la part de la conca just per sobre de la via del tren. (foto PMR, febrer 2008).



B6.- Panoràmica entre la via del tren i el mar i zona d'antics aiguamolls. (foto PMR, febrer 2008).

En moments de pluges relativament importants, a partir d'un determinat punt (**punt crític B3**, veure apartat corresponent als punts crítics), les aigües es bifurquen: a la dreta segueixen el camí-llera, més o menys "canalitzat" per motes, i a l'esquerra segueixen el curs aparentment més natural, que passa just arran del contacte de la terrassa i el vessant rocós. Abans de la construcció de la línia del ferrocarril, a aquestes dues traces o bifurcacions seguien independents fins a desguassar als aiguamolls de Sant Carles i després al mar. La construcció

del túnel sota el terraplè del tren va forçar la reunificació en un sòl torrent, però en moments d'avingudes, just passat el túnel (**punt crític B6**), i quan les aigües són molt altes, tenen tendència a tornar-se a dividir i circular una part pel camí-llera (foto B7) i l'altra part recuperar el braç dret, l'anomenat rec del Lliris (foto B8).

Fins el mateix segle XX, els aiguamolls foren també parcialment alimentats per la riera de la Valleta, constituint els "estany Badia".



Foto B7.- Camí-llera entre motes; tram entre el túnel i la carretera (punt B6). (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B8.- Rec del Lliris a ran de la carretera N-260, amb estructura per a comporta de rec per inundació (foto PMR, abril 2008)

6.6.2.- Característiques del substrat

Com a tota la zona, el substrat queda constituït pels esquists i pissarres amb important metamorfisme, petites fractures i mineralitzacions silíciques de feldspats i quarsos blanquinosos en forma de veta (foto B9).



Foto B9.- Aflorament de la roca esquistosa del substrat. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B10.- Aflorament de substrat en el sector de capçalera, a ran de la llera ocupada per la terrassa T₀. (foto PMR, novembre de 2007).

Aquest substrat compona la part majoritària de la superfície de la conca, excepte els vessants recoberts per terraplenats d'aportació recent (abocador i àrea de la depuradora) o la antiga franja de terraplenat de la traça del ferrocarril.

A la llera queda visible el substrat en tota la part de capçalera, tant del torrent principal com dels secundaris.

6.6.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia.

Els sediments recents de la conca es concreten, especialment, en els materials aportats per les aigües en forma de terrasses. A la confluència d'algun torrent afluent amb el principal també

s'ha desenvolupat algun con de dejecció. També existeixen petits enclaus de peu de mont i de col·livió, que no han estat inclosos en la cartografia geomorfològica per la seva poca superfície i escassa incidència hídrica.

Per la seva importància en extensió, gruix i efectes hídrics, en aquesta conca també cal esmentar, els materials d'aportació antròpica recent, en forma de terraplenats i/o d'abocadors i escombreres.

6.6.3.1.- Les terrasses

En les línies més baixes de les valls el substrat queda bastant recobert pels sediments recents de les terrasses (foto B10); en els vessants, hi ha sectors on puntualment es cobreix per col·luvions o peu de mont, i per clapes de vegetació en els vessants que queden a l'obaga. Destaquen els recobriments de terraplenats antròpics ja citats en el paràgraf anterior.

Pel que fa als materials de sedimentació recent, i amb importància geomorfològica s'ha diferenciat les dues terrasses anomenades T_0 l'actual i T_1 la superior, com a totes les conques properes. Són les morfologies que han estat cartografiades.

En la part alta de la conca, per sobre de la depuradora, el desnivell entre la terrassa T_0 i la T_1 resulta de l'ordre de 1,20 a 1,80 m (foto 11). A la part inferior de la conca aquesta diferència de nivell disminueix, passant a ser, en alguns punts, de l'ordre de només 1 m.

Els elements que constitueixen les terrasses són semblants en ambdues, ja que procedeixen de la mateixa àrea font i el substrat de tota la conca resulta homogeni. Aquesta naturalesa esquistosa els proporciona una forma majoritàriament aplanada, amb una dimensió sensiblement inferior a les altres dues, fet que permet que es puguin distribuir imbricadament. La longitud màxima predominant en els còdols és aquí de 15-20 cm en les dues terrasses (foto 12), com en altres conques de l'àrea .



Foto B11.- Detall de la secció de la T_1 , a ran de la bifurcació del torrent en dues branques, punt B3 (desnivell 1,80 m) (Foto PMR, juliol 2010)



Foto B12.- Detall de la composició de la terrassa T_0 , a nivell de la bifurcació, punt B3 (Foto PMR, juliol 2010)

La superfície de la terrassa inferior T_0 es nota més "neta" d'elements fins, que han estat erosionats per les aigües en períodes de pluges que no han assolit prou energia com per

remoure els còdols més pesants. Aquesta naturalesa fa que les lleres es trobin bastant netes de vegetació i resultin molt visibles de lluny i també en la fotografia aèria.

La composició i naturalesa de la terrassa superior T_1 , és semblant a la baixa pel que fa als elements grollers, però contenen més proporció de fracció granulomètrica fina (de sorra i de llim), que fa les esplanades de terrassa més fèrtils de cara al conreu.

La distribució de les terrasses resulta aquí bastant homogènia.

La terrassa inferior T_0 ocupa la llera actual des de molt a prop de la capçalera, des de l'àrea del **punt crític B1** al peu de l'abocador de terres (veure cartografia), i es perllonga fins pràcticament al mar.

La terrassa superior conforma acumulacions de sediments a les dues ribes de l'eix principal, amb més o menys amplada en funció del relleu del substrat. En els dos torrents afluent arriba a sedimentar terrassa T_1 en els trams finals, ja propers a la unió amb l'eix principal. És a partir de la cota 20 on l'amplada de la vall permet una més extensa superfície de terrassa. A partir de la conjunció del rec de la Coma d'en Ral l'esplanada del fons de la vall (terrassa T_1) es torna tant ampla que permet la divagació de les aigües en moments de crescuda, que circula entre les oliveres, excavant solcs (foto B13) on es veu la composició dels al·luvions de la terrassa (foto B14), descalçant alguna olivera (foto B15) i també sedimentant còdols que posteriorment són amuntegats pels agricultors (foto B16).



Foto B13.- Exemple de solc entre les oliveres, a l'esplanada de la terrassa T_1 , originat per una circulació preferent en un moment de desbordament. (foto PMR, agost 2008).



Foto B14.- Secció de la terrassa T_1 , en un solc entre les oliveres on hi ha hagut erosió per circulació de les aigües en moments de desbordament. (foto PMR, agost 2008).



Foto B15.- Solc erosionat a la terrassa T_1 , que descalça la base d'una olivera. (foto PMR, agost 2008).



Foto B16.- Solc erosionat per circulació d'aigües entre les oliveres i acumulació antròpica de pedres. (foto PMR, agost 2008).

La frenada brusca de les aigües a la boca superior del túnel del tren ha fet que d'ençà de la construcció de la línia, els sediments de terrassa amb grava grollera quedin limitats a aquí. Anteriorment l'arribada de les aigües als aiguamolls significava també una frenada i la sedimentació dels elements grollers. Així, la terrassa actual conté algunes graves, però la terrassa T₁, que ocupa la part inferior de la conca recobreix els sediments dels aiguamolls amb una capa prima.

Aquests sediments d'aiguamolls no han estat cartografiats per quedar superficialment recoberts.

Es tracta de sediments llimosos i llimo-argilosos, amb graveta i sorreta de fragments de pissarra i esquist. Son materials que es coneixen a través d'un reconeixement geotècnic amb sondeigs, efectuats en la finca de l'avinguda Mestral 55-57, en els que el substrat rocós es troba a fondàries desiguals, que van dels 6 als 14 m per sota de la rasant actual del carrer. Es tracta doncs d'un important paquet de sediments, però de gruix desigual, resultat del rebliment d'un paleo-relleu. En els horts del pla dels Lliris, hi ha dos pous que no arriben a tocar el substrat. Tenen 4 i 9 m de fondària i confirmen els importants gruixos de sediments.

6.6.3.2.- Terres d'aportació o de rebliment antròpic

En aquesta conca els materials d'aportació consisteixen essencialment la construcció dels terraplens de la línia del ferrocarril amb les terres majoritàriament procedents de la perforació dels túnels propers. També s'ha aportat terres per a la construcció de l'esplanada d'emplaçament de la planta depuradora d'aigües residuals i per a l'elevació de la cota del traçat de la carretera.

És important també citar l'existència de les terres d'abocament que es concentren en la capçalera de la vall en forma d'abocador de terres i runes (veure foto B4), que queda sota el control municipal i al qual s'accedeix pel camí de la vall de Villordí.

6.6.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació natural en els vessants de la conca resulta equivalent a la de les demés conques de la zona, i actualment es centra especialment en arbustos i matolls amb algun arbre aïllat (pins i alzines) (fotos B17 i B18).



Foto B17.- Vegetació de vessant. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B18.- Vegetació a ran de la llera. (foto PMR, novembre de 2007).

Les zones de conreu, que generalment ocupen les esplanades de la terrassa T₁, són ocupades per arbres plantats ja fa generacions, i consisteixen essencialment en oliveres (veure foto B13), amb algun retall d'altres fruiters.

Algunes vinyes van ocupar part dels vessants fins l'arribada de la fil·loxera. Actualment encara es conserven molts dels plans inclinats en forma de "feixa", continguts per murets de pedra seca;

aquests espais van quedant lentament ocupats per la vegetació espontània i natural de la zona (foto B19).



Foto B19.- Ceps bords que es mantenen entre la vegetació natural de matolls, molts anys després de la fil·loxera (Foto PMR, juliol 2010)



Foto B20.- Mota a la riba dreta del camí-llera, en el tram inferior, just passat el túnel del ferrocarril, a nivell del punt crític B-6. (foto PMR, agost 2008).

Algunes fileres de vegetació plantada ajuden a conformar les motes que separen la llera o el camí-llera i poden ser també separacions entre les àrees de conreu o entre propietats (foto B20).

En algun sector de la capçalera es detecten rastres resultants dels incendis "forestals" (foto B21) i la presència de llenya i troncs acumulats a la llera (foto B22), i que poden ser mobilitzats per les aigües del torrent en moments de pluges intenses, amb el conseqüent perill d'obstrucció d'estructures insuficientment dimensionades.



Foto B21.- Substrat, murs de protecció, sediments recents i vegetació cremada. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B22.- Vegetació del vessant i llenya seca (foto PMR, novembre 2007).

6.6.5.- Ocupació humana i població

Es tracta d'una vall pràcticament deshabitada des de la capçalera fins al pas sota la via del tren. Únicament alguna edificació es troba aïllada per entre els conreus, destinades a guardar einam agrícola i a refugi dels agricultors.

El darrer tram, el dels antics aiguamolls de Sant Carles és el que, a partir del anys 70, va començar a ser ocupat per blocs d'habitatges, majoritàriament de segona residència, en una franja d'uns 200 m d'amplada, entre la carretera i la línia de costa.

En tractar-se d'una superfície inclosa dins del terme municipal de Llançà i donat que la distribució i la quantificació de la població (cens i padró) va sempre per municipis i no per conques, no es disposa de dades referides a aquesta conca.

L'evolució o creixement urbanístic de Boquer (terme de Llançà) es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

Conca del rec del Boquer



1944



1956



2010

6.6.6.- Característiques hidrològiques de la conca.

Hidrològicament es tracta d'una conca que té unes característiques molt semblants a totes les altres de la zona, és a dir que són de superfície relativament reduïda i de resposta molt ràpida i sobtada.

Com que antigament desembocava en uns aiguamolls, la importància dels sediments al·luvials de terrassa queda bastant disminuïda en el tram inferior de la conca, quedant limitades a capes primes de còdols en la T_0 i a una capa prima de graveta i llims en la T_1 . Aquesta limitació quedaria aproximadament seguint la línia de la traça del ferrocarril.

Els detalls hidrològics s'amplien i s'inclouen entre les explicacions d'altres apartats d'aquesta mateixa conca.

Dos dies després de l'episodi de pluges del 11 d'octubre de 2010. S'ha inspeccionat la part baixa de la conca i no hi ha vestigis d'excepcionalitats en la circulació de l'aigua; ja no hi passa aigua, a diferència d'altres conques immediates en les que encara hi ha escorrentiu. Pel rec dels Lliris sí que hi ha encara una mica de flux d'aigua, que no passa sota la carretera sinó que lentament circula per la cuneta en direcció a la conca de la Valleta. El temporal de llevant ha fet que les ones destruïssin una part de l'embarcador de Sant Carles.

6.6.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Els principals elements antròpics existents en aquesta conca i que poden interferir la dinàmica hídrica han de considerar-se, primerament, les terres d'aportació antròpica recent, la carretera, i les canalitzacions soterrades del darrer tram del torrent (entre la carretera i el mar). També es poden incloure les motes construïdes artesanalment pels agricultors i la pavimentació d'un tram del camí-llera. En aquesta conca no hi ha ponts pròpiament dits, excepte el túnel sota la via del ferrocarril.

6.6.7.1.- Acumulacions de terres de rebliment

Poden diferenciar-se dos tipus d'acumulacions antròpiques de terres, les no compactades mecànicament i les compactades.

- Les terres no compactades corresponen a l'abocador. Es situen a la riba dreta, molt a prop de la capçalera de l'eix principal, en forma d'acumulació de terres i runes (materials inerts), i conforma una superfície planera, enlairada uns 25 m per sobre de la llera del riu i uns plans inclinats de talús d'uns 35 a 40° que limiten aquesta plataforma superior per la vora del torrent (foto B23).



Foto B23.- Abocador des de baix; noti's l'angle del talús, d'uns 40°. (foto PMR, maig de 2009)

Són materials que encara es van aportant actualment, de manera controlada per l'ajuntament llusanenc, però són de naturalesa bastant heterogènia, ja que procedeixen de rebaixos de terres en excavacions de solars i també de runes procedents d'enderrocs, entre els quals poden diferenciar-se blocs rocosos o fragments de formigó de considerable volum, que sovint, en ser abocats, rodolen pel talús fins al fons de la vall (foto B24). Les terres no es compacten de manera mecànica, motiu pel qual s'originen obertures o esquerdes de descompressió observables en la plataforma superior i distribuïdes paral·lelament a la cornisa del talús; són el resultat de mecanismes de compactació natural, afavorits pel pes dels materials que es van acumulant al damunt i per l'efecte redistribuidor de les pluges (foto B25). No es descarta que algun d'aquests plans de fractura puguin significar el despreniment d'una falca que pugui anar a parar al fons de la vall i obturar temporalment la natural circulació de les aigües i constituint una "presa" (**punt crític B1**).

- Entre les acumulacions de terra compactada, que ha estat aportada per a servir de suport d'estructures, a la conca n'hi ha dues. Primerament la plataforma de la traça del ferrocarril, composta per fragments de roca procedent de la perforació dels túnels de la mateixa traça del tren; són materials de naturalesa bastant uniforme i es troben ja compactats pel pas del temps. Aquest terraplè del tren talla la vall però permet àmpliament la sortida d'aigües mitjançant un

túnel de 4 m d'ample i 5 m d'alçada a l'arc de la volta construït sota del rebliment. El terraplè del ferrocarril queda, ara com ara, com a pantalla i sobre tot com a embut de reunió de les aigües del torrent, tant les que circulen per les dues lleres (pluges moderades) com les escampades sobre la terrassa T₁ (en episodis de pluges importants), obligant-les a passar pel túnel (fotos B26 i B27).

Aquest túnel, tot i la seva amplada, va quedar obturat en les pluges del 24-25 de setembre del 1962, originant un llac i una acumulació de sediments, especialment grava, que va mig enterrar els olivars, elevant la cota de la terrassa T1 (veure fotos B13 a B16)



Foto B-24.- Vista del rec del Boquer des de dalt l'abocador, amb elements grossos acumulats al peu del talús. (foto PMR, febrer de 2008).



Foto B25.- Detall de les esquerdes de descompressió a la vora del talús, que van sent tapades per noves aportacions. (foto PMR, febrer de 2008).



Fotos B26 i B27.- Boques d'entrada (esquerra) i de sortida (dreta) del túnel sota el tren, per on circula el torrent i les persones i vehicles (4 m d'ample i 5 m d'alçada màxima; secció: 18,2 m²). (foto PMR, 2008).

En segon lloc l'esplanada de base de l'estació depuradora d'aigües, que s'ha situat al vessant de la riba dreta. Es tracta d'un terraplè constituït per terres seleccionades i amb compactació controlada, ja que havia de servir de base de les estructures de la planta en les que hi ha grans dipòsits que no poden admetre assentaments diferencials. Les terres de la depuradora no han doncs de plantejar inconvenients, ja que queden ben col·locades i protegides de socavacions, ara bé representa un una reducció de la superfície de la terrassa T₁ i per tant tendeix a desviar les aigües cap a l'altra riba (esquerra) i formar-hi solcs. Tornar a veure les fotos B13 a B16.

6.6.7.2.- Canalitzacions i estructures laterals

L'estructura més important és el soterrament dels torrents des de la mateixa carretera fins al mar. La carretera N-260, que talla perpendicularment els dos fluxos de l'aigua: el rec del Boquer pròpiament dit i el rec del Lliris. Aquesta interrupció ha intentat ser paliada mitjançant túnels o canalitzacions soterrades, que s'ha demostrat que resulten insuficients (**punts crítics B7 i B8**) que en ocasions es troben obturats per acumulació d'al·luvions d'episodis de pluja anteriors. El túnel del rec dels Lliris és de 0,70 m d'amplada i 0,90 m d'alçada màxima a la volta, i el túnel del torrent del Boquer pròpiament dit està format per dos canals paral·lels i per tant presenta dues boques, d'unes dimensions per a cadascuna de 3 m d'amplada i 1,30 m d'alçada a la volta (0,90 m als laterals) i és l'entrada del tram soterrat (fotos B28 i B29). La superfície de cada boca és doncs de 3,5 m², és a dir 7 m² de superfície total d'entrada.



Foto B28.- Boques d'entrada de la riera del Boquer a la canalització de soterrament entre la carretera i el mar (punt crític B7). (foto PMR, 2008)



Foto B29.- Boca d'entrada del rec dels Lliris a la canalització sota la carretera (punt B8). (foto PMR, abril 2008).

Aquests soterraments resulten insuficients en pendent, en dimensionat i en algun moment també mantinguts insuficientment funcionals (fotos B30 i B31).



Foto B30.- Riera del Boquer, boca nord dreta del tram soterrat just per sota de la carretera N-260; obturada en aquest moment. (secció: 3,5 m²) (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B31.- Riera del Boquer, Boques d'entrada del soterrament al carrer de Fages de Climent, acabades de netejar (Foto PMR, juliol 2010)

La sortida al mar de l'eix principal es fa també per 2 boques de secció rectangular de 2.90m d'ample i 1.70 d'alt cadascuna, separades per un muret de 0,55 m (fotos B32 i B33). La secció total de sortida és de 9,26 m², és a dir superior a la del total de l'entrada.

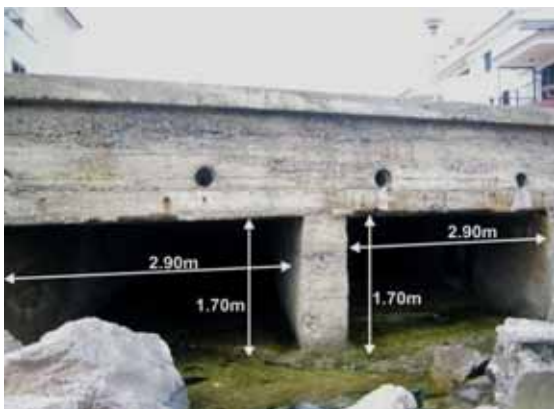


Foto B32.- Riera del Boquer; boques de sortida de la canalització al mar. (foto PMR, abril 2008).



Foto B33.- Detall de l'interior d'una de les bocanes de sortida al mar; poc més amunt ja està totalment colmatada. (foto PMR, abril 2008).

Els agricultors intenten conduir o canalitzar l'aigua per fora de les seves propietats, creant les motes combinadament amb terres i vegetació (veure les fotos B3, B7 i B20). Per altra banda, s'ha anat aprofitant trams importants de llera per a instal·lar-hi els camins i vies d'accés, de manera que s'ha creat una estructura de camí-llera, per on l'aigua hi passa canalitzada lateralment per les motes, per murs de pedra seca o d'obra, per escullera, etc. Aquestes canalitzacions artesanals no són contínues ni uniformes. Un tipus d'interrupció freqüent és la derivada de l'accés a les finques agrícoles des del camí-llera. Aquest és el cas, per exemple, del **punt crític B6**, de conseqüències importants, ja que permet la inundació del pla dels Lliris i pràcticament invalida la resta de la canalització i de la mota des d'aquí fins a la carretera.

6.6.7.3.- Altres

De fet, el pas del temps ha anat originant una permanent batalla entre les aigües i l'agricultor, de manera que, a més de les motes artesanals o el soterrament, ha anat assecant els aiguamolls per guanyar superfície de conreu.

Per altre banda hi ha trams de la llera aprofitats com a camí (camí-llera) que recentment han estat pavimentats, fet que facilita la circulació de l'aigua i li proporciona més velocitat. Resulta important assenyalar que la pavimentació comença a partir de la depuradora i fins a la carretera, amb trams poc visibles pel recobriment sedimentari de sorres i gravetes de la terrassa T₀. Per sota de la pavimentació s'ha instal·lat les canonades connectades amb la depuradora: la canonada que aporta les aigües per depurar bombejades fins a la planta, i també la canonada de sortida de les aigües ja depurades, que posteriorment passa per sota els carrers del nucli del Port de Llançà, fins a la platja de la Gola, des d'on tornen a ser bombejades a l'emissari submarí.

L'embarcador de Sant Carles, amb totes les intenses modificacions, és encara un residu dels antics aiguamolls, i en part contribueix a la sortida al mar de les aigües desbordades que puguin ocupar els carrers immediats en moments crítics.

6.6.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

Els principals esdeveniments d'aiguats i rierades en aquesta conca van associats als esdeveniments de Llançà. Generalment, a igualtat d'avinguda, els efectes resulten ser superiors a Llançà, d'aquí que es considerin i es recordin sempre més els uns que els altres.

L'únic esdeveniment antic que ha quedat escrit referent a aquesta conca és del **23 d'agost de 1880**, en el que Serriñana (veure Curbet 2007) només en diu que l'aigua s'"endugué" Garbet, Boquer i Grifeu entre d'altres torrents.

Com que anteriorment als anys 1970 l'àrea de Sant Carles (part inferior de la riera) es convertia era periòdicament en aiguamolls, la manca de grans danys ha impedit que en quedi record a la memòria dels llançanencs (el principal dany era la interrupció de la carretera a Portbou i Colera). És a partir dels anys 1970-75 que es comença a ocupar la zona i conseqüentment s'inicia la memòria de la gent. Només hi ha una dada anterior que és de l'any 1880, i de la que consta únicament que hi va haver inundació (Curbet Hereu, 2007).

Veure dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

Així, de les rierades esdevingudes recentment en aquest sector i que, a causa de l'ocupació de la part baixa de la conca, ja queden enregistrades en la memòria d'alguns veïns, es poden citar:

- El dies **24 i 25 de setembre de 1962**, segons les informacions de Vicenç Bonareu i de Jaume Giralt, hi hagué una important inundació que afectà el Port i el sector del Boquer. Es va obturar el pas sota el ferrocarril, formant-se un llac i una important acumulació de sediments. Les oliveres van quedar mig enterrades pels sediments.

- El **3 d'octubre de 1987**, l'any de l'aiguat més important sofert recentment i més generalitzat per tota la zona; tanmateix, no es tenen dades dels nivells assolits per les aigües, però afirmen que els danys varen ser quantiosos a les cases ja construïdes. Butlletí nº 33,

- En l'esdeveniment del 18 de novembre de **1989**, es cita importants danys a Llançà, amb una pluja de 220 mm, amb els pitjors efectes al sector del Port i dels recs del Boquer, de Madres i de Villordí.

- També el **1r de novembre de 1993** la inundació va ser important en el sector de Sant Carles, on s'assoleixen nivells de l'aigua de 80 cm per sobre de la rasant de les voreres (Av. Mestral), ocupant soterranis i plantes baixes. És a conseqüència d'aquesta inundació que en molts punts del sector es varen col·locar comportes a les rampes de molts dels soterranis de garatge, proteccions que varen resultar efectives l'any següent (1994), tot i que l'alçada de les aigües no va ser tant important. (Butlletí municipal nº 57 de Llançà).

- el **18 d'octubre de 1994**, aiguat important que es relaciona en el Butlletí municipal nº 61 de Llançà, en el que es parla de pluges de 220 mm a Llançà i 210 mm a Colera; va inundar el sector dels lliris i el sector de Sant Carles, i va quedar tallada la carretera de Portbou (fotos B34 i B35). S'ha obtingut també una fotografia en la que es mostra que l'aigua va assolir els 1,18m en l'avinguda Mestral (foto B36). Hi ha també fotografies de la Vila i de la platja a la conca de Llançà.



Foto B34.- Cruïlla Av. Mestral amb Ctra. N-260, el 18 d'octubre de 1994; gruix estimat d'aigua: 50 cm. (foto arxiu J.M. Gros)



Foto B35.- Inundació de la plana de la riera del Boquer i del rec dels Liris, i interrupció de la Ctra. N-260, el 18 d'octubre de 1994 (foto arxiu J.M. Gros)



Foto B36.- Av. Mestral des del pont sobre la riera de la Valleta, mirant al nord. Noti's el nivell màxim assolit per les aigües, 1,18 m sobre rasant del carrer. (foto R. Corcoll, 19 octubre de 1994).

- el **13 d'octubre de 1997** també s'inundà l'Avinguda Mestral, però a nivells menys alts que en l'anterior episodi. No s'ha aconseguit més informació que aquesta inconcreta referència.

- el **18 d'octubre de 2005** també hi hagué un aiguat, però del que no es tenen dades concretes del sector, més enllà de que "es va inundar el sector de Sant Carles", referència intercalada en altres informacions referents a Llançà.

- els dies **13 i 14 de setembre de 2006** va ser quan es va produir el darrer dels aiguats importants en el sector de Llançà, concretament als sectors del nucli del Port i el sector de Sant Carles, esdeveniment que va fer que l'ajuntament decidís la instal·lació de bombes al carrer de Castellar del Port de Llançà, bombes que varen quedar a punt el 2008.

Com a demostració de la inundació d'aquesta data, es té el nivell assolit per l'aigua en un aparcament soterrat de l'Avinguda de Mestral, que era acabat de construir i encara no s'havia habilitat la corresponent comporta de protecció (foto B37). El sostre del soterrani està uns 40 cm sobre el nivell del carrer. En aquesta ocasió el carrer va quedar inundat i l'aigua va omplir el soterrani fins a aquests 40 cm del sostre. Segons els veïns i ocupants de botigues als baixos del carrer de Castellar (llibreria, bar la Gavina, sabateria, i d'altres), l'aigua va assolir els 60 cm sobre la rasant del carrer, entrant uns centímetres a l'interior de les botigues (segons el desnivell de l'interior de cada casa al respecte del carrer, que majoritàriament és de 2 graons.



Foto B37.- Av. Mestral, porta del soterrani, on es veu el nivell assolit per l'aigua el 2006 (1,95 m sobre la solera del soterrani, uns 30 cm sobre el carrer). (foto PMR, novembre 2007)

- Es dies **8 al 13 d'octubre de 2010** es va produir un episodi de pluges que en l'estació de Portbou es van mesurar 180 mm, sense que es produïssin rierades especialment importants.

Es remarca que les comportes a les entrades, especialment en les d'aparcaments soterrats, han seguit col·locant-se en els edificis que s'han anat construint posteriorment (fotos B38, B39 i B40). La foto B40 correspon a la protecció construïda en forma de cavalló després de la inundació soferta el 2006 i sobre la qual hi ha les comportes.



Foto B38.- Comporta de protecció de l'aigua, d'un batent, Av. Mestral.(foto PMR, novembre de 2007).



Foto B39.- Comporta de protecció de l'aigua, de 2 batents de color blau, c/ Fages de Climent. (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B40.- Cavalló de protecció d'una finca de l'Av. Mestral, acompanyat de graons de pujada i de baixada, així com portes al pas de vehicles i al pas de vianants. (foto PMR, novembre 2007).

També és d'assenyalar que possiblement hi ha moments en què els efectes al nucli de Llança, on es produeixen més danys directes, fan que no es recordin ni es citin els danys soferts en altres conques més petites i menys poblades del municipi de Llança com ara aquesta del rec del Boquer. Veure doncs també les descripcions recollides en la conca de la riera de Llança (o de la Valleta), i de la qual es tenen més dades escrites.

6.6.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.6.9.1.- Punts crítics

S'ha considerat l'existència d'un potencial punt que, en el futur, pot resultar conflictiu i derivar a crític (**punt crític B1**). Queda situat a la capçalera, a la base del talús de l'abocador, on la progressió d'abocament de terres o una esllavissada seguint plans de ruptura (veure la foto B25, al paràgraf d'elements antròpics) podria significar l'obstrucció de la llera de la vall. Encara que en l'actualitat sigui només un perill possible, no deixa de tenir probabilitat, motiu pel qual es considera la seva existència.

El **punt B2** és un gual d'intersecció del torrent amb camins o pistes forestals.

De fet, abans de la construcció de la línia del ferrocarril, la vall del Boquer, a l'inrevés que les valls convencionals, es bifurcava a l'alçada de l'anomenat **punt B3** (veure cartografia) i esdevenia dos torrents independents fins als aiguamolls. L'un, el de la dreta o meridional, era més petit i ocupava l'actual camí llera i després rec dels Lliris. L'altre, el de l'esquerra, el septentrional, era més important i ocupava la línia actual principal del torrent, amb trams molt adossats al peu del vessant nord. La construcció del túnel sota la via va significar la reunió forçada dels 2 cursos d'aigües, fent que en general, a partir d'aquí es convertís en un únic rec. Tanmateix, en èpoques de crescuda important, una vegada passada la relativa estretor del túnel, existeix una tendència a tornar-se a escampar les aigües i reconvertir-se en dos recs.

Aquesta distribució dels torrents queda molt manifesta en observar la cartografia geomorfològica d'aquesta conca i la fotografia aèria. El **B3** és un punt que es considera crític pel seu potencial desbordament.

De fet, donada la circulació de les aigües del torrent per la traça del camí-llera en què s'ha convertit actualment bona part del fons de la vall del torrent de la dreta, amb les corresponents motes laterals i algun tram de mur artesanal de pedres (foto B41), en períodes de pluges poc intenses, el camí-llera que ocupa la terrassa baixa T_0 resulta capaç de contenir els cabals que es formen.

Per contra, en moments de pluges més intenses o més sobtades, el camí-llera resulta insuficient i no pot contenir la totalitat dels cabals, desbordant-se lateralment i tornant a ocupar les àrees de terrassa alta T_1 .

Aquest desbordament s'efectua essencialment vers la riba esquerra i per punts concrets, que en general corresponen als guals d'accés als conreus indicats en la cartografia (**punt crític B5**) (foto B42).



Foto B41.- Tram de contenció amb un mur de pedra seca en lloc de mota (esquerra del camí-llera). Sovint, el tipus de protecció depèn del propietari del conreu protegit. (foto PMR, agost 2008).



Foto B42.- Interrupció de la mota en un punt d'accés als conreus des del camí-llera (punt B5), per on trenquen les aigües que van pel camí i passen a circular entre les oliveres. (T_1). (foto PMR, agost 2008).

Hi ha també punts on la força de l'aigua trenca la mota lateral, com en el **punt crític B4**, que ha estat "reparat" mitjançant una escullera (fotos B43 i B44).



Foto B43.- Camí-llera amb rocalla que protegeix l'esvoranc de la mota de protecció lateral, en una corba per on va desbordar el 1987. (Punt crític B4). (foto PMR, novembre de 2007).



Foto B44.- Detall de la foto anterior del punt de desbordament per trencament de la mota esquerra del camí-llera, ara protegit per una matussera escullera. (Punt B4). (foto PMR, agost 2008).

Es tracta de dos punts que ja han estat motiu de problemes. El **punt B4** és considerat històric, ja que és per on va trencar el camí llera en un moment no situat exactament en el temps, però que, com ja s'ha exposat, va obligar a refer la mota amb escullera. En el **punt B5**, la presència d'una interrupció en la mota per a l'accés des del camí a les finques agrícoles comporta la possibilitat de desbordament del camí llera vers els conreus i vers la branca esquerra o septentrional del torrent.

Dins de l'àrea de conreus de la riba esquerra, les aigües circulen de manera més o menys organitzada, per línies de circulació preferent, fins arribar a l'embut del túnel sota el tren on es veuen obligades a reunir-se per passar-lo.

Una vegada passat el túnel, a la riba esquerra hi queda el vessant amb el substrat aflorant, de manera que en els casos on les aigües són molt abundants i turbulentes es desborden per la riba dreta (**punt crític B6**), sobrepasant la petita mota i tornant a la línia del rec dels Lliris, recuperant la traça antiga i en moltes ocasions inundant tota la plana de conreu existent entre el tren i la carretera (veure fotos B20 i B35). Aquest punt **B6** és el principal de desbordament vers els conreus del pla dels Lliris, però no és l'únic, ja que s'ha donat el cas de pas d'aigua directament a través del massís de terraplenat del tren, és a dir que de manera indirecta i parcial s'ha recuperat momentàniament l'antiga circulació en dos torrents diferenciats des del **punt B3** de bifurcació. En d'altres moments l'aigua ha passat la mota de la dreta i saltat també als camps de conreu del sector dels Lliris.



Foto B45.- El camí-llera en un tram entre el tren i la carretera (al fons de la foto). La mota de la dreta té 1 m i comunica amb el camp "dels lliris"; la riba esquerra és el vessant rocós. (foto PMR, novembre de 2007).

La part del volum d'aigua que no desborda (o en episodis sense desbordament) segueix la línia del torrent o camí-llera fins a la carretera (foto B45), on troba la boca d'entrada al soterrament (**punt crític B7**) que l'ha de conduir fins al mar per sota del carrer de Fages de Climent. Tanmateix, aquesta boca d'entrada resulta insuficient o a vegades es troba parcialment obturada (veure fotos B28, B30 i B31, al paràgraf d'elements antròpics), de manera que part de les aigües, aquelles que no aconsegueixen entra-hi, passen la carretera per la superfície i ocupen la plana juntament amb les del rec del Lliris, inundant el sector de Sant Carles (terrassa T₁) i interrompent el transit per la carretera N.260.

En alguna ocasió, el nivell de l'aigua a l'Avinguda de Mestral ha assolit els 80 cm per sobre de la rasant de les voreres, ocupant soterranis i plantes baixes.

Es constata doncs que el pas de l'aigua pel tram planer de Sant Carles no es troba ben resolt de cara a la sortida al mar, ja sigui pel poc pendent o ja sigui per la insuficiència de les canalitzacions soterrades del Boquer i del rec dels Lliris (**punts crítics B7 i B8**). En no poder ser absorbida la totalitat de l'aigua pels drenatges soterrats, circula per la superfície dels carrers en direcció al mar i al port-embarcador de Sant Carles, que amb múltiples modificacions és encara un residu dels antics aiguamolls.. Una petita part del volum d'aigües desbordat i ocupant del sector de Sant Carles pot ser drenat a través de les cunetes de la carretera en direcció al sud (vers Llançà, per sota del mas Tolzanes), canviant de conca i incorporant-se a la de la Valleta, passant del **punt B8** al **B9**.

De fet els punts **crítics B7, B8 i B9** són punts d'intersecció de torrents amb la carretera, però també ho són de desbordament quan els passos soterrats no donen a l'abast. El **punt B9** arriba a ser, fins i tot un punt de drenatge i d'allegueriment de l'ocupació de l'aigua sobre la superfície del sector.

6.6.9.2.- Proteccions individualitzades dels veïns en front de les aigües.

En aquesta conca es troben mesures individualitzades de protecció, que per la seva situació ajuden a identificar les àrees inundables. És una de les dades que s'ha incorporat a la cartografia geomorfològica integrada.

Majoritàriament, en aquesta conca on hi ha nombrosos edificis amb soterranis destinats a garatge, les mesures es centren en la col·locació de comportes a les rampes d'accés als soterranis. També es donen casos en què la planta baixa s'ha construït elevada al respecte de la rasant del carrer. Veure les fotos B38 a B40.

Aquest sistema de comportes es va generalitzar, al sector de Sant Carles, a partir de la inundació de l'any 1993.

6.6.9.3.- Consideracions d'Inundabilitat

El funcionament hídric de la conca queda altament afectat per tres "obstacles" importants que frenen la velocitat de l'aigua: el talús del tren, la carretera i la barra rocallosa de la platja. Això provoca més sedimentació i fa disminuir el desnivell entre les terrasses i augmentar artificialment el potencial desbordament i ocupació de la superfície de la terrassa T_1 .

D'altra banda, s'han de remarcar dos aspectes que són una mica diferents que en altres conques properes.

En primer lloc, l'ocupació de la terrassa T_1 per les aigües, en el sector des de la capçalera al punt B3 de bifurcació és menys freqüent a causa del major desnivell entre les dues terrasses, ja que no hi arriba l'efecte dels obstacles.

En segon lloc, des del **punt B3** en avall el desnivell entre les dues terrasses T_0 i T_1 resulta ser aquí menor que en d'altres conques per una causa natural i dues actuacions antròpiques. La causa natural és l'existència del tram amb 2 lleres, on el desnivell entre les dues terrasses resulta inferior a 1 m. Una causa antròpica és la presència d'obstacles transversals. Aquesta disminució natural i antròpica del desnivell, queda a més a més ajudada per la instal·lació, de canonades sota la traça del camí-llera de la dreta (sud), cosa que produeix un aixecament artificial. Una conseqüència d'això es que la llera del N és més baixa i l'aigua tendeix a circular en aquesta direcció.

De fet, la inundabilitat de l'àrea de Sant Carles ja s'ha apuntat amb la descripció del conjunt de punts crítics al llarg de tot l'apartat anterior.

Resulta doncs inundable, a més a més de les àrees de la terrassa T_0 , la pràctica totalitat de la terrassa T_1

Aquí apareix, potser més que en altres conques immediates, la problemàtica de la coincidència de les rierades en moments de llevantada en tota aquesta zona i que són fets que es sumen. En concret, en aquesta conca i segons un veí resident a l'avinguda Mestral, en el moment de la inundació del setembre de l'any 2006, les aigües que ocuparen els carrers de la zona de Sant Carles tenien 3 procedències: 1) majoritàriament del rec del Boquer, 2) del costat del pont de Mestral sobre la riera de Llança i 3) del carrer d'Ausiàs Marc, procedent de les ones del temporal de mar. Així, el carrer d'Ausiàs Marc, que habitualment fa de drenatge superficial addicional en moments de desbordament, no tan sols no funcionava com a tal sinó que aportava aigua marina, impeding la sortida al mar de l'aigua continental, que s'acumulava i pujava de nivell.

En concret, l'àrea ocupada per la T_0 s'ha de considerar, igual que en les demés conques veïnes, d'inundabilitat **alta**, amb més freqüència d'inundació, més velocitat perquè és la zona de concentració dels flux, i més gruix de làmina d'aigua ja que pot tenir entre 1 i 1.80 m fins arribar a la vora de la terrassa T_1 .

En segon lloc, la terrassa T_1 , en conjunt té menor freqüència, menor velocitat i làmina d'aigua més prima que la T_0 . Per tant, en aquesta conca, el segon nivell de perillositat correspondria a l'àrea identificada i cartografiada com a T_1 en les condicions actuals seria inundabilitat **mitja**. Si fos necessari un treball encara més detallat, en l'àrea ocupada per la T_1 es podrien diferenciar dos trams dintre de la categoria de la inundabilitat mitja:

Tram A: de la capçalera a la bifurcació (punt B3) amb perillositat **mitja baixa** per menor freqüència que la T_0 i major desnivell entre terrasses (entre 1,20 i 1,80 m); costa més que l'aigua assoleixi des de la T_0 el nivell de la T_1 .

Tram B: des del punt B3 al mar que tindria una perillositat **mitja alta**. Correspon al sector de les oliveres (per sobre del tren), i al sector dels antics aiguamolls (entre el tren i mar). Aquest tram inferior de la conca resultaria d'inundabilitat **mitja alta** pel menor desnivell entre les terrasses (inferior a 1 m), però no arribaria a considerar-se alta a causa del menor gruix de la làmina d'aigua en escampar-se sobre una major superfície. En aquesta zona cal citar l'existència d'unes "línies de circulació o de flux preferent", identificades amb dades de camp i fotointerpretació i associades a un punt de desbordament (**punt B5**). A la part més deprimida o sector Sant Carles (final de la conca) el gruix de l'aigua augmenta per manca de suficient sortida al mar, però la velocitat disminueix molt, fins i tot arribant a quedar gairebé aturada. Al **punt B7**, abans d'entrar al tram soterrat, s'inicia un altra línia de circulació preferent per la carretera N-260 i després pel carrer de Pallars cap el mar.

6.6.10.- Propostes de millora i gestió

Com a mesures d'amillorament de l'estat actual de la inundabilitat en la conca, es proposen els següents:

Mesures estructurals:

La part planera de la conca, en el sector més agrícola, és a dir, entre la bifurcació (**punt B3**) i el túnel del tren (**punt crític B6**), es considera que no cal (ni pels bens que protegiria ni per les tendències actuals a deixar els rius naturals, de moment, entrar a projectar mesures estructurals especials per tal d'evitar la circulació de l'aigua escampada per tota la zona o concentrada en solcs de circulació preferent. Únicament cal que els agricultors estiguin assabentats de la inundabilitat i assumeixin el risc que això comporta, tant per a la seva integritat personal com per als seus bens i les seves collites.

Per tal de millorar el desguàs de la part baixa de la conca, els gestors del territori haurien d'estudiar la possibilitat de procedir a la construcció d'una nova canalització o sortida de les aigües, que resulti més capaç i més accessible de cara al manteniment i neteja de les terres que puguin haver quedat acumulades en anteriors avingudes. Aquí es plantejarà una problemàtica de rasants, de manca de pendent.

Es tractaria de projectar una canalització de mides suficients i que vagi a desembocar a la bocana de l'actual embarcador, l'existent a Sant Carles, el qual, tenint en compte el deteriorament en què es troba, deixa de fer el paper d'embarcador. La traça podria iniciar-se al túnel sota el tren i passar per sota la plaça de Carles Sabater.

Una altra possibilitat a estudiar i a projectar seria la instal·lació construcció d'un dipòsit soterrat a la plaça de Carles Sabater, dotat de bombes de funcionament automàtic, de manera semblant a les ja instal·lades al Carrer de Castellar del Port de Llançà i d'altres, com sembla que s'està programant de posar al carrer de Salmerón de Llançà (nucli de la Vila). L'ajuda de la pressió de les bombes impulsaria l'aigua donant-li més velocitat i disminuint les possibilitats d'obstrucció. Aquest dipòsit podria resultar més fàcilment netejable de sediments després de cada avinguda.

Cal mantenir la freqüent neteja en els sectors de la llera, de les ribes i del camí-llera per evitar l'arrossegament d'elements que puguin produir obturacions.

Mesures de gestió:

Es basarien en el control de determinats punts de la conca per part de les autoritats municipals.

En l'estat actual de la part inferior de la canalització soterrada existent entre la carretera i el mar, es recomana procedir al manteniment i neteja de les canalitzacions soterrades, per tal que resultin al màxim funcionals en els moments de crescuda i inundació. Per la insuficiència de la canalització, tot i amb aquest manteniment per part dels Serveis Tècnics o de la Brigada Municipals no quedaria totalment garantida la "no inundabilitat" de la Carretera N-260, de la plana dels Liris, de la cruïlla de la plaça de Carles Sabater i de la part baixa de l'avinguda de Mestral i dels carrers adjacents.

Un altre dels controls importants és l'estabilitat de les terres i altres materials que componen l'abocador existent a la capçalera de la vall, així també com de la seva erosionabilitat, de manera que no es pugui produir una incorporació massiva de materials sòlids en la circulació de l'aigua i que siguin transportats fins a la part baixa de la conca on sedimentin.

També cal realitzar una neteja freqüent en els sectors de la llera, de les ribes i del camí-llera per evitar l'arrossegament d'elements que puguin produir obturacions.

Es recomana reordenar urbanísticament tot l'entorn del nucli potencialment sotmès a perill d'inundació: aparcaments públics i privats, circulació de vehicles, etc. Es recorda que en l'elaboració de futurs pla d'urbanisme s'ha de corregir la delimitació de les zones urbanitzables en funció de la perillositat d'inundació, almenys en els sectors encara "no consolidats" urbanísticament, anant a complir al màxim i amb rigor la llei d'urbanisme.

D'altra part, s'ha d'assumir l'actual inundabilitat de la zona, inclosa la carretera N-260, que pot quedar submergida temporalment durant les crescudes i els desbordaments.

Interrompre el trànsit per determinats trams de carretera i o de camins en moments de perill.

També cal conscienciar a la població ubicada en l'àrea inundable per tal que s'assumeixi el risc d'inundació i vetllar per la seva pròpia seguretat i per la integritat dels seus bens en moments de perill.

6.7.- Conca de la Riera de Llançà o de la Valleta

6.7.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, afluents, desguàs

És la més extensa de les conques del present estudi. Conca: 28,5 km².

Longitud de l'artèria principal: 14,5 km:

Neix: Coll dels Empedrats, entre el Puig d'en Jordà (757m), les Roques Blanques i les Barbes del Boc (a l'W del Puig de Tarabaus, 697 m).

Els primers 3 km de l'eix principal i els seus vessants queden al terme municipal de Rabós, mentre que la resta de la conca pertany al terme municipal de Llançà.

Limita amb diverses conques d'aquest mateix estudi: al SE, amb la conca de la Vall de la Santa Creu, i a l'E-NE, amb les conques del rec del Boquer, de la riera de Garbet i de la riera de Colera o de Molinàs

Està composta per un eix principal i tres afluents importants: la riera de Madres (o de Terrols) i el rec de Villordí per l'esquerra, i la riera d'en Prim per la dreta.

D'altres torrents més petits són el rec de Creixells o del Llop, i el rec de Miralles. També a la dreta hi ha el rec del Gardissó, de gran importància hidrològica per la seva traça a través del nucli urbà de la Vila.

La importància d'alguns dels afluents fan que s'hagi optat per una descripció hidrològica diferenciada, primerament per l'eix principal i posteriorment per cadascun dels afluents.

6.7.1.1.- Eix principal

La traça de l'eix principal presenta un **curs superior** de direcció NNW-SSE fins al nucli de la Valleta, d'una longitud de l'ordre dels 9 km. El **curs mig**, entre la Valleta i el camp de tir del Molí, presenta una orientació propera a W-E, amb una longitud de l'ordre dels 3 km. El **curs inferior**, d'uns altres 3 km, ja és molt més planer i de llera ampla, i pren una orientació SW-NE, fins a arribar al mar a la platja del Port de Llançà.

Per a una millor descripció, la riera presenta els tres trams exposats en el paràgraf anterior.

1) Els primers 6,5 km del **curs superior** corresponen a una vall estreta, que passa entre cims i serrats relativament propers entre si, com són el Serrat de la Balmeta, el Puig d'Esquers i el Puig del Llop a la dreta i el Puig del Roure, el Serrat de la Baga d'en Ferran i el puig de Sant Silvestre a la riba dreta, conformant uns vessants asimètrics (amb molt més pendent a la riba dreta que a la riba esquerra) i sense afluents.

El tram des del naixement fins a l'ermita de Sant Silvestre és anomenat de diferents maneres, segons la cartografia: torrent de la Balmeta, Torrent Jordana i també com a rec de Creixell; en d'altres mapes el torrent Creixell és un afluent per l'esquerra que baixa del Puig del Llop i conflueix poc per sobre de l'ermita. A partir de l'ermita la vall s'obre lleugerament, especialment per la riba esquerra, la llera es torna més planera i descriu diverses corbes salvant les petites serres que li tanquen el pas. (foto L1)

2) El **curs mig** (foto L2) passa entre el cim del Montperdut (327m) i la roca de Miralles (279m) a la riba dreta, i el cim de Clarà (199m) a la riba esquerra. Es tracta d'un tram més regular pel que fa al pendent, fins al meandre del camp de tir, però presenta sectors ben encaixats en el substrat rocós. És de remarcar que els vessants de la riba dreta queden dominats per un massís granític (que arriba a creuar la riera i situar-se a l'esquerra en un curt tram), mentre que a la riba esquerra queda dominat pel massís esquistós, on hi ha enclavada la pedrera de feldspats.



Foto L1.- Panoràmica del sector de capçalera i de l'ermita de Sant Silvestre al centre de la foto. (foto PMR, febrer 2008)



Foto L2.- Vista d'un sector del curs mig. Al fons el massís granític de Montperdut, vist des del cim de Clarà. (foto PMR, agost 2008)

3) El curs inferior, des de la sortida del meandre del camp de tir del Molí, la llera s'eixampla de manera brusca i pren la direcció NE bastant rectilínia fins al mar. És el tram on s'incorporen, primer la riera de la Roca i després els principals afluents: rec de Madres i rec de Villordí, per l'esquerra i rec d'en Prim, per la dreta. Un altre afluent per la dreta és el rec del Gardissó, que té importància per creuar el nucli urbà de la Vila de Llançà (foto L3). És en el curs baix on es concentren les aportacions d'aigua per part dels afluents, la major part de la població, la presència de terraplens (el principal dels quals correspon a la línia de ferrocarril) i on les àrees de topografia molt més planera permeten un extens repartiment de les aigües en moments de desbordament.

A la desembocadura hi hagué, fins a començaments del segle XX, un cert aiguabarreig amb la conca del rec del Boquer. Conjuntament construïen una aiguamolls anomenats "estanys de Badia", ara ja inexistents i ocupats per la urbanització de Sant Carles.



Foto L3. - Vista general del curs inferior. (foto PMR, febrer 2008)

De fet, la cartografia geomorfològica integrada s'inicia a la meitat del curs superior, però on la problemàtica de les inundacions adquireix la màxima importància i transcendència és en el curs inferior.

El conjunt de la vall ha estat sempre aprofitat com a eix de comunicació. Alguns historiadors situen ja per aquesta vall un dels passos importants per a les centúries imperials romanes. En l'actualitat, des de la Valleta fins pràcticament al mar la carretera N-260 ressegueix la vall, majoritàriament per la riba dreta fins al nucli de Llançà, on deixa la vall per dirigir-se al nord cap a Colera, Portbou i l'estat francès.

6.7.1.2.- Conca del rec de Madres o de Terrols

És una conca de 3 km², disposada de W a E (foto L4). En capçalera té dos eixos principals: el meridional, que neix al Coll de Madres, i el septentrional que neix a la serra de Terrols; conflueixen al **punt crític L13**, coincidint amb el gual del camí en aquest punt.



Foto L4.- Vista general de la vall de Madres i de la vegetació natural a la zona. (foto PMR, febrer 2008)

A la riba dreta de la vall i a la part alta del vessant s'hi ha emplaçat una de les grans escombreres de la pedrera de feldspats de Llançà.

Un parell de recs afluent per l'esquerra han estat re canalitzats en el sector del **punt històric L14** i del **punt crític L15**. Es una àrea molt plana on les aigües divaguen, en funció de cada episodi de pluja, pels camps i per les vinyes que ocupen la terrassa T₁, arribant a ser desviades parcialment vers al rec de Villordí, a ran de la vora sud dels promontoris dels abocadors de Villordí.

Ja en un tram abans del punt de confluència dels dos torrents principals de la capçalera els camins-llera ja es troben pavimentats, tant per permetre una millor circulació com a via de comunicació, com per a la protecció de la canonada d'aigua potable que la transporta des del dipòsit del Coll de Madres fins a la població de Llançà on és distribuïda.



Aquest camí-llera queda disposat rectilíniament fins al pas sota del ferrocarril, a prop de la desembocadura a la riera principal, on el camí forma un gual (**punt crític L16**) i on el trànsit queda tallat fins i tot en petites avingudes (foto L5).

Foto L5.- Riera de Madres, aprofitada com a camí al seu pas sota el pont del tren. (foto PMR)

Les amples planes laterals de la vall, constituïdes per la terrassa T1, són la base dels conreus que les ocupen, especialment de fruiters, vinya, olivera i altres conreus d'horta.

6.7.1.3.- Conca de Villordí o de la Coma de Pal

Té una disposició orientada de NW a SE. Neix a l'oest del Puig de la Folguera i va a desembocar a la riera de la Valleta, uns 300 m més avall de la desembocadura del rec de Madres. En la seva riba dreta si troba l'antic abocador de residus, que forma un parell de turons. Actualment es troben ja clausurats, i en el més elevat s'hi ha ubicat un "punt verd" de deixalleria (triatge i reciclatge de productes de rebuig), gestionat per l'Ajuntament.

En moments de crescuda presenta una aportació per la riba dreta d'aigües procedents de la conca de Madres, que s'incorporen a la conca just per sota del turó de l'abocador o sector de la

Rigorella. La desembocadura a la riera principal de la Valleta, s'efectua després de passar per sota del tren, i també constitueix un gual sovint interceptat per les aigües (**punt crític L17**)

Bona part de la vall inferior és també cami-llera, per on passa el camí o pista forestal que va a Sant Silvestre i després a Vilamaniscle (GR-11). El tram des de la deixalleria fins a la riera de la Valleta es troba pavimentat, constituint un cami-llera (foto L6).



Foto L6.- Cami-llera de Villordí, de fons pavimentat i amb una petita mota a la dreta. (foto PMR, agost 2008)



Foto L7.- Curs baix de la riera d'en Prim, abans del pont sota la N-260 i del desguàs a la riera de la Valleta. Punt crític (L18). (foto PMR, agost 2008)

6.7.1.4.- Conca del riera d'en Prim

És un afluent de la riba dreta amb una direcció SE a NW. Neix al coll del Perer, a l'oest del Puig del Vaquer, i té una longitud aproximada de 3 km fins a desembocar a la riera de la Valleta uns metres aigües amunt que el rec de Villordí (foto L7). Té un afluent més al SW, que passa a ran del cementiri nou (rec de Venturer).

6.7.1.5.- Conca del rec de Gardissó

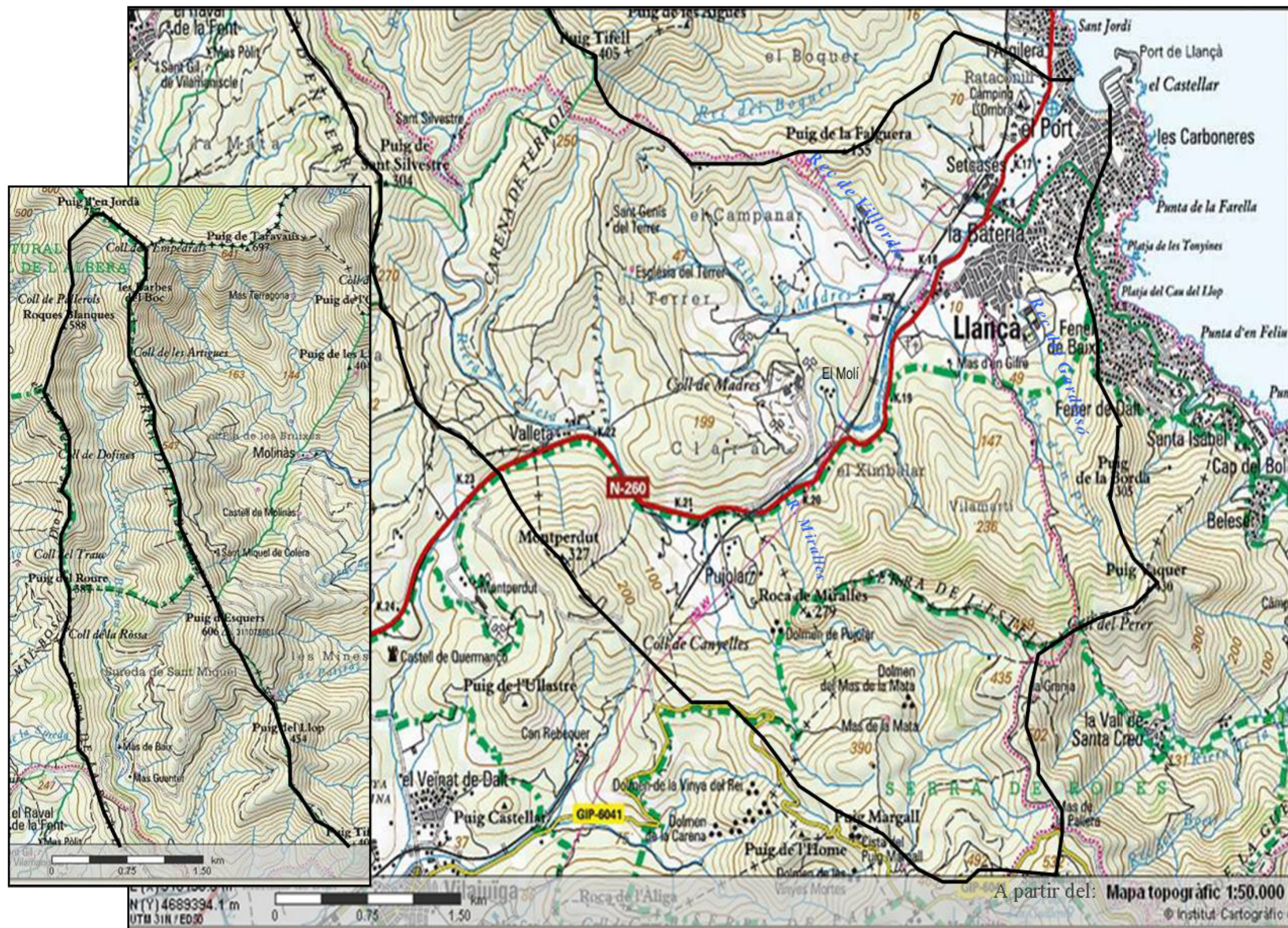
És també un afluent de la riera de la Valleta per la dreta. Resulta de la reunió de dos torrents gairebé paral·lels que neixen al NW del Puig de la Borda (Torrent de la Font del Falcó i torrent de les Esplanes). El conjunt presenta una direcció de SE a NW, semblant a la riera d'en Prim, i una longitud aproximada de 2 km. Al sud del nou camp de futbol de Llançà ja es soterra i passa entre el camp de futbol (riba esquerra) i el pavelló esportiu i el CEIP (riba dreta). A la plaça triangular de les Esplanes es reuneix amb l'altre torrent, que prové d'envoltar el bosquet de les Esplanes i entra a la canalització soterrada mitjançant embornals de grans mides (**punts crítics L22 i L23**). A partir d'aquest punt de reunió la canalització conjunta i soterrada segueix l'eix del carrer Gardissó, fins a la corba de l'Avinguda d'Europa, on surt a la superfície i s'hi tornen a reunir d'altres recs que resulten del drenatge de la zona urbana de la Vila: rec de la Bateria, rec del sector de la caserna dels bombers i d'altres. El darrer tram és superficial, però amb canalització lateral i de fons.

6.7.1.6.- Altres conques menors

Com a altres conques afluent de poca entitat, cal esmentar:

En els trams alt i mig de la conca, per sobre de la corba del Molí, seguint de la capçalera al mar, hi ha el rec i el còrrec de Mas Coromines (riba dreta), el Clot d'en Noguera, a nivell de la Valleta (riba esquerra), la riera del Mas de la Mata, a nivell de Miralles (riba dreta) i els dos torrents de baixen de la Roca i s'incorporen just a la sortida del meandre del Molí (riba dreta).

En el tram baix de la conca, en el sector ja bastant planer, es poden citar les valls procedents de l'esquerra i que també creuen per sota del terraplè del tren i passen per l'Estació, Setcases, el càmping i Grimar, i els dos que envolten el turó de Can Tolzanes (alguns d'ells presenten dificultats en el seu pas sota la carretera N-260 en moments de crescudes). Veure apartat de punts crítics (**punts L20 i L21**)



Dins mateix del nucli urbà de la Vila, amb la traça de W a E, hi ha el rec de Madral, que creua el carrer de Dolors Falcó, passa a ran de la plaça d'aparcament de la Vila (Rafael Estella), i tot fregant els bombers va a reunir-se amb d'altres recs urbans com el de la Bateria i el de Gardissó, per anar junts a desguassar a l'eix principal en front del sector de la Salanca.

També aporten aigües a la part baixa i planera de la riera, al sector del nucli del Port, els carrers que baixen dels turons de les Carboneres (carrer de l'Onze de setembre, de la Sirena, de la Farella i del Canigó).

(Veure el mapa general de la conca en pàgina anterior).

6.7.2.- Característiques del substrat.

El substrat de la conca correspon majoritàriament al de la serra de les Alberes, constituït per esquists i pissarres amb important metamorfisme i foliació per pissarroïtat i també amb intercalacions silíciques de feldspats i quarsos blancs. També les fractures afecten de manera important el conjunt d'aquest substrat; les més importants en magnitud són les que determinen el relleu abrupte del conjunt del territori, que en aquesta conca es centra de manera especial en el sector del tram mig. Per contra, les fractures de petites dimensions són molt abundants de la mateixa manera que les diàclasis i la pissarroïtat. Es tracta doncs d'un terreny molt tectonitzat (foto L8).

La ubicació d'aquesta unitat geològica va des de la capçalera fins al nucli de Valleta, a partir d'on aquesta litologia queda limitada al N de la vall de Madres i al NW del tram del curs baix de la riera.



Foto L8.- Detall dels esquists del substrat. (foto PMR, febrer 2008)



Foto L9.- Llera al darrera del restaurant de Miralles, on aflora el substrat granític. (foto PMR, agost 2008)

És en la curs mig de la riera i en la seva riba dreta existeix un enclau granític, que ja es pot considerar pertanyent a la serra de Verdera i que forma part de la llarga franja que voreja aquesta serra pel flanc sud i fins a Roses. En aquesta àrea forma el promontori del Montperdut i els seus vessants septentrionals que baixen vers la riera de la Valleta i que fins i tot l'arriba a creuar constituint un sector del turó de Clarà (foto L9 i veure foto L2). En superfície, aquest granit es troba alterat a "sauló" de grau IV a VI.



Foto L10.- Sector d'exploració de la pedrera de feldspats. (foto PMR agost 2008)

Un altre sector de substrat litològicament diferent correspon a esquists amb biotita i materials derivats del metamorfisme general hercinià de roques gresoses i grauvàquiques i amb nivells

calcosilicatats. Es situa a l'àrea del curs mig i començament del curs baix, i ocupa els vessants de totes dues ribes, arribant a constituir la riba dreta de la riera de Madres. És en aquest sector on s'ubica la pedrera de "feldspats Llançà", a l'E del Puig de Clarà i del coll de Madres.

Es tracta d'una pedrera que ocupa una superfície d'unes 20 ha (foto L10), de la qual antigament, s'extreien alguns minerals filonians, però la gran explotació ha sigut sempre els feldspats i pegmatites, que s'utilitzen en el vitrificat de ceràmica sanitària.

Tots tres tipus de litologia poden observar-se en els vessants de les diverses valls de la conca, però també en molts trams de la llera, especialment en les capçaleres de la riera principal o dels seus afluents. Concretament, en l'eix principal, la llera queda directament sobre el substrat fins a nivell de l'ermita de Sant Silvestre, i a partir d'aquí i fins més avall del camp de tir, els afloraments de substrat es reparteixen l'espai amb retalls dels sediments al·luvials de terrassa.

Dintre d'aquest substrat resulta freqüent la presència de filons de feldspats blanc, que per la seva duresa i pel seu color, destaquen en el paisatge i fins tot proporcionen toponímia que hi fa referència: Roques blanques.

6.7.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

Com a materials recents en aquesta conca s'hi troben:

- els *naturals*, compostats per materials al·luvials que formen les dues terrasses equivalents a les existents a tota la zona: l'actual o T_0 i la terrassa alta o T_1 , així com dipòsits que formen els cons o ventalls que hi van associats. També hi ha petits retalls de materials de peu de mont (en enclaus dispersos i escassos en aquesta conca) i alguns col·luvions molt localitzats i poc desenvolupats que no han estat inclosos en la cartografia geomorfològica.

- els materials *antròpics* que, en determinats sectors, queden sobreposats a tot, en forma d'abocador, d'escombrera (de la pedrera) o d'elevació del terreny. Entre aquests darrers cal destacar els dels terraplenats lineals del ferrocarril, i fer-ne notar d'altres, de materials de més de rebuig, com els abocadors i escombreres.

6.7.3.1.- Les terrasses i els cons al·luvials

Les terrasses són els sediments recents més importants en quantitat i també en significació morfològica i hídrica. Con en les altres conques de l'estudi, les terrasses aquí presents són la T_0 , de sedimentació actual i la T_1 , topogràficament més alta.

Sobre la cartografia geomorfològica les terrasses queden distribuïdes de la següent manera:

En aquesta conca, les terrasses comencen a quedar representades al voltant de la cota topogràfica 120 (**punt L1**), a nivell de l'ermita de Sant Silvestre.

Ja poc més amunt de les corbes meandritzants de Sant Silvestre, comença a existir algun retall de la terrassa inferior T_0 , en petits sectors encara no cartografiats. També la T_1 comença a quedar representada al voltant de l'ermita, que hi queda implantada al damunt. Hi ha un clar escarpament que separa les dues terrasses.

La composició de les dues terrasses no és gaire diferent, ja que es tracta de còdols majoritàriament d'esquistos, de forma planar (foto L11) (amb dues dimensions semblants i la tercera bastant inferior) que resulta de l'estructura que en aquest sector té el substrat. Les arestes dels còdols són ja bastant desgastades. Pel que fa a les mides, predominen els de 5 a 20 cm de mida màxima, que queden barrejats amb gravetes i també sorres acumulades en algunes raconades. Hi ha també algun bloc de dimensions més grans, que arriben a superar els 50 cm (foto L12).

La T_0 és present en trams bastant continuats, des del citat començament a Sant Silvestre fins al voltant del Mas Coromines. A partir d'aquí i fins al voltant de Miralles, els retalls de la terrassa es troben discontinus, amb trams relativament llargs de llera directament sobre el substrat

rocós. Un dels trams sense terrassa inferior és justament a nivell de la Valleta, encara que la cartografia no arriba a diferenciar-los degut a la seva reduïda extensió.



Foto L11.- Detall de la terrassa T_0 , amb predomini de còdols planars, a nivell de l'estació de Llançà. (foto PMR, agost 2010)



Foto L12.- Detall de la terrassa actual T_0 , parcialment re-excavada. (foto PMR, agost 2008)

La terrassa T_0 presenta una important amplada (50 a 60 m, foto L13) a partir del sector del meandre del camp de tir, just després de passar sota el pont del ferrocarril constituint un veritable pedregar; aquesta amplada ja es manté bastant regular fins a la desembocadura. El gruix resulta poc mesurable per manca de visibilitat de la base, però en algun punt se'n dedueix un gruix mínim de l'ordre dels 80 cm (veure foto L12).



Foto L13.- Llera i petit escarpament erosional re-excavat en la mateixa terrassa actual T_0 . (foto PMR, agost 2008)



Foto L14.- Talús en la terrassa T_1 on es poden observar diferents nivells de sedimentació. (foto PMR, setembre 2008)

La terrassa T_1 , també manté poca amplada en l'eix principal fins arribar a la vall ampla, és a dir al voltant de la confluència amb el rec de Madres (cota topogràfica 20 aproximadament), i va eixamplant-se progressivament fins a adquirir l'amplada de la platja del Port, a la desembocadura (uns 400 m). La composició litològica dels sediments de la terrassa T_1 , és molt semblant a la de la T_0 , ja que l'àrea font i el tipus de sedimentació són els mateixos (foto L14).

En els eixos secundaris, aquesta terrassa pren més amplada en proporció a la seva llargada. Així, en la vall del rec de Madres, ja des del **punt crític L13** es presenta ampla (uns 100 m) i topogràficament es situa també al voltant de la cota 20. És a la línia de confluència amb l'eix principal (gairebé coincident amb la línia del ferrocarril) on pren la màxima, també d'uns 400 m.



En altres eixos secundaris, la terrassa T_1 pròpiament dita presenta poca importància, però hi apareixen triangles de ventall al·luvial i també, a la vall del rec d'en Prim hi ha materials de piemont. (Veure apartat 3.3. d'aquest mateix capítol).

Foto L15.- T_0 al camí-llera, a l'esquerra, i pujada al nivell T_1 de l'antic càmping; desnivell entre terrasses de 2,10 m. (foto PMR, novembre 2007)

El desnivell entre terrasses resulta lleugerament desigual variant entre els 1,80 i els 2.20 m (foto L15).

Pel que fa als cons o ventalls al·luvials, se'n diferencien de 2 tipus. Uns de més extensió i més laxes que la resta, de composició amb matriu fina més abundant, i ubicats al SE del nucli urbà de la Vila. L'altre grup el formen cons de tipus més convencional, generalment amb el torrent ben encaixat. Es localitzen majoritàriament per la riba esquerra.

6.7.3.2.- Terres d'aportació antròpica o de rebliment

Els materials d'aportació antròpica queden distribuïts de manera desigual per diversos indrets de la conca, i són de procedència i d'intencionalitat diversa, així com de desigual incidència en el funcionament hídric de la xarxa.

Cal diferenciar els següents:

Terraplens del ferrocarril.

De fet es tracta d'una línia de terraplens que segueix el ferrocarril, però que resulta discontinua, perquè alternen trams en trinxera excavada i trams amb terraplè, ja que la traça del tren, en va perpendicular a la dels torrents i de les seves divisòries. Un d'aquests terraplens és molt puntual, ja que consisteix únicament en el suport d'un estrep d'un pont del tren sobre la riera de la Valleta, al sector del camp de tir.

Per lògica topogràfica, la intersecció de les rieres amb la línia del tren sempre s'efectua en sectors de terraplè i mitjançant passos en forma de túnel, que majoritàriament són de grans dimensions.

Aquests terraplens varen ser majoritàriament construïts amb materials procedents de l'excavació dels túnels de la mateixa línia, és a dir fragments de roca pissarrosa del substrat de la zona.



Els gruixos dels terraplens resulten importants, amb punts que arriben als 12 m (foto L16).

Foto L16.- Pont del tren sobre la riera en un terraplè de 12 m de potència (foto PMR)

Escombreres o runams de la pedrera

Les escombreres dels residus de la pedrera de feldspats presenten també una certa importància en quant a gruixos, que arriben a ser de l'ordre de 12 a 15 m.

La naturalesa dels materials és també de fragments de roca, compostats per les pissarres i esquistos entre els que s'intercalen els filons de feldspat que interessen a l'explotació.

Aquestes escombreres es situen al voltant i molt properes a la mateixa pedrera, i queden entre les valls de la Valleta, al sector del meandre del camp de tir, de Madres. Són acumulacions que es dipositen sobre els vessants naturals, de manera que els gruixos van des de 0 m fins als ja esmentats 12 a 15 m.

Com que es tracta de materials simplement abocats, sense compactació mecànica, són poc densos i poc compactes, motiu pel qual queden sotmesos a compactació natural amb l'ajuda del temps i de l'aigua de pluja, fet que implica la possibilitat d'inestabilitats i descompressions a la cornisa dels talussos, allà on el gruix és màxim. Acostumen a tenir un angle de talús de l'ordre dels 40° amb el pla horitzontal, que és aproximadament l'angle natural dels materials simplement abocats. (foto L17)



Foto L17.- Escombrera de la pedrera, sobre el meandre del camp de tir. (foto PMR, agost 2008)

Abocadors de residus urbans

Un abocador de residus urbans es troba ubicat en la vall de Villordí i constitueix un conjunt de dos promontoris. En principi ja es troba en desús i clausurat amb terres. Actualment, al damunt d'un dels dos turons topogràfics així generats, s'ha instal·lat una planta de deixalleria, triatge i reciclatge de materials de rebuig.

Altres terraplenats

Poden ser de tipus simplement abocador de terres i materials inerts i/o de tipus elevació artificial de la topografia del terreny. A la vall de Madres hi ha un parell de finques sobre les que s'ha posat terraplè, una d'elles és ara la base d'una planta de triatge d'àrids (foto L18). Altres dues plantes d'acumulació d'àrids es situen a la riba esquerra de la riera de la Valleta, en el seu tram ample, a prop de la corba del camp de tir, i l'altre a la confluència del rec de Madres amb l'eix principal.



Foto L18.- Planta de reciclatge de runa, ubicada sobre el pla de la terrassa T₁, a la riba esquerra del rec de Madres. (foto PMR, agost 2008)

Una altra acumulació de terres, ja antiga, es situa a la vall del sud de l'estació, entre la carretera i la línia del tren (foto L19).

Encara un altre recent i reduït punt d'abocament de terres s'ha localitzat a la riba dreta de la riera, en front de l'àrea on hi havia hagut la depuradora. Són terres procedents d'excavacions properes i la seva finalitat és essencialment l'elevació del terreny de cara a que deixi de ser inundable i "permeti" edificar.



Foto L19.- Acumulació de runa sobre la terrassa T₁. (foto PMR, agost 2008)

6.7.3.3.- Altres

Entre els altres tipus de materials recents es poden diferenciar els que formen els cons o ventalls al·luvials i els de piemont.

Els cons al·luvials corresponen a àrees de confluència de torrents menors amb l'artèria principal. Entre aquests destaquen els corresponents a la riba esquerra de la vall de Madres i de la vall de Villordí, a la desembocadura del rec d'en Prim, al SW de Can Tolzanes, i d'altres de menor dimensió. Alguns dels cons formen extensos triangles en els que s'ha encaixat el torrent ajudat per la canalització antròpica construïda amb motes o discs. En l'actualitat es troben aprofitats per al conreu de vinya, de fruiters o d'horta. D'altres són d'una extensió insignificant.

Els sectors amb dipòsits de piemont es situen en la zona de la riba dreta de l'eix principal, en el sector dels voltants del rec d'en Prim. La cartografia geològica oficial els data com de sedimentació holocena. També se'n troben retalls al sector del curs superior.

6.7.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació resulta equivalent a la de tota la zona (veure fotos L1 a L4)). Els vessants de la part alta de la conca queden poblats essencialment per matolls (foto L20), encara que hi destaquen alguns boscos de pins i pins aïllats; també alguns altres arbres dispersos, com ara alzines. Els boscos ocupen essencialment els vessants d'obaga. A les solanes hi abunden també les figueres de moro.

Hi ha sectors de bosc en l'àrea de la capçalera, alguns dels quals són de repoblació amb pins (fotos L21 i L22) i fins i tot amb eucaliptus (foto L23).



Foto L20.- Exemple de vegetació de matolls en un vessant de la part alta de la conca. (foto PMR, setembre 2008)



Foto L21.- Àrea de reforestació en feixes, a la solana del Puig del Llop. (foto PMR, febrer 2008)



Foto L22.- Clapes de bosc de pins reforestats a la vall de St. Silvestre. (foto PMR, febrer 2008)



Foto L23.- Reforestació amb eucaliptus a la pista de St. Silvestre (Coll Guanter) (foto PMR, febrer 2008)

Algunes d'aquestes repoblacions tenen dificultats de supervivència a causa de focs forestals o de sequeres (foto L24 i veure L21). És freqüent la presència d'arbres morts i troncs secs que indiquen el pas d'anteriors episodis de foc, especialment el de l'agost del 2000, que va ser molt extens. També hi ha zones d'arbreda en forma de clapes disperses i majoritàriament de perímetres relativament regulars, que són també d'origen antròpic. Alguns d'aquests bosquets s'han implantat en sectors que antigament eren ocupats per la vinya, i en els que encara s'hi pot observar el rebrot esporàdic de ceps bords (foto L25).



Foto L24.- Feixes de plantació de bosc residual a causa d'incendis. (foto PMR, febrer 2008)



Foto L25.- Rebrotos de vinya en un bosquet de la Valleta. (foto PMR, agost 2010)

A ran de la llera, s'hi troben sectors lineals de vegetació de ribera, amb els arbres i arbustos característics (foto L26).

Pel que fa al conreu en els sectors planers, essencialment ubicats en les superfícies de la terrassa T₁, en el tram inferior de l'eix principal, al voltant dels nuclis de la Valleta, de la Vila i del Port. També en les planes de les valls de Madres, de Villordí i d'altres de menors. Per contra, en planes equivalents dels trams superior i mig de l'eix principal, moltes de les superfícies es troben actualment ermes i sense conrear.



Foto L26.- Vegetació de les ribes, al sector de capçalera, per sobre de Sant Silvestre. (foto PMR, agost 2008),

Els espais destinats a conreus extensius es dediquen a vinyes de plantació relativament recent, oliveres i altres fruiters. En espais més reduïts i amb possibilitats de regadiu, els conreus són molt variats, adaptats a productes de temporada, els típics d'horta i amb característiques totalment minifundistes.

En àrees de conreu d'horta també és freqüent la presència de línees de xiprers, que a més a més de separar finques proporcionen als conreus una certa protecció front a les ventades de tramuntana.

Veure també el Capítol III de marc geogràfic, apartat específic de la vegetació de la zona.

En el municipi de Llançà (especialment a la conca de la Valleta, encara que també en les de Boquer i de Grifeu) un dels grans condicionants que van propiciar canvis en els usos del sòl va ser la construcció de la línia del ferrocarril a principis del segle XX. Es varen tancar algunes valls de manera que la circulació de l'aigua es va quedar condicionada. Tot i això cal reconèixer que en el projecte es va preveure la construcció de passos de dimensions amples, que en general han permès la sortida dels cabals d'aigua dels torrents. Les condicions de valls psicològicament "tancades" ha fet que els alguns habitatges s'hi instal·lin, però destinant-se el territori més al conreu.

En altres aspectes de l'ocupació del sòl, s'ha comparat el mapa topogràfic del 1944, la fotografia aèria del vol americà de l'any 1956, la del vol del "Instituto Geográfico Nacional" (IGN) de l'any 1973, els ortofotomapes i imatges de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) fins el 2010. Aquesta comparació a nivell de tota la conca ha permès detectar que la zona poblada representa un percentatge molt petit (de l'ordre del 4%) respecte a la totalitat de la superfície de la total i la major part (excepte petit nucli de la Valleta) esta al tram final del riu (nuclis de la Vila i del Port).

El creixement més important s'ha centrat en la construcció d'habitatges a la part del nucli del Port, encara que també a la Vila i, en forma d'urbanitzacions, als vessants dels dos costats de la platja. Tant en el Port com en bona part de la Vila, els habitatges nous s'ha ubicat en superfícies planeres i corresponents als al·luvions de la terrassa T₁ (veure, a l'apartat següent, els mapes del 1944 i 2010 i la foto aèria del 1956

La construcció del port esportiu i pescador i d'un embarcador al sector de Sant Carles (ja al final de la conca del rec del Boquer), tots dos ubicats al sud i al nord de la desembocadura de la riera, signifiquen uns canvis estructurals que no han d'afectar la dinàmica hídrica de la conca.

6.7.5.- Ocupació humana i població

Els nuclis de població de la conca es centren en els del terme municipal de Llançà, i es poden dividir en diversos grups.

Els principals són el sector de la "Vila" o del Llançà antic, i el sector del "Port" o Llançà més modern. Ambdós queden situats majoritàriament en l'àrea baixa, planera i final de la conca de la riera de Llançà, ja a prop de la desembocadura.

Hi ha també: el petit nucli de la Valleta, situat a ran de la mateixa riera i repartit entre els dues ribes, però amb no massa habitats, així com els barris de la Bateria, del Colomer i de Setcases.

També algunes urbanitzacions, majoritàriament habitades a l'estiu, que queden enfilades en els vessants del terme, com són les Carboneres, la Bateria, la Farella, els Feners (de baix i de dalt), els Estanys de Sant Genís, Grifeu, Setcases (a ran de l'estació i molt proper al nucli principal de la Vila), etc., i que, conseqüentment, queden fora de l'abast de la perillositat per inundació. Aproximadament es pot considerar que el sector planer ocupat per habitatges podria significar un 60% del conjunt, però també s'ha de destacar que es tracta de les àrees més habitades de manera permanent, mentre que les urbanitzacions elevades corresponen a sectors de segona residència.

La conca del rec del Boquer conté poca extensió inundable habitada, que es concentra en el sector de Sant Carles, a la desembocadura del rec i entre la carretera N-260 i la línia de costa.

La conca del rec de Grifeu, conté la urbanització del mateix nom, que presenta un sector en l'àrea planera de la vall, entre la línia del tren i la carretera, i altres sectors ja enfilats en els vessants de les dues ribes. Aproximadament es pot considerar que el sector planer de la urbanització podria significar un 60% del conjunt.

Les conques de la riera de Llançà, el Boquer i Grifeu son independents hidrològicament i es tracten separadament, però a nivell administratiu i per tant de les dades de població són una sola entitat.

Segons les dades de l'IDESCAT, la població de Llançà ha crescut des de l'any 1717 fins el 2009, amb només un descens entre els anys 1940 i 1955. En el primer període de creixement la població passa de 5.522 habitants fins a 2.103 l'any 1936. En el segon període el creixement arriba fins els 5.209 l'any 2009. Aquest creixement està associat al desenvolupament urbanístic de segones residències, establiments turístics i serveis.

D'aquestes xifres de població la part corresponent als habitants de les conques del Boquer i de Grifeu ha de ser molt reduït, ja que quasi la practica totalitat dels edificis són de segona residència i, per tant, no han de modificar de manera sensible els percentatges de la conca estrictament de Llançà.

Segons l'IDESCAT, pel conjunt de Llançà, el nombre d'habitatges secundaris (ocupació estacional) marca un creixement des de l'any 1960 i passa de 98 fins a 4584 l'any 2001. En canvi els habitatges principals (població estable) han tingut un creixement molt més reduït de 524 a 1607 entre els anys 1960 i 2001. A partir d'aquestes dades es pot estimar que la població estacional el 2001 es de l'ordre d'uns 13750 habitants (es consideren 3 habitants per habitatge). Si els habitatges vacants fossin tots ocupats (214 el 2001) la xifra podria augmentar amb uns 600 habitants.

La taula següent, elaborada amb dades de l'IDESCAT pel conjunt del municipi de Llançà, recull les dades d'habitatges segons tipologia i permet tenir una idea del creixement del conjunt del municipi de des de l'any 1960 (primer any amb aquesta informació).

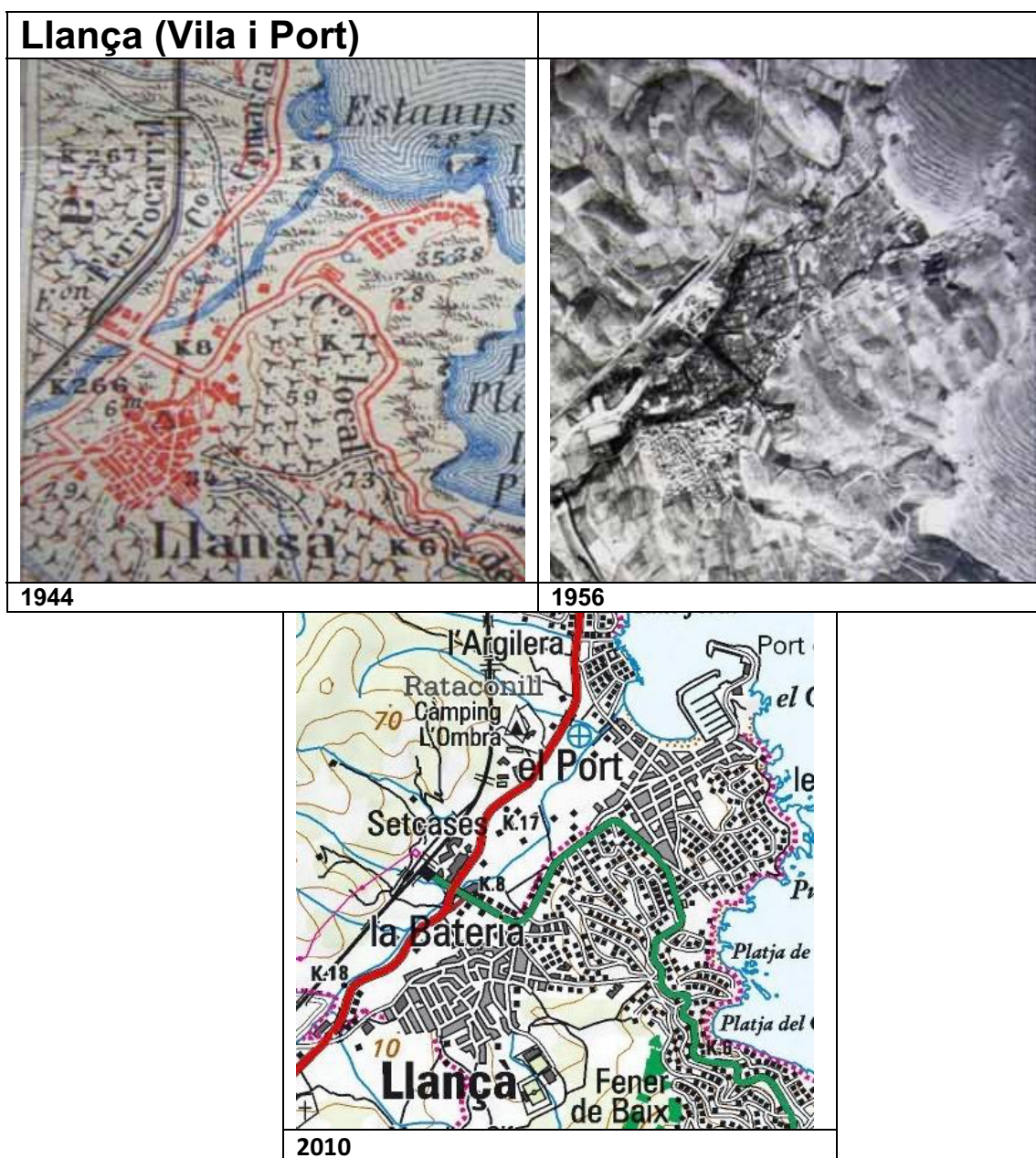
Cens de Llançà	convencionals/principals*	Secundaris	Vacants **	Altres***	Total
2001	1607	4584	214	213	6618
1991	1227	4135	521	-	5893
1981	889	3559	57	-	4505
1970	762	686	1213	1	2662
1960	524	98	-	-	622

* El 2001 diu Convencionals i el altres anys principals

** Vacant = deshabitat en el moment de presa de dades

*** Altres = no classificats

L'evolució o creixement urbanístic de Llançà es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica).



6.7.6.- Característiques hidrològiques de la conca

El règim hídic de la conca és clarament torrencial, de rierada o “flash flood” com a tota la zona, però la principal particularitat és al tram final.

Cal remarcar que es tracta d'una conca sense una canalització programada com és la de Colera o part de la de Portbou, i per tant no es troba lateralment condicionada.

L'alta impermeabilitat del sòcol rocós que conforma els vessants de la conca comporta una escassa infiltració de les pluges, comportant una circulació essencialment superficial. Únicament les àrees ocupades per al·luvions de terrassa resulten capaços d'emmagatzemar les infiltracions i constituir-se en aqüífer. Són però aqüífers de poc volum (pel relativament poc gruix de les terrasses) i d'alta permeabilitat per la seva composició predominantment de còdols i graves (fet que també permet una ràpida circulació de l'aigua vers el mar).

L'eix principal d'aquesta conca presenta una important longitud (14,5 km), però en el tram del curs superior és una conca estreta i amb poca capacitat receptora de pluges.

El tram del curs inferior és on es centra la importància de les característiques hidrològiques, afegint-s'hi les valls afluent, especialment les de la riba esquerra. Són valls més amples i més planeres, que en períodes de pluges intenses poden concentrar importants volums d'aigua, difícils d'evacuar pel reduït pendent del perfil longitudinal. D'altra banda, de manera general, l'estretament de la conca a causa del pas de la línia del tren no representa un gran obstacle, ja que els passos de drenatge per sota la via són d'un dimensionat ample, que permet el pas d'un bon cabal. Ara bé, el terraplè pot provocar una retenció i elevació temporal de l'aigua.

Tant la vall del curs inferior de l'eix principal de la riera de la Valleta com el principal afluent per l'esquerra, el rec de Madres, tenen amples sectors amb possibilitats d'acumulació de sediments al·luvials com són les superfícies de la terrassa T₁. Aquestes superfícies admeten desbordaments que permeten un desguàs més tranquil de les aigües. Aquestes superfícies es troben encara majoritàriament destinades a l'agricultura, circumstància que va disminuint en el sector més proper al mar, en el nucli del Port, on les àrees de terrassa van deixant de ser destinades a l'agricultura i quedant progressivament urbanitzades.

Aquestes àrees agrícoles són drenades per una xarxa de recs petits i estrets que acaben abocant als eixos més importants que actuen com a canals secundaris. Probablement antigament deurién ser naturals, però amb el pas del temps s'han anat artificialitzant i per aquest motiu hi ha trams amb traces forçades. Aquestes xarxes es centren especialment en les àrees dels horts, és a dir a la vall de Madres i a l'eix principal en el tram des de la confluència dels recs de Madres i d'en Prim fins a la mateixa desembocadura a la platja del Port.

Tanmateix, existeix una zona del nucli urbà de la Vila que també es troba drenada per petits recs, que sovint resulten poc capaços de contenir totes les aigües que els pertocaria evacuar i que fa que es tracti d'una superfície hidrològicament mal drenada. A aquesta àrea s'hi ha de considerar també la incidència del rec del Gardissó, que creua un sector del nucli urbà i quan desborda col·labora al mal drenatge del conjunt per aportació complementària d'aigua.

Llançà s'abasteix d'aigua potable a través d'alguns pous municipals gestionats per una companyia de subministrament. Són pous que aprofiten els aqüífers molt superficials dels al·luvions (totes dues terrasses), amb poca capacitat de reserva. Hídicament, el substrat o sòcol rocós resulta impermeable (només permeable per fissuració). Cal remarcar que les necessitats d'aigua en períodes estivals significa la salinització de l'aqüífer per entrada de la falca d'aigua marina.

Per altra banda, una bona part de les aigües de subministrament són aportades de l'exterior de la conca, i concretament procedeixen de la presa de Boadella, i arriben impulsades a través d'una canonada fins al dipòsit del coll de Madres i des d'aquí a la xarxa de subministrament. Amb freqüència, doncs, les aigües subministrades per la companyia són de procedència mixta: de pous poc profunds existents en el mateix terme municipal i de la presa de Boadella.

També cal considerar que en la part inferior de la conca, a un centenar de metres del mar, hi ha un cert aiguabarreig per les aportacions d'aigües per part del rec del Boquer i d'altres petits torrents, així com d'altres que baixen directament d'alguns turons sense tenir temps de reunir-se i formar recs pròpiament dits, com per exemple dels turons de Carboneres i la Coma a la riba dreta de l'eix principal i al SE del nucli urbà del Port.

6.7.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Els principals elements antròpics existents en aquesta conca i que poden interferir la dinàmica hídrica han de considerar-se, primerament, les terres d'aportació antròpica (antiga i recent), els ponts, la carretera, i els trams de canalització lateral. També cal considerar les motes construïdes artesanalment pels agricultors, la pavimentació d'un tram del camí-llera, el soterrament d'un llarg tram del rec del Gardissó i els nombrosos guals on s'intersecten els vials i els torrents.

A continuació es descriuen els més importants i es valora la seva incidència.

6.7.7.1.- Acumulacions de terres de rebliment

Com ja queda exposat en l'apartat 3.2. de materials recents, en la conca hi ha acumulacions de terres distribuïdes per la conca de manera desigual i "confeccionades" amb intencionalitats molt variades. Conseqüentment, la interferència en la dinàmica hídrica és també molt diversa.

S'han diferenciat els següents:

Terraplens del ferrocarril.

La traça del ferrocarril és com una línia on s'alternen els terraplens i les trinxeres (excavades o recolzades en el sòcol rocós). Això es degut a que el tren travessa valls i divisòries, ja que és perpendicular a aquestes.

Per lògica constructiva i degut a la topografia, la intersecció de les valls de les conques amb la línia del tren sempre s'efectua en sectors de terraplè, que ha hagut d'habilitar passos en forma de túnel, que majoritàriament són de grans dimensions, per tal de permetre el drenatge de les diferents conques. Poden provocar sobreelevació i retenció temporal de l'aigua, ja que arriben als 12 m d'alçada (foto L27).



Foto L27.- Pont del tren (10m alçada) sobre la riera de Madres. (foto PMR)

Escombreres i runam de la pedrera

Les escombreres dels residus de la pedrera són també de fragments de la roca no útil per a les finalitats de l'explotació. Es concentren al voltant de la mateixa pedrera i estan en una divisòria entre les rieres de la Valleta (al sector del meandre del camp de tir) i de Madres. S'acumulen sobre els vessants naturals, i per tant, els gruixos van des de 0 m fins als ja esmentats 12/15 m.

Són materials poc densos i poc compactes, ja que es tracta d'abocaments i sense compactació mecànica. Aquestes característiques impliquen la possibilitat d'inestabilitats i descompressions a la cornisa dels talussos, allà on el gruix és màxim. Tot i que el talús que presenten és el natural d'abocament (de l'ordre dels 40°, veure foto L17), no es pot descartar la possibilitat que puguin produir-se esllavissades en moments de grans pluges que facin incrementar el pes específic dels materials. Aquestes esllavissades podrien arribar a cobrir i obstruir (total o parcialment) la llera d'algun torrent, amb el perill que podria significar una retenció de les aigües.

Abocadors de residus urbans

L'abocador de residus urbans situat a la vall de Villordí actualment constitueix un conjunt de dos promontoris. En principi ja es troba en desús i clausurat (recobert amb terres). Actualment, al damunt d'un dels dos turons topogràfics així generats, s'ha instal·lat una planta de deixalleria, triatge i reciclatge de materials de rebuig. El problema que poden presentar és la lixiviació de les deixalles acumulades, per part de les aigües de pluja infiltrades.

Altres terraplenats

Poden ser de tipus simplement abocador de terres i materials inerts i/o de tipus elevació artificial de la topografia del terreny. A la vall de Madres hi ha un parell de finques sobre les que s'ha posat terraplè, una d'elles és ara la base d'una planta de triatge d'àrids (veure foto L18). Altres dues plantes d'acumulació d'àrids es situen a la riba esquerra de la riera de la Valleta, en el seu tram ample, a prop de la corba del camp de tir, i l'altre a la confluència del rec de Madres amb l'eix principal.

Una altra acumulació de terres, ja antiga, es situa a la vall del sud de l'estació, entre la carretera i la línia del tren. (veure foto L19)

Encara un altre recent i reduït punt d'abocament de terres s'ha localitzat a la riba dreta de la riera, en front de l'àrea on hi havia hagut la depuradora. Són terres procedents d'excavacions properes.

Aquests altres abocaments, encara que no són molt extensos, signifiquen una reducció de l'espai de laminació de les crescudes.

6.7.7.2.- Ponts

Es relacionen seguint els eixos dels torrents des de la part alta a la desembocadura.

Sobre l'eix principal de la riera de la Valleta:

- Pont de l'ermita de Sant Silvestre (foto L28) que correspon al **punt crític L1**. És fet de fusta i de construcció molt recent pel que encara no ha quedat sotmès a la prova de crescudes importants, però té una dimensions adequades. Hi ha un segon pont de fusta sobre la riba esquerra, que no creua la riera, que únicament salva un desnivell del camí.



Foto L28.- Pont de fusta a l'ermita de St. Silvestre (**punt L1**). (foto PMR, febrer 2008) 053



Foto L29.- Pont de la Valleta amb els estreps recolzats en roca; alçada des del centre de l'arc fins al centre de la llera 5,5 m i ample de la base de l'arc 11 m (**punt L7**). (foto PMR, agost 2010)

- Pont del nucli de la Valleta (foto L29 i **punt crític L7**). Es tracta d'un pont d'un sol arc, que té 11,50 m entre estrep i estrep (construïts sobre roca del substrat), i al centre de l'arc té una alçada de 5,50 m sobre la roca de la llera.

No es coneix la data en què va ser construït, però hi ha una inscripció del 1902 (foto L30), que, segons un veí, correspon a l'any en què es va construir la barana. Va quedar molt malmès en la rierada del 1987, que li va arrencar la meitat dreta de l'arc i el corresponent estrep; es va reconstruir mantenint la part de pont no destruïda, que encara hi és (foto L31). L'aigua passa aquest tram majoritàriament sobre el substrat rocós.



Foto L30.- Pont de la Valleta amb detall de la inscripció "1902" (l'any de construcció de la barana) (**punt L7**). (foto PMR, agost 2010)



Foto L31.- Pont de la Valleta; noti's la "junta" de la reconstrucció posterior a la destrucció parcial del 1987 (**punt L7**). (foto PMR, agost 2010)

Aquest punt coincideix amb un **punt crític històric (L6)**, ja que el conjunt de cases del nucli de la Valleta va ser afectat el 1987, juntament amb el pont (veure més comentaris en el paràgraf d'esdeveniments).

- Pont de Miralles o de la Font Picanta (**punt crític L9**). És un pont sota la carretera N-260. Tot i que no se'n té cap constància, deu haver resultat insuficient en algunes de les crescudes importants, com per exemple la del 1987. Aquest episodi va malmetre el pont de la Valleta que té una llum molt més ampla. Per tant, és més que probable que l'aigua desbordés i passés per sobre interrompent el trànsit a la carretera.

- Pont de Miralles/Pedrera (sota tren, a ran de l'accés a la pedrera) (fotos L32) (**punt crític i històric L11**). Es tracta d'un pont del ferrocarril, que creua per sobre la riera i, alhora, la carretera N-260. Ha sigut històricament un punt crític, ja que la crescuda de la riera significava la interrupció del trànsit per la carretera. Aquest aspecte ha estat recentment resolt, desviant la carretera i construint un nou pas sota de la via del tren.



Foto L32.- Pont del tren sobre la riera i l'antic tram de carretera, que redueix la secció de la riera, i que sovint s'inunda (**punt L11**). (foto PMR, juny 2008)



Foto L33.- Pont del tren sobre riera de la Valleta, al camp de tir. (foto PMR)

La problemàtica de l'ocupació històrica de la carretera per les aigües de la riera no era plantejada pel pont del tren, que és prou elevat, sinó per la poca diferència de nivell entre riera i carretera i la necessitat de pas conjunt de totes dues entre els dos estreps del tren.

- Pont del ferrocarril sobre la riera, just passat el camp de tir (foto L33). De fet és un pont que no es considera com a punt crític, ja que és ample i queda molt elevat sobre el nivell de la llera.

- Dos ponts de la cruïlla de carreteres tocant a l'estació, també conegut com el nus del semàfor (fotos L34 i L35). Es tracta de dos ponts molt propers entre si i quasi perpendiculars entre si. El de direcció NW-SE és més antic, i consta d'un arc; correspon al camí de l'estació. L'altre pont és molt més modern i correspon a la carretera N-260; es compon de bigues de formigó pretesat que es recolzen sobre estreps també de formigó. Es projecta la construcció d'una rotonda de carretera que aprofiti ambdós ponts, però sembla que el projecte no acaba d'obtenir el vist i plau de l'Agència de l'Aigua justament a causa del dimensionat dels ponts, encara que no hagin originat mai cap problema de fluïdesa de l'aigua de la riera.



Foto L34.- Ponts de la riera de la Valleta. El primer sota l'Av. Europa i el segon sota la Ctra N-260, tots dos a la cruïlla de l'estació. (foto PMR, novembre de 2007)



Foto L35.- Pont de la carretera N-260. (foto PMR, novembre de 2007)

- Pont de l'Avinguda Mestral (fotos L36 i L36bis). Es situa a uns 100 de la desembocadura de la riera al mar, a la platja del Port. Tot i que es tracta d'una estructura de formigó, amb un pilar al centre, i de recent construcció (El Butlletí d'informació Municipal nº 27, del gener – març de 1986 informa de la inauguració del pont de l'Avinguda Mestral el 1981). Resulta d'una secció insuficient per a moments de crescuda, segons l'ACA (cadascun dels dos ulls té 11 m d'ample i 1,80 d'alt; secció total de 51m²). És el **punt crític L25**.



Fotos L36 i L36bis.- Pont de l'Av. Mestral que és insuficient per les grans crescudes (**punt crític L25**). (foto PMR, novembre 2007)

Eix de la riera d'en Prim

- L'eix conté 2 ponts sota carreteres, situats molt a prop entre si i també propers al desguàs a la riera principal que redueixen la secció (**punt crític L18**).

El primer correspon a l'entrada al nucli urbà des de la carretera N-260 pel costat SW (venint del sud, de Figueres).

El segon creua la carretera N-260 i aboca a l'eix principal de la riera de la Valleta per la riba dreta, en front de la confluència de la vall de Villordí amb el mateix eix, que arriba per l'esquerra. El segon dels ponts és més crític, ja que en cas d'obstrucció les aigües desbordarien cap al carrer de Camprodon. Tots dos ponts són d'obra (foto L37 i veure la L7).



*Foto L37.- Pont de la primera entrada a la vila sobre la riera d'en Prim, que redueix la secció (**punt crític L18**). (foto PMR, agost 2008)*

Eix del rec de Madres o de Terrols

- Pont sota el tren (veure foto L27). És l'únic pont que es troba en la vall del rec de Madres. Es situa pràcticament al final, ja a ran de la sortida a la riera principal. Per si mateix no constitueix un punt crític, doncs té unes mides més que suficients per deixar passar les aigües (6,60 m d'ample i 8,30 m d'alt; 54,8 m² de secció total). Coincideix amb el pas que comunica tota la vall de Madres amb la població. En cas de crescuda (**punt crític L16**), el camí de Madres queda impracticable en la major part de la seva longitud ja que és un camí-llera, però especialment en aquest punt sota el tren, així com també en el gual que creua l'eix de la riera principal.

Eix de Villordí

- Pont sota el tren. És també un pont ample i de grans dimensions (5 m d'ample i 5,70 m d'alt; 28,8 m² de secció), que tampoc ha de significar dificultats de pas de les aigües. També coincideix amb una via de comunicació que uneix la vall amb el nucli urbà. És una via que queda també interceptada en el gual que creua l'eix principal de la riera (**punt crític L17**).

Eix del rec de Gardissó

És un eix que no presenta ponts pròpiament dits (veure apartat de canalització).

Altres eixos secundaris

Hi ha altres ponts en torrents secundaris, majoritàriament ubicats en el sector planer dels horts. Corresponen al desguàs de petits torrents, que, en general, creuen primerament per sota de la via del tren i posteriorment la carretera N-260. Entre aquests hi ha el del sud de l'estació, el de Setcases (foto L38) i el del càmping. Alguns poden significar dificultats en el pas per sota la carretera per les seves insuficients dimensions (**punts crítics L26, L27 i L28**).

Molts altres petits ponts (fotos L39 i L40) que permeten que els camins i fins i tot els carrers salvin la intrincada xarxa de drenatge (fotos L41, L42 i L43) dels plans dels horts i part de la vila. Algun d'ells constitueixen un dren de tipus "cadeny", es a dir un pas per l'aigua entre cases (foto L44). Poden presentar problemes puntuals.



Foto L38.- Pas del rec de Setcases sota la carretera, on es redueix la secció (foto PMR, febrer 2010)



Foto L39.- Pont sobre el rec a l'Av. Europa, a ran benzinera. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L40.- Pas d'un rec de drenatge sota un camí dels horts. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L41.- Pont sobre un rierol de drenatge, a ran del CAP de la Vila. (foto PMR, novembre 2007)

6.7.7.3.- Canalitzacions i estructures laterals

S'entén per canalització tot tipus d'estructura antròpica que persegueix la contenció de les aigües i la reducció de l'erosió en els moments de crescuda, fins i tot els tipus rudimentaris, de fons, de contenció lateral o de soterrament.

Entre els de contenció lateral s'ha distingit els murs de pedra seca, les esculleres, els murs d'obra, les motes de terra i vegetació, els gabions, etc.

En aquesta conca només es pot considerar soterrament pròpiament dit el tram del rec del Gardissó que passa per sota del carrer del mateix nom, al nucli urbà de la Vila. Hi ha però abundants passos sota els ponts relacionats en l'apartat anterior.



Foto L42.- Rec de drenatge: el Madral, al costat de la caserna de bombers. (foto PMR, gener 2008)



Foto L43.- Exemple de rec de drenatge dels horts. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L44.- Cadeny en part soterrat situat entre l'aparcament i el C/ Gardissó. (foto PMR, novembre 2008)



Foto L45.- Vista des del pont de Valleta aigües avall; a dreta i esquerra la terrassa T₁ protegida per murs de diferents tipus. (foto PMR, agost 2010)

Eix principal:

En l'eix principal es troben trams canalitzats, de manera discontinua i diversa. En general es tracta de murs de pedra seca que tenen la finalitat d'evitar o reduir l'erosió lateral de les ribes constituïdes pels sediments de la terrassa T₁, que majoritàriament es troben en conreu, així com també alguns trams de vials, especialment la carretera N-260.

El primer dels trams que es pot considerar canalitzat lateralment correspon als voltants del nucli de la Valleta, amb el pont en el centre del tram canalitzat. Es tracta de murs de pedra seca i de pedra amb morter (foto L45). Hi ha algun tram d'escullera en la riba esquerra.

Un altre tram a ran del restaurant de Miralles també es pot considerar lateralment canalitzat per motes.

En el tram de llera ampla de després del camp de tir del Molí, la riba esquerra de la riera de la Valleta es troba lateralment canalitzada per gabions i per un mur, tots dos presents amb la clara finalitat de protegir de les erosions la base del talús del terraplè de la línia de tren (fotos L46).

Més aigües avall, en arribar a la confluència del rec de Madres, hi ha estructures de canalització lateral, encara que de manera discontinua. Hi ha esculleres que protegeixen les terres aportades a la riba dreta, entre la llera i la carretera, amb la finalitat d'emplaçar-hi edificis industrials i comercials.



Foto L46.- Gabions i mur de protecció de l'erosió del terraplè del tren. (foto PMR, agost 2008) 9107



Foto L47.- Canalització lateral amb murs de diferent tipologia al sector dels horts de la riera de la Valleta. (foto PMR, setembre 2008)

En arribar a la cruïlla de carreteres del semàfor i els seus dos ponts, les estructures laterals de protecció són més contínues, encara que siguin d'estructura de naturalesa diversa. Entre aquestes estructures i per la seva abundant presència destaquen els murs (molt diversos) i les motes, algunes de les quals de vegetació "armada" amb ferros (fotos L47, L48, L49 i L50).



Foto L48.- Canalització lateral a la riba esquerra de la riera de la Valleta, al sector dels horts de les Salanques. (foto PMR, setembre 2008)



Foto L49.- Mur de protecció de l'erosió de la terrassa T₁, a la riera de la Valleta, sector dels horts. (Foto PMR, setembre de 2008 9221)

Finalment, des del sector de l'antiga depuradora fins a la mateixa platja les contencions laterals són ara ja de murs continuats d'obra. (foto L51)



Foto L50.- Riera de la Valleta, mur de canalització i protecció dels horts (T_1), coronat per tanca de ferros. (foto PMR, 2008)



Foto L51.- Murs d'obra que protegeixen la terrassa T_1 sobre la que es situen els Apartaments Doñana, a ran de desembocadura de la riera de la Valleta (Av. Mestral). (foto PMR, novembre 2007)

Eix de la riera de Prim

Presenta canalització lateral des de molt amunt, amb murs en un tram poc més amunt del Mas Guifré, amb mur de pedra seca des del Mas Guifré fins al primer pont, i amb escullera a la riba dreta des del primer pont fins a la riera principal.

Eix riera de Madres

És una llera pavimentada en la pràctica totalitat de la traça, que la converteix en un característic "camí-llera" (fotos L52). Aquesta pavimentació respon a dos motius principals: el primer que sigui una via de comunicació de tota la vall i els seus conreus, i el segon és fer de protecció, en tota la longitud de la traça, de la canonada soterrada que condueix les aigües potables municipals de Llançà, des del dipòsit existent al coll de Madres (entre Madres i la Valleta), on s'hi aporta aigua de la presa de Boadella, per a la seva posterior distribució a la població. Aquest segon motiu explica la presència de tapes de registre distribuïdes en la traça.



Foto L52.- Tram de camí-llera pavimentat i limitat lateralment per motes i murs de diferents tipologies; rec de Madres. (foto PMR)



Foto L53.- Detall d'una mota de terra, que separa la camí-llera a la dreta i la vinya a l'esquerra. (foto PMR, agost 2008)

Els conreus de la vall, essencialment destinats als arbres fruiters o a la vinya, han anat protegint-se de les aigües de les crescudes mitjançant motes més o menys ben elaborades amb terres i vegetació (fotos L53 i L54,) i també mitjançant trams de veritables murs d'escullera (foto L55), de pedra seca o d'obra. El resultat d'aquesta protecció és una canalització lateral de formes i de mètodes molt desiguals, ja que són funció de cada propietari. La continuïtat d'aquest conjunt de proteccions laterals queda a més a més interrompuda pels accessos a les diverses parcel·les, que consisteixen en rampes que pugen des del camí-llera fins a la superfície de les àrees de conreu, que coincideixen amb la superfície de la terrassa T_1 .

(fotos L56). Aquestes rampes d'accés representen punts de més debilitat de les proteccions laterals en moments de crescuda, de manera que actuen de trampolí d'accés a la inundació de les terrasses conreades i per tant faciliten la laminació de les aigües sobre superfícies bastant més extenses.



Foto L54.- Cara exterior d'una mota de terra i vegetació que intenta protegir una planta de tractament d'àrids. (foto PMR, agost 2008)



Foto L55.- Escullera al marge dret del camí-llera del rec de Madres. (foto PMR, setembre 2008)



Foto L56.- Rampa d'accés des del camí-llera (T_0) a una finca agrícola (T_1), al rec de Madres. (foto PMR)



Foto L57.- Erosió de la base d'una mota de terra i vegetació a la riba esquerra del rec de Madres. (foto PMR, agost 2008)



Foto L58.- Reforç de la base d'un mur de protecció, que havia estat erosionat per l'aigua; rec de Madres. (foto PMR)

Algunes de les motes són parcialment erosionades per les aigües de crescuda, necessitant reparacions periòdiques (fotos L57 i L58).

El desnivell entre les terrasses en aquesta vall resulta de l'ordre de 1,80 m, i les proteccions assoleixen unes alçades d'entre els 2,20 i 2,50 m per sobre de la pavimentació del camí-llera.

Eix del rec i camí de Villordi

És una vall que també té el camí-llera pavimentat fins a l'abocador. El tram inferior d'aquest camí-llera correspon al camí que condueix a l'ermita de Sant Silvestre, passant pel coll Guanter i constitueix l'alternativa al camí que hi va per la Valleta, que en determinats moments amb circulació d'aigua queda tancat al transit. És doncs una via de comunicació. També ho és de cara a comunicar les finques agrícoles i especialment a l'antic abocador i planta de reciclatge.

En ser una vall de menor entitat que la de Madres, no presenta unes proteccions laterals tant importants, amb motes de l'ordre de 0,6 m (veure foto L6).

Eix del rec del Gardissó

L'única i més important estructura antròpica d'aquest rec es el seu soterrament. El soterrament es va efectuar durant el segon ajuntament democràtic (dintre de la dècada dels anys 1980); anteriorment era un torrent que feia de camí quan no hi havia aigua i que lateralment estava més o menys canalitzat amb murets excepte en els punts on connectava amb camins laterals.

Està soterrat en una longitud de l'ordre dels 750 m. Pel que fa a les dimensions, en Vicenç Bonareu diu que encara que desconeix les mides exactes, s'hi passa bé amb un carretó de ma. L'inici del soterrament s'ha de situar per sobre del camp de futbol passant a ran de les Escoles i entre el modern camp de futbol i el poliesportiu. A nivell de les Esplanes, al davant de les Escoles s'hi incorporen altres afluents que provenen de la riba dreta, especialment representats i visibles en els **punts crítics L22 i L23**, on es troben uns importants embornals (fotos L59 i L60).



Foto L59.- Un dels embornals d'entrada al rec del Gardissó d'un afluent, al sector de les Esplanes. (punt L23). (foto PMR, gener 2008)



Foto L60.- Un altre dels embornals d'entrada al rec del Gardissó, a les Esplanes (punt L22). (foto PMR, gener 2008)

A partir d'aquí segueix encara soterrament pel carrer del mateix nom, i fins passada l'Avinguda de Pau Casals on empalma amb el rec de la Bateria a partir d'on ja circulen a cel obert (foto L61).

Es tracta d'una canalització que, com queda remarcat en el capítol dels esdeveniments, sovint no resulta suficient per a conduir la totalitat del cabal del rec, amb la qual cosa les aigües passen sovint per la superfície del carrer.



Foto L61.- Sortida del soterrament després de la confluència dels recs del Gardissó i de la Bateria, a l'Av. Pau Casals. (foto PMR, gener 2008)



Foto L62.- Petit rec o cadeny utilitzat com a pas peatonal quan no hi ha aigua. Al fons l'entrada al soterrament sota l'aparcament de Rafael Estela. (foto PMR, gener 2008)

Altres

Hi ha altres torrents que no tenen nom i que també tenen alguns elements que poden interferir amb la dinàmica hídrica. Per exemple, hi ha el soterrament d'un tram de torrent per sota de l'antic camp de futbol (ara supermercat i esplanada d'aparcament), en una llargada de l'ordre de 200 m. Un altre exemple seria el del pas per sota de l'aparcament del Rafael Estela (foto L62 i L63). També hi ha diversos petits recs a la Vila que tenen la missió de contribuir al drenatge de la plana urbana i dels horts (fotos L64).



Foto L63.- Sortida de la canonada de drenatge de l'aparcament, al rec Madral, a ran de la caserna dels bombers. (foto PMR, gener 2008)



Foto L64.- Rec Madral, entre els horts i el passatge de la Caixa. (foto PMR, novembre 2007)

6.7.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

La primera notícia d'inundacions a la zona es situa al 1617 de la que es diu "Tanta pluja hi va haver que el varen anomenar l'any del **diluvi**" (segons Dra. Anna Ribas, de la Universitat de Girona, Punt 17 d'octubre de 2010). Tanmateix no queda clara la situació geogràfica exacta del gran aiguat, tampoc hi queden relacionats els efectes ni si va concretament afectar a Llança.

6.7.8.1.- Esdeveniments del segle XIX

En aquesta conca es donen unes circumstàncies molt diferents de les altres conques en quan al registre d'episodis d'inundacions ja que és l'única on s'ha trobat informacions dels d'aiguats del segle XIX. Es disposa de les descripcions del manuscrit de **Joan Baptista Serinyana** ("llibreta de memòries"), reproduïdes posteriorment per Josep Clavaguera (1992). A més a més aquest autor, arxiver del Palau de Peralada, afegeix a la mateixa publicació dades extretes de les actes de l'Ajuntament i del cronista Salvi Feliu.

A les descripcions del manuscrit de **Joan Baptista Serinyana** (1818-1903) hi figuren, entre moltes altres coses, dates d'aiguats de la Vall de Llançà durant la segona meitat del segle XIX amb alguns detalls de les situacions. Tanmateix, algunes notícies resulten poc concretes i difícils d'interpretar i de valorar, especialment pel que fa a les dates i als efectes, que són descrits de manera col·loquial.

Entre aquestes dades s'han seleccionat les referents a les pluges excepcionals, que es reproduïxen a continuació. Es respecte el vocabulari i l'ortografia original, cosa que permet veure com descrivien els episodis i la dificultat de valorar-ne tant l'origen com la gravetat És molt difícil afinar què signifiquen realment termes com "aiguat cosa horrorosa", "aiguat extraordinari" "el pla era tot un mar d'aigua" o "la riera va trencar" i a què corresponen (desbordament generalitzat, puntual, gravetat, danys).

- **1847.-** "Aiguat extraordinari; el pla de Llançà era un mar; plogué seguit 4 dies i 4 nits".
- **1848.-** "Molta pluja: gener, febrer, març i per l'abril plogué 15 dies seguits". En aquest cas no hi ha certesa de que s'arribes a produir una inundació.
- **22 de setembre de 1849.-** "Caigué un aiguat cosa horrorosa (aigua pels costers, plans i carrers de la vila, de l'alçada d'un home)". D'aquest aiguat, un altre cronista (Salvi Feliu) ho descriu: "a 2/4 de 5 del matí, la riera va venir molt grossa, que passava per la plaça i pel carrer de Riamera (ara Salmeron), i va trencar la paret del Gardissó".
- **16 de setembre de 1850.-** "Aiguat extraordinari".
- **1861:** "Als 24 de març hi hagué un aiguat extraordinari que feu molt de mal. Se'n portà camps, plans i vinyes. A la Vila, al carrer de la Riamera (ara Salmerón), hi hagué aigua fins a les llindes de les portes. S'emportà molt d'oli de les cases".
- **8 d'octubre de 1861.-** "Aiguat extraordinari, el Pla de Llançà era un mar".
- **12 de desembre de 1861.-** "Nou aiguat; a Llançà es negà una minyona".
- **1 de novembre de 1862.-** "Per Tots Sants plogué un aiguat que la riera esbandí el pla de Llançà".
- **Octubre de 1863.-** "Molts aiguats; es neguen 2 germanes a Llançà". No hi consta data.
- **1864:** "El mes de novembre hi hagué un aiguat i després un altre, que el pla de Llançà era tot un mar d'aigua. No es veia cap barda per els horts. S'endugué molt d'oli i de vi dels cellers de les cases dels carrers de Riamera i de Mar (ara Rafael Estela)".
- **1872-** "Molta pluja en diversos episodis; la riera va trencar"
- **1876:** "El mes d'octubre tinguérem un aiguat molt gros. Fou una cosa horrorosa que no sé com explicar. El dia 17 una gropada a la nit i el dia 18 al matí, gran aiguat. El camí del Grill era encerclat de paret i s'ompli d'aigua i s'esbotzà la paret i després rebentà l'altra paret de l'hort d'en Pujol. La riera vingué molt grossa i se'n portà dues cases: la d'en Rodríguez i la d'en Trinxet. Se'n dugué molt d'oli i de vi i molt mobles de tota classes. La gent s'hagueren de salvar nedant. Se'n portà un corral de bestiar i tot lo de tres botigues de roba, una fleca i tota la farina. Semblava que el món era capgirat i alguns homes vells deien que era el pitjor aiguat que recordaven".

- **23 d'agost de 1880.**- "La pedregada s'endugué Garbet, Madres, Terrer, Villordí, Boquer i Grifeu". Sembla que es refereix a les collites dels conreus, però no es descarta la possibilitat d'un desbordament.
- **1881.**- "Gener, febrer i març: molta pluja, la riera trencà".
- **1884:** "Els últims dies del mes de març plougué part de quatre dies i quatre nits. Es deia que hi havia més de set anys que no havia plogut tant. El mes d'abril plougué catorze dies seguits, en que cada dia plougué més o menys".
- **13 al 17 de desembre de 1888** (especialment el 15). "Molta pluja; el pla de Llançà era un mar".
- **5/6 de gener de 1889.**- "Aiguat semblant al del 15 de desembre".
- **1 de gener de 1890.**- "La riera trenca".
- **desembre de 1891** ???.- "La riera esbandí el pla de Llançà".
- **13 de novembre de 1897.**- "Tot era un mar; en una casa (mas Llop) es negaren tots (una dona i 2 criatures), i a Portbou l'aigua s'endugué un mas (Caranyana)".
- **16 de gener de 1898.**- "La riera trenca".
- **9, 10 i 11 de març de 1898.**- "La riera torna a trencar".

Segons interpretacions de veïns de Llançà, es diu que una riera "trenca" quan l'aigua procedeix de la capçalera i al curs baix no ha plogut excessivament, mentre que "es fa un mar" quan a les aigües desbordades de la riera s'hi afegeixen les directament caigudes a la zona baixa.

-- Segons les dades extretes de les actes de l'Ajuntament, que també és una bona font d'informació, s'ha seleccionat (també es respecte l'ortografia i l'idioma original):

- **1887:** "27 de Noviembre: Se hace constar para perpetuidad el gran temporal que ocurrió en estas costas los días 17 y 18 de noviembre. La olas llegaron hasta el llamado "sorrall del Port". Se acuerda reparar y ensanchar caminos, especialmente los que conducen a Tifell y a San Silvestre" (vall de Villordí). Es considera que el temporal deuria també ser de mar però també de pluja i d'inundació, ja que els camins de Sant Silvestre i de Tifell es troben molt allunyats de la costa (> 1,5 km)
- **1889:** "11 de agosto: debido al mal estado del camino de la estación por la avenida de las aguas, se acuerda construir un nuevo camino y encauzar las aguas". Això no implica, necessàriament, que l'aiguat fos recent.
- **1897:** "14 de Noviembre: Se da cuenta de la horrorosa tormenta caída ayer en esta Villa. Tanta agua ha caído que la situación es grave para algunas familias. Se acuerda: 1) Convocar a todo el vecindario para determinar los procedimientos en vista a la grave inundación. 2) Dirigirse al Gobierno Civil de la Provincia en vista a los desastres ocasionados por las 7 horas de lluvia continuada... quedó convertido todo el llano en un inmenso lago. Los daños son muchos y muchas familias están en la absoluta miseria. 3) Se prohíbe sacar piedras de la ribera y también hacer empalizadas o paredes para desviar las aguas de sus terrenos".
- **1898:** "13 de Diciembre: se da cuenta de la suscripción popular que se abrió para remediar los males de las inundaciones del pasado día 13 del XII. Se distribuyeron sobre todo para reparar caminos: 2.500 ptas para el ensanche del camino de la estación; 500 ptas para la carretera de Colera; 500 ptas para la del Port de la Selva y 200 ptas para los caminos de Madres i Villordí". Aquí sembla que hi ha alguna dissonància de dies, o bé es parla de l'any anterior.

D'aquest període també es té d'altres notícies d'hemeroteca:

Segons el Diari de Barcelona, el 31 de gener de 1860 "... se conceden 20.000 reales del fondo de calamidades públicas para hacer menos triste la suerte de los pueblos de Llançà, Cadaqués, ambas Selvas, Garriguella i Colera"- Amb aquesta frase no queda clar a quin esdeveniment es fa referència. Podria referir-se als efectes de la "llevantada" del 23 de gener de 1859, esdeveniment que el diari de Barcelona només cita com a llevantada sense més especificacions. Es pot considerar un episodi d'inundació perquè les poblacions de Garriguella i la Selva es troben lluny de la línia de costa.

En base a aquesta relació de totes aquestes dades s'ha elaborat la taula L1 per tal de concretar la freqüència durant aquest període dels esdeveniments ressenyats, però s'han eliminat els que s'interpreten exclusivament de pluja, sense desbordament. Seria molt interessant poder establir les freqüències d'esdeveniments de la mateixa magnitud, però, donada la dificultat de fer correspondre les descripcions amb nivells de gravetat, alçades d'aigua, etc., aquesta classificació seria poc fiable. S'han fet diferents intents com per exemple classificar la gravetat de la següent manera: a) **molt greu**: és quan es tracta de l'episodi pitjor que es recorda i es registren grans danys (només hi ha el de 1876); b) **greu**: és quan es diu "és un mar" i es registren danys; c) **poc greu**: es quan es diu "és un mar" però no indiquen danys. Ara bé hi ha l'expressió "la riera va trencar" que no apareix fins el 1872 i s'utilitza fins el 1898, coincidint precisament amb el període en que només hi ha un episodi descrit com a "molta pluja...era un mar", el 1888. Es a dir, aquestes dues expressions serien equivalents o no? "És un mar" només és degut a la pluja? Per tot això, s'ha optat per considerar que els episodis ressenyats **en a la taula L1 corresponen a crescudes que han desbordat la T₀ i han inundat la T₁, es a dir, només indicaria la freqüència amb que la riera inunda la T1 amb diferents nivells d'aigua, sense fer distincions de la seva gravetat**. En canvi la taula L2 és un intent de classificació segons els criteris plantejats en aquest mateix paràgraf. L'esdeveniment que cal però remarcar és el del 1876, ja que és el més greu de tot aquest període de registre.

Taula L1: Desbordaments de la riera de Llançà o de la Valleta durant el segle XIX			
dia	mes	any	Temps des de la riuada anterior
?	?	1847	
?	gener, febrer, març i abril	1848	1 any (episodi dubtós)
22	setembre	1849	poc més d'un any
16	setembre	1850	1 any
24	març	1861	11 anys
8	octubre	1861	7 mesos
12	desembre	1861	2 mesos
1	novembre	1862	11 mesos
?	octubre	1863	11 mesos
?	novembre	1864	13 mesos
?	?	1872	8 anys
17/18	octubre	1876	4 anys
23	agost	1880	4 anys
?	gener, febrer i març	1881	5 mesos
17 i 18	novembre	1887	6 anys
13 a 17	desembre	1888	1 any
5/6	gener	1889	1 mes
1	gener	1890	1 any
?	desembre	1991	1 any
13	novembre	1897	6 anys
16	gener	1898	2 mesos
9, 10 i 11	març	1898	2 mesos

Com a comentaris del quadre anterior es pot dir:

- En els 51 anys referenciats, l'espai més llarg sense desbordament de la riera de Llançà fou 11 anys, entre els anys 1850 i 1861, però és un període que es "recupera" el mateix 1861, amb 3 aiguats en un sol any: març, octubre i desembre, seguint els anys 1862, 1863 i 1864, amb una inundació cada any.
- En uns 4 mesos 3 inundacions a finals del 1897 i primers del 1898
- En menys d'un mes (desembre 1898 - gener 1889) 2 aiguats amb inundació,
- També en el període 1847, 1848, 1849 i 1850 es produïren un aiguat cada any.

En els 51 anys compresos en la taula (1847-1898), s'han produït un total de 22 rierades, que signifiquen un promig de 1 rierada cada 2,3 anys.

La taula següent és un intent de classificació dels episodis en funció de la seva gravetat. Ara bé donada la imprecisió de les dades, tal com s'explica abans del quadre anterior, no sembla fiable establir una freqüència basada en aquestes dades, però es considera interessant presentar aquesta proposta.

Vermell = episodi **molt greu**: quan es tracta de l'episodi pitjor que es recorda i es registren grans danys (només hi ha el de 1876);

Fúcsia = episodi **greu**: quan es diu "és un mar" i es registren danys;

Groc i Blau = **poc greu**: es quan es diu "és un mar" o la "riera trenca" però no indiquen danys.

Gris = sense classificació

Taula L2: Segons manuscrit de J. B. Serinyana				Segons Clavaguera (1992) i actes de l'Ajuntament
dia	mes	any	efectes	efectes
?	?	1847	Es un mar	
?	gen .feb. març i abril	1848	Molta pluja	
22	setembre	1849	Danys	
16	setembre	1850	Aiguat extraordinari	
24	març	1861	Danys	
8	octubre	1861	Aiguat extrordinari, és un mar	
12	desembre	1861	Aiguat + 1 ofegat >>	
1	novembre	1862	La riera esbandí el pla ¿és similar a "era un mar"?>>No danys	
?	octubre	1863	Molts aiguats + 2 ofegats	
?	novembre	1864	Danys + es un mar + alçada aprox 80cm (alçada tanques)	
?	?	1872	La riera va trencar	
17/18	octubre	1876	Danys + el pitjor que es recorda	
23	agost	1880	Pedregada	
?	gen. feb. març	1881	La riera trenca	
17 i 18	novembre	1887		Temporal de mar i pluja i possiblement inundació + danys
13 a 17	desembre	1888	Molta pluja, era un mar	
5/6	gener	1889	Pluja	Obres de reparació però no se sap de quin aiguat
1	gener	1890	La riera trenca	
?	desembre	1891	La riera esbandí el pla ¿sim era un mar?>>No danys	
13	novembre	1897	Es un mar>> 3 ofegats (tots al mas Llop)	7 hores pluja + Danys
16	gener	1898	La riera trenca	
9/11	març	1898	La riera trenca	
13?	Desembre? (data dubtosa)	1898?		Reparació camins però no se sap quin aiguat

Veure també, al capítol VIII, la taula AMM12 de resum d'esdeveniments al segle XIX.

6.7.8.2.- Esdeveniments dels segles XX i XXI

Durant el segle XX, es tenen menys notícies concretes, i a continuació hi ha el recull de les dades disponibles. Alguns dels esdeveniments no són citats exactament a l'àrea de Llança, però per la seva amplitud podrien haver afectat aquesta conca encara que no se n'hagi trobat cap record ni cap cita escrita a la conca. Veure dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

- **15 de desembre de 1933.** Segons la Vanguardia del dia 20, el governador civil va a visitar les poblacions més afectades pels aiguats: Castelló d'Empúries, Sant Pere Pescador, Llançà, Verges, Vilabertran, Peralada i Torroella.

- **17 i 18 d'octubre de 1940**, anomenat l'aiguat de Sant Lluç. Hi ha dades de tots dos empordans i del Rosselló i Vallespir. Un diari actual (el Punt comarques gironines del 17 d'octubre de 2010, pàgines 2 i 5) dona referències aproximades de pluges de 1.000 mm a la vall del Tec (Vallespir) i considera que ha de ser la mateixa quantitat que hauria caigut al sud del Pirineu. Cita danys a les indústries i explotacions agrícoles als conreus de diverses poblacions, entre elles Llançà. Cal considerar doncs que, encara que no hi hagi dades específiques, si es van produir inundacions al nord i al sud, també se'n podrien haver produït aquí.

Segons declaracions de la Dra. Anna Ribas, de la UdG, les pluges del 1940 foren les més importants del segle XX a les comarques gironines, tant per la seva magnitud com per l'extensió de l'àrea afectada.

Tot i això, també es considera la possibilitat que els importants volums de pluja caiguessin a la capçalera dels rius que varen desbordar, però no en les conques més reduïdes i més properes al litoral, fet que explicaria que els efectes no fossin tan considerables i no n'hagi quedat dades a la memòria.

- **setembre de 1959.** Inundació al Port i a la Vila. Segons en Jaume Giralt va pujar a sobre de la terrassa T1 a partir del sector de l'antic càmping. El rec Madral rep aigua de la riera de la Valleta i possiblement també pel desbordament del de Gardissó.

- **24-25 de setembre de 1962.** Segons informació de Jaume Giralt es produeix una important inundació al Port, als sectors del Boquer, de Madres, de Campanar, i de Venturer. Al >Boquer s'obtura el pas sota el talús del tren i es forma un llac. Les oliveres queden mig enterrades pels sediments. Part de l'aigua passa a través dels materials que formen el terraplenat sota la via.

- **17 d'octubre de 1962:** Inundació del nucli de la Vila citada al Butlletí de Festa Major d'Estiu, de 1992 i que inclou una fotografia del carrer de Salmerón (foto L65).



Foto L65.- Nucli de la Vila, carrer de Salmerón, el 17 d'octubre de 1962. (fulletó municipal de "Festa Major d'estiu", 1992 i també de l'arxiu J. Verdaguer, A346)



Foto L66.- Nucli de la Vila, al mateix carrer de Salmerón, el 1966 (foto Santiago Moret., treta del fulletó municipal de "Festa Major d'estiu", 1992)

- **1966**, Nova inundació del nucli urbà de la Vila, també citada en el Butlletí de Festa Major d'Estiu, 1992. No es concreta el dia, però s'adjunta una foto del mateix carrer de Salmeron (foto L66). Podria correspondre al mes d'octubre, que fou el mes més plujós de l'any segons les estacions meteorològiques del Rosselló.

- **1969**. Inundació del nucli urbà de la Vila (Arxiu J. Verdaguer fotos L67, L68, L60 i L70), però no s'ha trobat la data concreta, però podria ser pel març, mes en què a Port-Vendres es registren 271 mm mensuals.



Foto L67.- Nucli de la Vila, al mateix carrer de Salmerón, l'any 1969. (arxiu J. Verdaguer, A210)



Foto L68.- Pl. Major, 1969. (arxiu J. Verdaguer, A208)



Foto L69.- C/ Pilota, 1969. (arxiu J. Verdaguer, A215, sense data exacta)



Foto L70.- C/ Rafael Estela, 1969. (arxiu J. Verdaguer, A212, sense data exacta)

- **1975**. Inundació del nucli urbà de la Vila, especialment pel desbordament del rec de Gardissó (Arxiu J. Verdaguer, foto L71). No s'ha trobat la data concreta.



Foto L71.- C/ Gardissó, l'any 1975. (arxiu J. Verdager, A257) (sense data exacta)

- **5 de gener de 1977.** No es tenen dades de Llançà, però hi hagué pluges importants al Port de la Selva (veure aquesta conca).

- **octubre de 1982.** Inundació al Port, segons Jaume Giralt.

- **1-5 de març de 1986:** Segons Pou (1994) hi va haver desbordament generalitzat dels rius de l'Alt Empordà: Llobregat, Orlina, Muga, Fluvià, Manol. A les estacions del Rosselló es registren pluges mensuals de 278 mm a Banyuls, 418,8 a Argelers i 311,8 al Cap Bear.

- **15 d'octubre de 1986.** No s'ha trobat dades d'efectes a Llançà ni en d'altres conques de l'àrea d'estudi. Tanmateix Pou (1994) troba una referència de valoració de danys al Port de la Selva, en uns 35 a 39 milions de pessetes. Durant l'octubre es mesuren 399 mm a l'estació de Banyuls.

- **3 d'octubre de 1987.** Episodi de pluges que afectà Portbou, Colera, Llançà i Port de la Selva. Segons la Vanguardia del dia 6 d'octubre, es comptabilitzen 271 l/m² a Peralada, i 209 l/m² a Garriguella. Citen quantiosos danys a Portbou, Colera i Llançà, sense especificar més. A Portbou i Colera els danys han estat explicats per nombrosos veïns i fins i tot filmat per un videoaficionat, en totes dues poblacions.

Segons el butlletí d'Informació Municipal de Llançà, nº 33, del juliol - setembre de 1987, de data 3 d'octubre del 1987:

"Es desborda la Riera i inunda unes 60 Ha"

"La platja, el moll, els murs de defensa de la riera, les botigues i comerços del Port i de la Vila, els horts de la Salanca, el pont de la Valleta, els carrers, els baixos, els camins ... tot ple de fang, tot destruït, tot arrasat." (fotos L72 i L73).

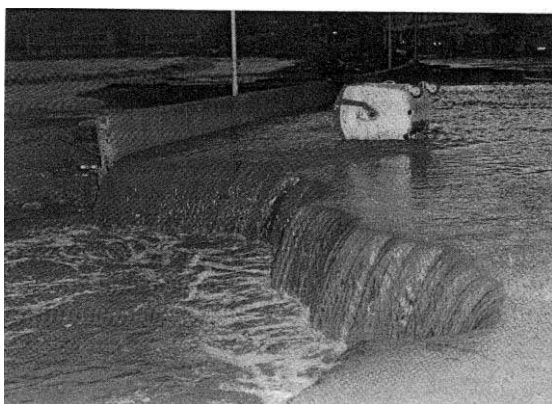


Foto L72 i L73.- Passeig Marítim i platja, el 3 d'octubre de 1987 on es veu a la de l'esquerra el salt de l'aigua de la riera a l'arribada a la platja. A la de la dreta a soscavació del paviment deguda al salt de l'aigua (Fotos Pumareda, tretes del Butlletí nº 33, juliol de 1987, però editat molt posteriorment).

Segons un informador resident a la mateixa Valleta, el 1987, l'aigua va passar uns 80 cm per sobre del carrer, inundant totes les plantes baixes i arrossegant el cotxe d'un veí. El pont (**punt L6**) va quedar parcialment destruït (la meitat dreta, desapareixent també l'estrep dret, el carrer i el camí d'accés). La meitat de pont destruïda va ser posteriorment reconstruïda, i encara es nota la "junta" entre la part nova i l'antiga. A la part central superior del pont i en el sector no destruït hi queda una inscripció de "1902", que correspon a la construcció de la barana. (veure fotos L30 i L31). Amb aquesta dada es confirma que l'aigua va assolir el nivell de la terrassa T₁ sobre la que es troben les cases del carrer principal (riba dreta) i de les que es troben a la riba esquerra. El mateix informador explica que en la seva vida (65 anys) ha vist passar l'aigua pel carrer en dues altres ocasions, però no pot concretar-ho més.

Els ajuntaments de Llançà, juntament amb els de Portbou, Colera, Garriguella i Vilamaniscle, demanen la declaració de zona catastròfica, però es concedeix a cap d'ells.

Hi ha altres descripcions menys concretes dels danys de la següent manera: Riera de la Valleta: "destruïts el pont i els murs; també es destrueix part del port esportiu, que estava en construcció".

Segons el Punt Diari del 6 d'octubre del 1987, pàgina 7: "... el mar es va emportar la sorra ... Segons el Diari de Girona del 15 d'octubre, pàgina 10: "... es destrossa l'aparcament del Castellar". A rel dels desperfectes es projecta un nou Passeig Marítim (que és l'actual). També s'ha parlat d'una valoració dels danys en aquest episodi de l'ordre dels 115 milions de pessetes, sense comptar els danys a particulars.

Segons Pou i Planas (1994), en referència a l'aiguat del 1987 diu "la primera valoració dels danys de l'aigua en aquesta població, va ser de més de 200 milions de pessetes. La platja del Port va quedar desfeta i les instal·lacions del nou port pesquer, molt malmeses. També va haver-hi desperfectes a la canonada d'aigua potable, a més, s'hi han de sumar els desperfectes de cent cinquanta establiments que van quedar inundats." "La riera de Valleta va començar a desbordar-se al terme municipal de Garriguella fins arribar a Llançà, i aquesta darrera població va quedar aïllada durant un dia". Aquesta menció a Garriguella resulta estranya, ja que en la conca de la Valleta o de Llançà no hi ha cap sector que quedi al terme de Garriguella, sinó al de Rabós (la capçalera), i en un curt tram la llera de la riera fa de frontera amb el terme de Vilajuïga. El límit entre els termes de Llançà i de Garriguella passa per la línia de la serra de la Baga d'en Ferran, que és, al mateix temps la divisòria de la conca. Podria doncs tractar-se d'una imprecisió periodística, confonent el terme de Garriguella amb el de Vilajuïga.

- **18 de novembre de 1989.** A Llançà cauen 220 l/m² en poques hores (des de la matinada fins a mig matí). Dies abans ja havia plogut amb gran intensitat sobre tota la costa, i varies poblacions veïnes havien sofert inundacions: el Port de la Selva, Cadaqués o Roses. Els pitjors efectes foren per a la platja del Port, els camins del Boquer, de Villordí i de Madres i les planes laterals de la riera de la Valleta i els seus conreus foren afectats greument en diferents llocs pel pas violent de les aigües.

- **1r de novembre de 1993.** Segons Pou i Planas (1994), "...els carrers de la població es van omplir d'aigua, igual que el sector del Port." "Desenes de persones, sobretot barcelonines, que s'havien acostat a la població per passar el "pont de Tots Sants" van haver de quedar-s'hi un dia més, ja que la carretera N-260 va quedar tallada fins a última hora de la nit de dilluns i la gent no va poder abandonar el poble fins l'endemà".

Acta del Ple Municipal del dia 8 de novembre de 1993: Desborden la Riera de la Valleta, la del Boquer, el rec del Colomer, el rec de la Salanca i el rec del darrera de la depuradora antiga. Els danys s'avaluen en uns 7.820.000 ptes. Al Servei de Costes es demanen ajudes per a la reconstrucció de les platges del Port i de Grifeu.

En aquest episodi, a l'estació meteorològica de Sant Pere Pescador es registren 166,1mm, i a Cabanes 153,2mm. Segons en Jaume Giralt es registren 100 mm a la Vila.

Hi ha fotos del passeig i dels horts de Llançà (butlletí municipal nº 57) (fotos L74, L75 i L76).



Foto L74.- Sector del horts, l'endemà de l'aiguat, el 2 de novembre de 1993. (foto Albert Bonsoms, treta del butlletí nº 57, octubre del 1993).



Foto L75.- Passeig Marítim i platja del Port, també el 2 de novembre de 1993. (foto Albert Bonsoms, treta del butlletí nº 57, octubre del 1993).



Foto L76.- Passeig Marítim i platja del Port, també el 2 de novembre de 1993. (foto Albert Bonsoms, treta del butlletí nº 57, octubre del 1993).

- **10-11 d'octubre de 1994.** No es coneixen incidents, però a l'estació meteorològica de Sant Pere Pescador es registren 249,5mm, i a la de Cabanes 158,4mm.

- **18 d'octubre de 1994.** Segons la Vanguardia del dia 20, pàgina 29, "...s'ha comptabilitzat 220 mm a Llançà, 210 mm a Colera i a Roses i 185 mm a Portbou. Queda tallada la carretera de Figueres a Portbou per Llançà. Es desborda la riera de la Valleta, on un autocar hi queda atrapat. El barri pescador de Llançà va quedar totalment inundat, i incomunicat per carretera". També hi ha dades al Butlletí municipal nº 61 (1994) amb fotos del sector de la Salanca, del rec del Gardissó, C/ R. Estela i platja (fotos L77, L78, L79, L80, L81, L82, L82bis, L83 i L84). Quan es menciona el barri pescador, es fa referència al nucli del Port de Llançà. El sector de la Salanca es troba entre la riera i la carretera, a l'alçada de l'hotel Grimar, i el carrer de R. Estela es troba al centre de la Vila.

El rec del Gardissó creua soterradament la Vila, excepte quan desborda que segueix el carrer del mateix nom i sovint passa al C/ R. Estela i d'allà, per sota de l'aparcament al Madral, a ran dels bombers. En referència a l'Av. Mestral, cal tenir present que hi ha una part de les aigües que procedeixen de la riera del Boquer (veure foto B36, al capítol de la riera del Boquer), que també es desborda en aquest episodi i inunda el sector de Sant Carles

Segons la premsa, els danys a Llançà s'estimen, en una primera valoració, en 25 milions de pessetes especialment a la zona del Port.



Foto L77.- Nucli urbà de la Vila, cruïlla dels carrers de Gardissó i de Rafael Estela, el 19 d'octubre de 1994. (foto Vicenç Pumareda, Butlletí nº 61, octubre 1994)



Foto L78.- Nucli de la Vila, C/ Rafael Estela l'octubre de 1994. A la dreta el passadís que drena per sota de l'aparcament i condueix l'aigua al Madral (veure també foto L62)(foto arxiu J.M. Gros)



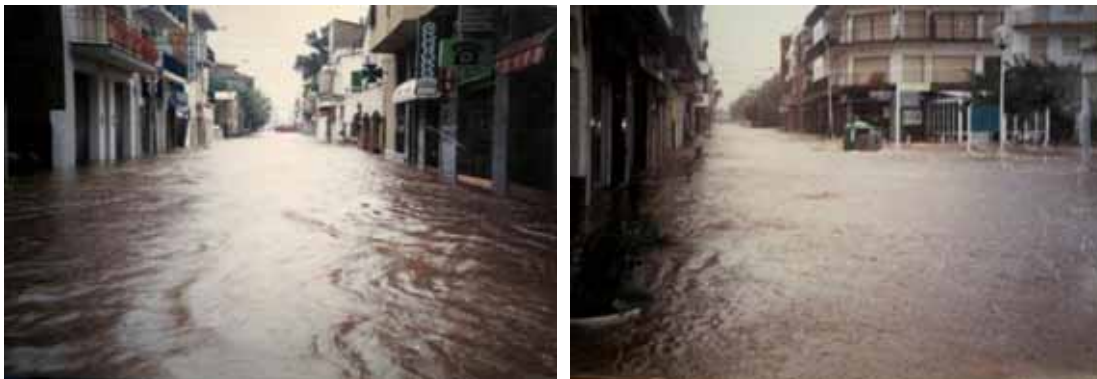
Fotos L79 i L80.- Nucli de la Vila, detalls del carrer de Gardissó. L'esquerra vista aigües avall i la dreta vista aigües amunt. (fotos R. Corcoll, 19 octubre de 1994)



Foto L81.- Av. Mestral (perpendicular a la riera) al sector Port, vista des del pont, mirant al sud. (foto R. Corcoll, 19 octubre 1994). Veure també, a la conca del Boquer, la foto B36, feta des del mateix punt però mirant al nord.

Acta del Ple Municipal del dia 27 d'octubre de 1994: "... greu situació com a conseqüència d'haver-se desbordat la Riera de la Valleta, la Riera de Madres, la Riera del Boquer, i altres. Pèrdues avaluades en uns 46.193.000 ptes. Es proposa reconstruir els murs i el pont de la Valleta, endegar les rieres de Madres i del Boquer, la canonada d'aigua de Roses a Llançà; la recomposició de les platges del Port i de Grifeu; reconstruir els carrers de Ponent, de Perpinyà, de Roses, el Pg. de Canyelles i el carrer de la Coma, la claveguera de Canyelles i la reparació de la canonada impulsora de la depuradora". La riera de Madres és afluent de la Valleta per

l'esquerra, i el rec del Boquer és una conca independent, però que desemboca al sector de Sant Carles, uns centenars de metres al nord de la platja del Port on desemboca la riera de la Valleta



Fotos L82 i L82bis.- dues vistes del C/ Castellar, al nucli del Port, l'octubre de 1994. (fotos arxiu J.M. Gros)



Foto L83.- Passeig Marítim inundat per les aigües torreses procedents de la riera. (foto R. Corcoll, octubre de 1994)

Foto L84.- Sector de la Salanca el dia després de rierada (20/10/1994) amb els mur tombats (foto Albe Bonsoms, treta del Butlletí nº 61, octubre 1994)

- **13 de novembre de 1997.** Afecta Colera i el Port de Llançà, especialment el sector de Sant Carles altra vegada pel desbordament de la riera del Boquer (veure aquest capítol). El sector dels horts de la Vila i del Port també quedaren inundats. Va ser un fenomen de pluja molt localitzada, ja que a les estacions meteorològiques de Roses, Cabanes i Sant Pere Pescador no es registrà pluja.

- **18 d'octubre de 2005.** Segons la Vanguardia del 19, pàgina 3, hi va haver inundacions a l'Alt i Baix Empordà. "... es desborda la riera de Rubiés al Port de la Selva, que obliga a evacuar alguns veïns i tallar la carretera de Cadaqués. També afecta a Llançà i Portbou. A Portbou, el pantà s'omple al màxim, amb 160.000 m³, que es va desbordar i obligà a tallar la carretera d'accés a la presa. Inclou foto d'un habitatge inundat als baixos del nº 14 de la carretera de Cadaqués (P de la Selva). Hi havia una bomba posada per l'ajuntament, però de cop l'aigua entrà per tot arreu fins a la cintura. Es compten 80 mm en dues hores de pluja (de 5 a 7 del matí). Al Port de la Selva, es diu que la riera de Rubiés està molt bruta, amb runes i vegetació, i que la part baixa de la conca es troba afectada per diversos projectes urbanístics". "Es comptabilitzen 324 mm a l'estació de Portbou per a tot l'episodi de l'11 al 19 d'octubre (concentrats al dia 18 amb 116,8). També a Roses es mesuren 303,8 mm i a Espolla 223,2 en tot el període". A la Vila es mesuren 188 mm de pluja en tot l'episodi, entre els dies 13 i el 18. A Llançà hi va haver desbordament, que afectà especialment el nucli del Port, però segons els veïns del carrer de Castellà, els danys queden poc especificats.

- **13-14 de setembre de 2006.** La pluja és molt important a Portbou, amb efectes a la conca del Pi. A Llançà afectà molt el nucli del Port. Hi ha també efectes a la Vila: l'aparcament immediat a l'ajuntament va quedar amb 1 m d'aigua uns quants dies. Segons els veïns del carrer de Castellar (carrer principal i comercial del nucli del Port), l'aigua va arribar als 60 cm sobre les voreres i va entrar a moltes botigues: a la sabateria, als diaris, al bar la Gavina, a la joieria, etc. Salten les tapes i l'aigua surt al carrer per sota, i entra les plantes baixes de les cases pels "waters". A molts recs de drenatge superficial de pluvials hi ha col·lectors per sota (es veuen tapes), i quan la pressió fa saltar les tapes de les clavegueres, les aigües brutes es barregen amb les pluvials. És quan es decideix fer la instal·lació de la bomba al C/ Castellar. La bomba queda instal·lada el 2008. No ha entrat en funcionament de manera seriosa fins a l'octubre del 2010, però en petits episodis, segons els veïns, s'ha notat molta pudor; ho atribueixen a que en saltar les tapes es deuen barrejar les pluvials i les fecals. L'estació pluviomètrica de Portbou no va registrar dades, possiblement malmès per excés de pluja. A la Vila es compten 114 mm.

- **4 de maig de 2010.** A la Vila cauen 107 mm, però segons en Jaume Giralt la gent no explica gaire desperfectes.

- **11 d'octubre de 2010.** és un episodi que va del 8 al 13 d'octubre, amb els màxims el dia 11. Totes les rieres de la zona porten aigua sense efectes ni danys importants. És a la conca del Port de la Selva on la matinada del dia 13, després d'una pluja de 31,1 mm a l'estació de Roses la riera de Romanyac o de Rubiés es desborda a nivell de la depuradora, afectant el sector de l'aparcament del mercat i els baixos del carrer de la Selva i de la carretera de Cadaqués. Veure també la conca del Port de la Selva (text, fotos i croquis). Segons Antoni Domínguez, la nit del dia 11 va ploure uns 300 mm al Port, i el carrer de Castellar anava ple i van saltar les tapes del clavegueram. El veïnat del Port es va llevar per estar alerta, però no va arribar a haver-hi danys de consideració. Es veuen indicis de funcionament de les bombes del carrer de Castellar/Mestral. A la Vila es mesuren 92 mm.

La taula L3 següent recull les dades del segle XX i principis del XXI i té la mateixa estructura del realitzat pel segle XIX, però s'inclouen les altres poblacions que han estat afectades per ajudar a la seva valoració.

<u>Taula L3: Desbordament de la riera de Llançà o de la Valleta durant els segles XX i XXI</u>				
dia	mes	any	dades	Temps des de la riuada anterior
20	desembre	1933	Afecta Llançà i altres poblacions de la comarca	
17-18	octubre	1940	Sant Lluç. Afecta tota Catalunya, però no hi ha dades concretes de la zona. (Veure més avall).	7 anys??
17	octubre	1962	Només hi ha alguna foto de Llançà	22 anys??
??	??	1966	Vila de Llançà	4 anys
??	??	1969	Només hi ha alguna foto	3 anys
??	??	1975	Només hi ha alguna foto	6 anys
3 ??	octubre	1987	Molt greu a la zona. Referència. 271mm a Peralada i 209mm a Garriguella.	12 anys
??	??	1989	Colera, Llançà i P Selva. 220 mm	2 anys
1	novembre	1993	Llançà, Colera, Portbou, Garbet i Boquer	4 anys
18 ??	octubre	1994	220 l/m2 a Llançà, 210 mm a Colera i 185 mm a Portbou	1 anys
13	novembre	1997	Colera i Llançà (Boquer)	3 anys
18	octubre	2005	Inundació del Port de la Selva. 80 mm en 2 hores a Portbou	8 anys
13/14	setembre	2006	Portbou Rec del pi	1 any

Com a comentari de les dades de la taula L3, es considera que, lògicament, entre els anys 1940 i 1962, hi ha d'haver hagut altres episodis de rierada.

Si es considera el període entre els anys 1962 i 2011, encara que potser la gravetat dels episodis no sigui totalment comparable, s'observa que:

- en els 49 anys s'han donat un total de 12 rierades (ja que no es considera la del 1940) xifres que donen un promig de 1 rierada cada 4 anys.

- el lapsus de temps més llarg és de 12 anys, entre els anys 1975 i 1987. Per contra, hi ha episodis molt seguits, amb diferències de 1 a 2 anys (1987-1989, 1993-1994 i 2005- 2006). D'altres són ja més espaiats, variant amb 2 episodis de 3 anys i 2 més de 4 anys, 1 de 6 anys, 1 de 8 i 1 de 12 anys.

- Si es compara la periodicitat mitjana d'aquesta taula L3 de 1 episodis cada 4 anys, amb la obtinguda en la taula L1 del segle XIX, de 1 episodi cada 2,3 anys, resulta que no són valors que es puguin considerar molt semblants, però tampoc molt diferents. Les diferències molt probablement deriven de la manca de registre i no als episodis reals d'inundació.

6.7.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.7.9.1.- Punts crítics

Es poden considerar un conjunt de punts crítics que ho són amb la condició circumstancial que persones o béns puguin ser afectades en un moment de crescuda brusca. En aquest cas poden originar-se danys importants. Alguns dels punts que es descriuen a continuació estan ressenyats pel Pla Inuncat i pels bombers de la Generalitat.

Entre aquests s'ha de considerar tot el conjunt dels **guals**, que en aquesta conca són 10 punts, que es troben distribuïts essencialment sobre l'eix principal de la riera de la Valleta, que és creuada per vials més o menys importants. La situació de cadascun està representada en els mapes de la conca.

En el tram de riera que va des de Sant Silvestre fins al nucli de la Valleta n'hi ha 5 sobre la pista que comunica els dos indrets, és a dir el camí de Valleta a Vilamaniscle. Són: **punt L1** a Sant Silvestre, **punt L2** al Clot de Molleres, **punt L3** a l'àrea d'esbarjo de Sant Silvestre, **punt L4** a Can Coromines i **punt L5** al lloc anomenat el Recolze.

Dintre dels guals són especialment importants els que creuen l'eix principal de la riera i seguidament entren a les rieres de Madres i de Villordí, que hi conflueixen per la riba esquerra, **punts L16 i L17**. Aquests punts són importants com a gual i a més perquè uns trams dels camins (entre la carretera N-260 i aquestes valls) queden dins de la llera de la riera principal i dels afluents, passant a ser a continuació a camí-llera. Són punts d'accés a les valls de Madres i de Villordí, on el trànsit de vehicles i de persones és molt freqüent i on s'hi afegeix l'estretor dels passos sota la via del ferrocarril, que si bé són prou amples per al pas de l'aigua, el trànsit hi queda interromput durant les crescudes. El gual de Madres és considerat punt negre pel Pla Inuncat i pels bombers de la Generalitat.

Un altre gual destacat és el de la Valleta, el **punt L8** ja esta en el camí que comunica els dos sectors de la Valleta, molt utilitzat ja que l'únic pont existent és molt antic i estret i no permet el pas de furgonetes, tractors i vehicles grans. És assenyalat com a punt negre pels bombers de la Generalitat.

Altres punts són els de **desbordament i/o obstrucció**, que resulten més o menys crítics en funció de la magnitud de l'obstrucció i de la rierada que determina en cada cas la del desbordament.

El **punt L6** és de desbordament i també històric. Es situa a nivell del nucli de cases de la Valleta, on les aigües desborden per la riba dreta, just per sobre del carrer del davant d'una renglera de cases (foto L85) perquè hi ha una protecció més baixa que a la riba esquerra..



Foto L85.- **Punt L6** de desbordament per la riba dreta, al nucli de la Valleta (foto PMR, agost 2008)

El **punt L7**, es troba molt proper a l'anterior i presenta problemes d'obstrucció i desbordament. Es tracta del pont sobre la riera a nivell de la Valleta i que comunica els dos barris del nucli, el de la riba dreta i el de la riba esquerra. Al mateix temps és un punt històric, ja que es tenen dades del desbordament sofert l'any 1987 i de la destrucció parcial del propi pont, posteriorment reconstruït. Veure les fotos L30 i L31.

El **punt L9**, consisteix en un pas de la riera sota la carretera de Figueres a Llançà (N-260). Es tracta d'un pas estret i que forma una ziga-zaga, on la carretera passa de la riba dreta a l'esquerra, en un indret que anomenen la font "Picanta". És un punt on l'obstrucció resulta fàcil, i fins i tot sense obstrucció, en el cas de cabals importants d'aigua a la riera, es produeixen desbordaments que, segons en Vicenç Bonareu, signifiquen la interrupció del trànsit per la carretera nacional.

Al sector de Miralles, a ran del restaurant d'aquest nom, hi ha un gual (**punt L10**) corresponent al camí que va a les cases del sector del Pujolar. Després de ser arreglat en múltiples ocasions ara ha quedat compostat per una llosa de formigó que cobreix tres tubs i que ho ha transformat en una mena de passera de 60 cm d'alçada, però que sovint l'aigua pot passar pel damunt (foto L86).



Foto L86.- **Punt L10**, a la porta del restaurant de Miralles; notis la petitesa dels 3 tubs per al pas de l'aigua, que no resol el pas en moments de crescuda. (foto PMR, agost 2008)

El **punt L11** és un indret on la riera i la carretera N-260 passaven gairebé juntes sota la línia del ferrocarril. Queda aproximadament al punt de l'accés a la pedrera de Llançà. És un pas estret ja que es mantenen les restes de l'antiga carretera, que es va construir parcialment dins la riera a 3 m per sobre de la llera (veure foto L32).

En aquest pas de la riera tan estret, l'ascens del nivell era sovint prou important com per superar la cota de la rasant de la carretera, amb el conseqüent desbordament i la interrupció del transit. En l'actualitat el problema ha quedat resolt de cara a la carretera mitjançant l'obertura d'un nou pas sota la via del ferrocarril (aproximadament l'any 2000). Pot considerar-se que actualment es tracta d'un punt "històric", que hauria de generar molt poca problemàtica. Veure les fotos L32 i L33.



Foto L87.- **Punt L12** de desbordament al meandre del camp de tir del Molí. (Foto PMR, setembre 2008)

També és un punt de desbordament i un punt també històric el meandre del camp de tir del Molí, el **punt L12**. Afecta a una plana de la terrassa T_1 a la riba dreta de la riera, la riba convexa, on hi ha emplaçades les instal·lacions del club de tir. La traça tan corbada de la riera i l'alçada i pendent de la roca a la riba esquerra, implica un comportament forçat de les aigües de crescuda, amb un resultat de desbordament sobre la "lluna" de la terrassa (foto L87). Segons en Vicenç Bonareu, membre del club de tir, en els darrers 20 anys l'aigua ha "pujat" varies vegades (sense precisar) sobre les instal·lacions però no les ha cobert totalment.

A la vall de Madres, s'han marcat dos punts. El **punt L13** és un gual sobre el camí que va al mas Madres. El **punt L14** correspon a un àrea on resulta freqüent el desbordament de les lleres de petites conques adjacents un sector molt planer i que dona com a resultat la inundació de conreus, especialment vinyes. Hi ha algunes línies de circulació preferent o canals secundaris. També és un punt històric.

També a la mateixa vall de Madres hi ha un sector a la riba esquerra, on la mota del camí-llera ha estat trencada en alguna ocasió i que ha estat marcada com a **punt L15**. Es tracta d'un punt de desbordament, de tal manera que fins i tot s'arriba a produir que les aigües desbordades facin un canvi de conca, passant a engruixir les de la vall de Villordí, que es troba al costat nord, mitjançant una línia de circulació preferent. Aquest fet s'ha de considerar com a induït antropològicament mitjançant motes.

Un altre punt de desbordament és el pas de la riera d'en Prim sota la carretera, **punt L18**, on, encara que de moment no se'n tenen notícies, es podria produir una obturació del pas soterrat i fer sortir les aigües per la riba dreta, amb l'ajuda de la corba que la traça fa a l'esquerra. Cal remarcar que la riba dreta del tram immediatament anterior es troba protegida de l'erosió per una escullera.

Abans d'entrar a la Vila es situa el **punt L19**, aigües avall del terraplè del supermercat i l'aparcament. El motiu que facilita el desbordament en aquest sector és el camí que comunica la llera amb la carretera N260.

Ja dins del nucli urbà de la Vila de Llançà s'hi troben diversos punts o sectors molt planers entre el rec Gardissó i la riera de la Valleta, on hi ha una sèrie de recs menors entre els que destaca el Madral (perpendicular al carrer de Dolors Falcó i que passa a ran de la caserna de bombers i de l'aparcament). Es tracta d'una zona on els drenatges resulten difícils i que són àrees d'acumulació d'aigua superficial. Les aigües acumulades poden tenir procedències diverses segons la irregularitat de les pluges, i poden venir del desbordament de la riera de la Valleta per la riba esquerra, del rec del Gardissó, i de les directament caigudes en les rodalies. S'han destacat els **punts L20 i L21**, que a més a més són punts històrics, i que es troben al rec del Madral. Aquests esdeveniments es produeixen tot i la xarxa de recs de drenatge creats al sector per al desguàs dels horts. Veure la cartografia geomorfològica integrada.

També són punts de possible obstrucció i desbordament els que en el sector de les escoles de les Esplanes fan d'entrada de les aigües que venen superficials i passen a la canalització soterrada del rec del Gardissó. Són els **punts L22 i L23**, (veure les fotos L59 i L60) que en el cas d'obstrucció o d'insuficiència signifiquen el pas de les aigües d'aquest rec per la superfície del mateix carrer del Gardissó. A més, segons la magnitud del desbordament passen a la plaça Major a través del carrer de Pilota i al carrer de Salmerón vers el Madral o també, a través del carrer de Rafael Estela vers el mateix rec de Madral però a nivell de l'aparcament a ran dels bombers (veure fotos L68 i L69).

Un altre sector **crític** i alhora **històric L24** és el del centre del nucli urbà del Port, on s'acumulen les aigües procedents dels turons de la riba dreta i que baixen pels carrers fins al carrer de Castellar, on tenen dificultat per dirigir-se al mar per l'escàss pendent. El carrer de Castellar és un sector de freqüent inundació de les plantes baixes dels edificis de l'àrea comercial i cèntrica del Port. Aquí la problemàtica ha estat resolta per l'Ajuntament mitjançant la instal·lació de bombes que porten l'aigua a la riera, a pocs metres de la desembocadura, i forcen el descens del nivell (foto L88). Aquesta solució municipal fou inaugurada el 2008, i encara no es coneix amb gaire precisió si els efectes reals són el previstos en el projecte per a moments de grans precipitacions.



Foto L88.- Punt de bombeig al C/ Castellar que gestiona les aigües superficials. (foto PMR)

El pont de l'Avinguda Mestral sobre la riera de Valleta a un centenar de metres de la desembocadura, és el **punt crític L25**. És un punt també tingut en compte pel pla Inuncat, que considera que presenta una llum insuficient per als volums d'aigua que Inuncat considera possibles. A més a més, hi ha la possibilitat que s'obturi per acumulació de brossa, originant una sobrelevació de les aigües i la possible inundació de l'àrea dels horts. Es recorda que el pont està format per dos ulls, cadascun dels quals té 11 m d'ample i 1,80 d'alt. Veure la foto L36.

Existeixen altres punts de menor importància amb possibilitat d'obstrucció i de desbordament, que corresponen a recs afluent, com són: el que baixa del càmping en el seu pas sota la carretera N-260 (**punt L26**), els dos passos més de petits recs sota la mateixa carretera (**punt L27**), i el del voltant de Can Tolzanes (**punt L28**).

El sector de l'antiga depuradora ha estat marcat ara com a punt històric ja que es tenen dades de que antigament havia sigut un lloc sovint inundat per desbordament per la riba esquerra (**punt L29**). Actualment aquesta zona s'utilitza com aparcament o mercat setmanal. L'existència d'un camí des de la llera fins al pla dels horts, situat a la terrassa T₁, facilita l'ascens de l'aigua.

Hi ha una línia que sense arribar a ser crítica, es pot considerar que és poc favorable. Es tracta de la barana del passeig marítim del Port de Llançà, que separa el passeig pròpiament dit de la platja. Amb una certa freqüència hi ha trams en els que el nivell de la sorra de la platja queda a una cota més elevada que el paviment del passeig. Així, els desaigües existents a ran de paviment que haurien de permetre la sortida de l'aigua del passeig vers la platja i el mar es troben parcialment obstruïts, i fins i tot en moments sense pluja, l'aigua de les dutxes de la platja passa a ocupar parcialment el passeig (foto L89).



Foto L89.- Passeig del Port de Llançà; notis que l'aigua de la dutxa de platja va cap al passeig que està més baix. Això és un indicador del problema del drenatge del passeig. (foto PMR agost 2008)

Per últim, cal tenir en consideració que molts camins veïnals segueixen les valls i es converteixen en camí-llera per drenar i conduir l'aigua, tal com es pot observar ala mapes. Són doncs trams de vials, de camins o de pistes que poden significar perill a qui s'hi trobi en moments de crescuda.

A continuació s'inclou una relació dels punts considerats problemàtics per part d'organismes relacionats amb les inundacions i que corresponen a la conca de Llançà. S'hi indica també la correspondència amb els punts identificats, cartografiats i explicats en els paràgrafs anteriors; en cas de no coincidència s'inclouen les raons.

Segons INUNCAT (agenda 21, Alt Empordà), a Llançà s'hi senyalen els següents punts "negres" amb uns comentaris. Consideren com a punts negres aquells punts situats dins o fora de les zones inundables que puguin produir danys i també les zones urbanes que tinguin pluges amb període de retorn igual o inferior a 5 anys. Són els següents :

- Punt LVLÇ01 que correspon al **punt L25** (pont de l'avinguda Mestral): "Pont sobre la riera de Llançà a la desembocadura de la platja: secció insuficient; risc de taponament per acumulació de brossa, amb sobre-elevació aigües amunt i augment de desbordament a la zona dels horts. Perill mitjà."
- LVLÇ02 que correspon al **punt L19** "Risc de desbordament pel marge dret, aigües amunt de l'entrada a la Vila, i zona del camp de futbol). Inundació al casc urbà. Perill alt.". Nota d'aclariment: l'antic camp de futbol ha estat substituït per un supermercat i pla d'aparcament.
- LÇLÇ04 que correspon al **punt L11**: "Pas de la riera i la carretera sota la via del tren, per secció insuficient. Perill mig". Nota d'aclariment: ara ja ha quedat resolt amb el nou pas de la carretera sota la via.
- LÇLÇ03 que correspon al **punt L16**: "Desbordament i inundació al gual d'accés i al pas sota la via, a la vall de Madres. Perill alt".
-

Els Bombers de la Generalitat consideren punts de "risc mediambiental" els tres següents:

- "Gual d'accés al barri de la Valleta de Dalt (R^a de la Valleta)" (**punt L8**)
- "Gual d'accés a Madres, sota la via de Renfe (R^a de la Valleta)" (**punt L16**)
- "Casc antic de la Vila i zona dels horts (R^a de la Valleta i Gardissó)" (conjunt de **punts L16, L17, L18, L19, L20 i L21**).

6.7.9.2. Proteccions individualitzades dels veïns en front de les aigües.

En aquesta conca s'introdueix aquest apartat degut a l'extens us de mesures individualitzades de protecció de diferents tipologies i mides, que ajuden a identificar i valorar les àrees inundables. Tots els elements que es descriuen a continuació, existents als nuclis de la Vila i del Port de Llançà, s'han identificat i cartografiat.

L'experiència resultant d'anteriors inundacions ha anat portant els veïns a prendre algunes mesures orientades a minimitzar els efectes de les aigües. Essencialment, aquestes mides s'orienten a evitar l'entrada de l'aigua als recintes susceptibles de quedar afectats, concretament a través de les portes.

El mètode més "segur" consisteix en elevar l'edificació, encara que sigui amb una pèrdua d'accessibilitat personal, com són els graons o les escales d'accés tal com es pot veure en els exemples de les fotos L90 i L91.

D'altres construeixen murets d'obra, que s'aixequen ràpidament quan s'avisava del perill o bé es deixa construït durant períodes d'absència o de vacances (fotos L92 i L93). Alguns deixen un tram curt sense acabar de construir l'envà per poder accedir mentre no hi ha perill, però tenint menor temps de construcció en el cas d'emergència.



Foto L90.- Protecció per desnivell de 8 graons en un edifici antic del C/ Salmerón. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L91.- Graons en un edifici nou al mateix C/ Salmerón. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L92.- Protecció amb muret d'envà (Av. Mestral). (foto PMR, novembre 2007)



Foto L93.- Muret de 2 fileres (una sola davant la porta, per facilitar el pas i tancar ràpidament quan cal), C/ Castellar. (foto PMR, novembre 2007)

Resulta un mètode molt antic i d'ús en moltes comarques la col·locació de planxes, taulons o posts que tanquin la part inferior de les portes. Són elements, fets a mida, de fusta o de planxa metàl·lica, que es tenen sempre preparats, i es posen en unes ranures o guies ja instal·lades i clavades a la paret. L'alçada s'adapta al nivell assolible per l'aigua al carrer. Per tal que el tancament sigui més ajustat, és freqüent l'ús de tires d'esponja que segellin al voltant dels taulons. (fotos L94, L95, L96 i L97).



Fotos L94 i L95.- Portes amb guies de diferent mida, per a planxes en funció de l'experiència. A l'esquerra Av. Mestral, al Port, i a la dreta cases antigues del C/ Dolors Falcó, al nucli de la Vila (fotos PMR, novembre 2007)



Foto L96.- Post de fusta de posar i treure, C/ Castellar. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L97.- Fustes fixes, collades a la paret, C/ Castellar. (foto PMR, novembre 2007)

Darrerament, a la Vila i al Port de Llançà, s'ha generalitzat l'ús de portes en les rampes d'accés a soterranis d'aparcament, en forma de portes giratòries, d'un o dos batents, més o menys altes en funció de la situació. Cal tancar-les en moments de perill. (fotos L98 i L99).



Foto L98.- Comporta de soterrani d'un sol batent. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L99.- Comporta d'un sol batent, Av. Mestral. (foto PMR, novembre 2007)

Altres veïns són partidaris de composicions mixtes, combinant en un mateix edifici el muret i la planxa de fusta o bé combinant graons i fustes (fotos L100 i L101). Altres cases de nova construcció no han previst cap mesura de protecció.



Foto L100.- Combinació d'envà i fusta al mateix edifici, C/ Castellar. (foto PMR, novembre 2007)



Foto L101.- Combinació de graons i de fusta, C/ Castellar. (foto PMR, novembre 2007)

L'ús d'aquestes mesures de protecció individuals no sempre proporciona resultats prou efectius, ja que en avingudes importants no hi ha prou proporcionalitat entre la magnitud de la rierada i la mesura pal·liativa.

6.7.9.3.- Consideracions d'inundabilitat

En funció de totes les descripcions exposades fins ara, es pot concloure que en la conca de Llançà o de la Valleta, hi ha grans extensions de terreny susceptibles de ser inundades.

En primer lloc les àrees corresponents a les lleres dels diversos torrents, tant de l'eix principal com dels seus diversos afluents presenten una inundabilitat **alta**. Es corresponen amb les línies ocupades pels sediments de la terrassa T_0 . En aquestes zones s'hi produeixen esdeveniments de crecuda amb més freqüència, amb més velocitat i amb més gruix de làmina d'aigua. El calat, abans de desbordar sobre la T_1 , pot superar els 2 m i la velocitat pot ser superior als 2,3 m/s, considerant només un diàmetre mig dels còdols més grossos de l'ordre de 20cm (a partir de Costa, 1983).

En segon lloc, les superfícies ocupades pels sediments que formen la terrassa T_1 , són les que s'afecten quan es desborden les àrees de la terrassa inferior T_0 . Per tant, la freqüència d'inundació de la terrassa T_1 resulta inferior. D'altra banda, són àrees molt més extenses, i per tant on s'hi produeix una escampada de l'aigua, que repercuteix en una disminució de la velocitat i de la làmina d'aigua. Són sectors d'una inundabilitat **mitja**.

A més d'aquestes dues tipologies d'inundabilitat hi ha els punts crítics que podrien passar a una categoria superior a la de la zona que ocupen. Caldria incloure determinats punts de carreteres a causa de la insuficiència dels passos de l'aigua per sota. Igualment podrien pertànyer a aquesta conjunt els diversos guals d'intersecció de camins i pistes amb els torrents, així com els trams de camí-llera d'alguns torrents menors.

Com a àrea amb tipologia d'inundabilitat **mitja**, cal remarcar les planes properes a la desembocadura, que es troben ocupades o aprofitades majoritàriament per al conreu d'horta, però en les que també hi ha altra mena d'ocupació, com ara pistes esportives, corrals de bestiar, barraques agrícoles, i fins i tot algunes edificacions de diferents tipus (industrials, comercials i d'habitatge). La vulnerabilitat de zones agropecuàries es centra també en les valls afluents a l'eix principal: Madres i Villordí especialment i d'altres encara menors en extensió. Les edificacions que queden en àrees de perillositat corresponen tant al nucli de la Vila com al nucli del Port, així com una petita part de nucli de la Valleta.

En els moments en què les aigües de la riera principal es desborden i passen a ocupar les àrees de la terrassa T_1 , els desbordaments es produeixen per diferents punts, i com ja s'ha apuntat anteriorment, és molt més notori en els diversos passos de la riera sota vials com ara la carretera N-260 i ja descrits en l'apartat de punts crítics. També s'ha produït sortides de mare amb danys a nivell del nucli de la Valleta, així com a les valls laterals de la riba esquerra (Madres i Villordí especialment).

Al sector del Llançà pròpiament dit, els desbordaments acostumen a produir-se aproximadament al sector on conflueixen les rieres de Madres, de Villordí i d'en Prim, és a dir, allà on s'incorpora un important volum d'aigua de manera gairebé simultània. El desbordament es produeix tant per la riba esquerra (àrea antigament ocupada per un càmping) com per la riba dreta. Aquesta riba dreta és la que planteja més risc, ja que les aigües, ja fora de mare, es dirigeixen, a través dels horts, vers el nucli urbà de la Vila. També creua la carretera vers un sector molt planer i de mal drenatge, i rep les aportacions de diversos recs existents entre els horts i especialment el rec Madral (paral·lel a l'eix principal i ja de per sí ple de les aigües del nucli urbà). Aquest rec és el que ha de drenar els desbordaments i ha de tornar a portar l'aigua a la riera de Llançà una vegada passat el nucli urbà, aproximadament al darrera de l'edifici de l'ajuntament i després d'haver rebut també l'aigua dels recs Gardissó, de la Bateria i altres menors. En algunes ocasions les aigües desbordades han ocupat la totalitat dels horts, circulant en direcció al nucli del Port que també en queda afectat, i desembocant a la platja en forma d'una extensa làmina d'aigua, que ocupa bona part dels carrers i totalment el passeig marítim.

La inundabilitat dels cons al·luvials es considera **mitja**. Generalment tenen un canal ben encaixat i la superfície enllaça amb la terrassa T₁.

Al nucli urbà del Port de Llançà (segons informa el llibreter Josep M^a Gros) una bona part de les aigües que inunden l'àrea del carrer de Castellar baixen del sector de la Coma, pels carrers del Canigó i del Cap de Creus (carretera del Port de la Selva, GI-612), i del puig de les Carboneres pels carrers de la Farella, de la Sirena i 11 de setembre. També hi ha una munió de petits carrers perpendiculars al carrer de Castellar que han de portar les aigües directament al mar: bé a la platja a través de l'esplanada de l'aparcament municipal o bé al port esportiu. Aquestes línies de circulació s'han cartografiat a com a línies de drenatge no relacionades amb cap riera.

A la cruïlla dels carrers de Castellar i del Pintor Martínez Lozano s'ha instal·lat, el 2008, el pou o dipòsit soterrat i les bombes d'impulsió. Es tracta del punt crític L23 (veure l'apartat de punts crític i les fotos L59 i L60). És un punt de topografia sensiblement baixa (cota 1,6). Aquest bombeig impulsa l'aigua fins a uns 350 m de distància, a través d'un tub soterrat en l'avinguda de Mestral, fins al pont sobre la riera de la Valleta, on les aboca, a uns 100m del mar. La bomba, de funcionament automàtic, va associada a un generador potent que es troba al costat, per tal de salvar les mancances d'energia elèctrica en moments de tempesta. De fet les bombes són 3, però dues són de reserva, i en cas d'avaria es rellevarien automàticament. Un bombeig d'aquesta mena resulta ser una bona solució per a punts concrets, per a zones reduïdes i amb pendent insuficient fins al mar, on l'aigua necessiti l'impuls de bombes per tal de fer-la arribar amb rapidesa a un torrent o directament al mar.

El sector de Sant Carles del Port, queda afectat freqüentment pel desbordament de les aigües de la conca del Boquer, però en moments de grans pluges s'hi afegeixen aigües de la riera de Llançà, que inunden també el sector de l'avinguda de Mestral, i de l'antiga depuradora d'aigües. La canalització lateral del darrer tram de la riera no resulta prou eficaç.

Referent a l'existència o no de zones protegides cal considerar que les mesures de protecció són obres discontinues i irregulars (algunes construïdes contra l'erosió i la socavació). Per tant, ofereixen proteccions puntuals i/o incompletes (tal com es pot veure a la cartografia o a les descripcions de les obres antròpiques), ja que l'aigua pot entrar per les zones no protegides, o els camins d'accés als conreus des de la llera, o per les zones amb estructures insuficients o amb problemes d'obturació.

Per últim, segons l'Agenda 21, Alt Empordà", en la seva taula 3.1.7 del capítol de diagnosi estratègica, s'estableix unes característiques d'inundabilitat del municipi de l'Alt Empordà que, per al de Llançà, resulta la següent:

Municipi	Danys (€)	Persones	Km inundats	persones	edificis	Perillositat de la conca
Llançà	16.036	882	3	11	1	greu

Font: Direcció General de Protecció Civil de Catalunya

L'explicació de la taula és la següent:

- Els danys són els estimats provocats per inundació
- Les persones són el total en l'àrea inundable
- Els km inundats fan referència a les vies de comunicació en les que s'acumuli un calat d'aigua > 0.3 m.
- La segona columna de persones representa la mitjana de persones per edifici en àrees inundables

Com es pot veure a la darrera columna, el municipi de Llançà queda classificat de perillositat "greu".

6.7.10.- Resum de la conca

En resum es tracta de la conca de més extensió dintre de la zona del present estudi, amb vessants amb importants pendents al primer terç. És una conca de vall estreta en els trams de curs superior i mig, fins a la sortida del meandre del Molí. El tram inferior de la conca ja és de valls molt més amples, més obertes i més planeres, fins la mateixa desembocadura.

Encara que hi ha alguns nuclis de població que queden protegits i allunyats de les àrees inundables (les urbanitzacions implantades en els vessants dels turons), els nuclis de més entitat queden a ran de la riera o dels seus afluents, quedant doncs parcialment en zona de perillositat d'inundació.

Els nuclis de la Valleta i de la Vila, han estat històricament sotmesos als efectes de les crescudes i dels desbordaments. A la Vila cal tenir en consideració que el rec del Gardissó creua el nucli ben pel centre, i el seu desbordament afecta gran part dels carrers i finques urbanes.

El nucli del Port, també queda sotmès als efectes de les aigües desbordades, especialment des del seu important creixement durant els segles XIX i XX, primer a causa de l'increment de l'activitat pesquera o relacionada amb el mar i després per l'activitat turística i de segones residències.

En aquesta conca es disposa de moltes més referències a inundacions des del segle XIX que a les altres conques, possiblement degut a l'afectació dels nuclis poblats.

Les àrees planeres de les conques, en general ocupades per les terrasses al·luvials, són les destinades essencialment als conreus i, pel seu origen i la seva topografia, són les més exposades als perills d'inundació. Destaquen els horts de la Vila, del Port i de les valls de Madres, i en segon lloc les àrees de conreus de Villordí i de la Valleta. En la vall del rec de Gardissó els conreus han gairebé desaparegut, en bona part per la construcció d'algunes edificacions al sector de les Esplanes.

L'afectació dels principals sectors d'horts era una perillositat assumida pels habitants, que únicament podien perdre la collita de l'hort.

També algunes infraestructures queden afectades per les aigües crescudes o desbordades, entre les que cal destacar la carretera N-260, en diversos punts, significat la interrupció de la comunicació per carretera de nuclis urbans com Colera i Portbou, a més a més de Llançà. L'afectació d'aquesta via implica també, de manera indirecta, la carretera del Port de la Selva, encara que no queda del tot incomunicat en tenir possibilitats per la banda de Roses. La comunicació per ferrocarril no acostuma a quedar interrompuda per les rierades, ja que les vies queden molt enlairades sobre les valls.

6.7.11.- Propostes de millora i de gestió

Com a mesures per tal de millorar l'estat actual dels perills d'inundació es proposen, sense pretensió de ser exclusives ni exhaustives, les següents.

Mesures estructurals:

- Nous projectes de correcció, millora o manteniment de les infraestructures hidràuliques, en base als punts aquí considerats com a crítics: els guals i ponts i altres interseccions dels torrents amb les estructures de vialitat, així com els trams de camí llera on no hi ha intersecció sinó coincidència. També vetllar aquells sectors amb els marges laterals precaris que faciliten la sortida de les aigües de la llera en moments de crescuda i evitar la ocupació de les lleres.

- Estudiar la possibilitat de construcció de punts de bombeig semblants al ja instal·lat al carrer de Castellar del Port, que signifiquin una ajuda al drenatge i l'evacuació de les aigües que puguin acumular-se. A títol d'exemple podrien estudiar-se: 1) el sector del carrer de Dolors Falcó, a la Vila, 2) el sector de l'aparcament del Port, a ran del monument a la barca "desballestada", 3) Plaça de les Escoles/les Esplanes, a l'inici del carrer de Gardissó i 4) plaça de Carles Sabater, al final de l'Av. Mestral i cruïlla amb la carretera a Portbou, que encara que ja es tracti d'un sector que pertany a la conca del rec del Boquer també pertany al terme de Llançà.

- Pel que fa al pont de l'Av. Mestral sobre la riera, es tracta d'un punt de difícil solució estructural a curt termini, ja que el que caldria seria un pont de major capacitat.

Des del punt de vista de millores estructurals recents, cal fer referència al **punt històric L11** d'intersecció de la carretera N-260 i la via del ferrocarril, que ha estat ja modificada al voltant de l'any 2000, i que fins a l'actualitat ha funcionat correctament, deixant-se desbordar per l'antiga traça, sense efectes sobre el trànsit.

Fa algunes dècades, va estar estudiant-se la possibilitat de construir una presa de retenció de les aigües de capçalera i alhora d'abastament de la població de Llançà. La ubicació estudiada era entre l'ermita de sant Silvestre i el nucli de la Valleta. Sembla que es va desestimar a causa dels costos i de la possibilitat de portada d'aigua potable de la presa de Boadella, que va ser la solució finalment adoptada.

Mesures de gestió:

Es recorda que en l'elaboració de futurs pla d'urbanisme s'ha de corregir la delimitació de les zones urbanitzables en funció de la perillositat d'inundació, almenys en els sectors encara "no consolidats" urbanísticament, anant a complir al màxim la llei d'urbanisme.

Així, la legislació i els reglaments urbanístics existeixen però no sempre es compleixen. Per exemple, la inundabilitat s'ha de tenir en consideració en els plans d'urbanisme (parcials i generals) però es segueix construint en zones inundables. Alguns permisos d'edificació sobre àrees inundables es concedeixen amb condicionaments referents a prendre mesures destinades a evitar les conseqüències de les rierades. Aquestes mesures solen ser l'aixecament del nivell dels edificis, la canalització d'algun tram de riera, etc. Són mesures que no sempre poden evitar afectacions, però el que resulta evident és que modifiquen la distribució general de l'espai inundable, i que les aigües que no inundin un sector n'inundaran algun altre o s'assoliran augments en els gruixos d'aigua de les zones que quedin afectades o bé adquiriran més velocitat i capacitat de transport. En definitiva, els efectes es desplacen o modifiquen. Caldria doncs que s'estudiés bé que els desplaçaments de les aigües es produeixin cap a llocs on els danys puguin ser menors.

Altres mesures de gestió es basarien essencialment en el control de determinats punts del territori.

- Reordenar urbanísticament tot l'entorn dels nuclis potencialment sotmesos a perill d'inundació: aparcaments, circulació de vehicles, etc.

- Manteniment de la neteja en els sectors de la llera, de les ribes i de les pistes i trams de camí-llera que quedin paral·lels a la traça d'alguns recs o rieres. Aquest manteniment ha de ser suficient, en volum i en freqüència, per evitar l'arrossegament d'elements que puguin obturar els ponts i passeres, i les per tant les possibles onades d'aigua amb sòlids si s'arribés a rebotar algun dels ponts. L'onada afectaria el sector urbà de Port i possiblement també d'una part de la Vila. Aquesta neteja s'hauria d'intensificar en freqüència en el sector proper a la desembocadura, als voltants del **punt crític L24**, al voltant del darrer pont.

- Conscienciar a la població de la necessitat de les mesures a prendre de manera individual per a la seva pròpia defensa, com ara la col·locació de posts de defensa a les portes (i si calgués finestres i tot), així com també l'evacuació preventiva de persones i bens a plantes superiors no assolibles per les aigües, o el trasllat temporal de personal que es trobi en habitatges, horts, comerços o indústries cap a zones més segures.

- Interrupció, per part de les autoritats municipals, del trànsit per determinats trams de carretera, de pistes i/o de camins en moments de perill, especialment els trams de camí-llera.

- Controlar l'estabilitat de les terres dipositades en l'abocador de la vall de Villordí i de les escombreres de la pedrera, tant a la vall de Madres com també a l'eix principal de la riera de la Valleta, al meandre del Molí. Vigilar-hi també l'erosionabilitat, controlant-se l'aparició de xaragalls que puguin aportar matèria sòlida a la circulació de l'aigua durant les avingudes i l'obertura d'esquerdes de descompressió que puguin originar tascons d'esllavissament..

- Mantenir el nivell de la sorra de platja per sota del nivell del paviment del passeig, de manera que les aigües superficials que arribin al passeig puguin desaiugar sense dificultats a la platja i al mar.

En totes les possibles solucions, generals o puntuals, que es puguin estudiar i projectar caldrà valorar, a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de la perspectiva d'una ordenació del territori. Cal tenir present que si ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, ja que el "risc 0" no existeix, sempre hi ha un risc remanent.

En totes les possibles solucions, generals o puntuals, que es puguin estudiar i projectar, en aquesta conca o en d'altres properes, caldrà valorar, a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de la perspectiva d'una ordenació del territori. Cal tenir present que si ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, ja que **el "risc 0" no existeix, sempre hi ha un risc remanent.**

6.8.- Conca de la Riera de la Vall de la Santa Creu (el Port de la Selva)

6.8.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, desguàs

La conca presenta una orientació predominant de SW a NE. Limita amb dues conques més d'aquest estudi: al SE amb la de la Selva de Mar, i al NW amb la de Llançà o de la Valleta.

La totalitat de la conca queda en el terme municipal del Port de la Selva, i té una superfície aproximada de 4.58 km². (Veure mapa general de la conca).

L'artèria principal té una longitud de 3100 m.

La capçalera es situa al vessant S del Puig del Vaquer (430 m) i el vessant N del cim de Sant Salvador de Verdera (669,9m). Pel SE queda limitada pel Serrat de la Guerra. Desguassa a la platja de la Vall. Es tracta d'una vall amb un pendent mig del 22% en el perfil longitudinal.

En el seu recorregut creua el nucli urbà de la Vall de la Santa Creu, que actualment queda administrativament inclòs al terme del Port de la Selva. Per sota de l'esmentat nucli hi ha cases aïllades distribuïdes a la part baixa dels vessants de la vall o sobre la terrassa T₁. Després de creuar la carretera de Llançà al Port de la Selva (GIV-612), voreja el càmping ubicat a la riba esquerra des de la carretera fins a la platja mateixa (foto V1).



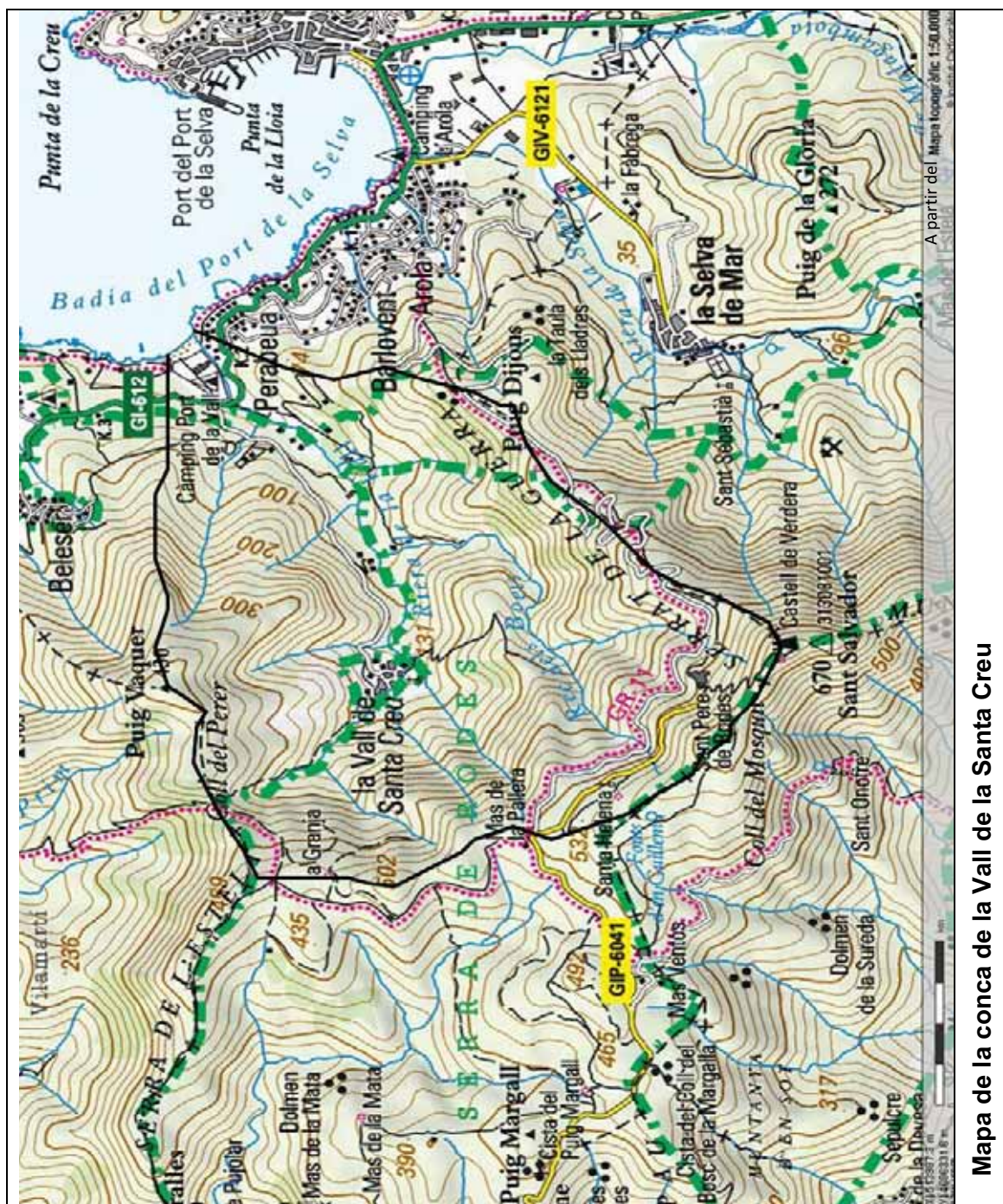
Foto V1.- Vista general de la part inferior de la conca, amb la carretera que la creua i el càmping que ocupa la riba esquerra i una part del vessant. (foto PMR, gener 2008)

6.8.2.- Característiques del substrat i dels materials recents

Com a tota la zona, el substrat queda constituït pels esquists i pissarres amb important metamorfisme, petites fractures amb filons quarzosos.

Aquest substrat compon la part majoritària de la superfície de la conca, excepte les àrees inferiors dels vessants, on s'ha acumulat materials de tipus con relictes que no intervenen en la dinàmica fluvial actual (els canals funcionals estan totalment encaixats).

Aquest substrat queda també visible al fons de la llera, com a mínim fins més avall del nucli urbà, a partir d'on comença la presència de materials de la terrassa actual T₀, en forma de còdols aplanats a causa de la seva naturalesa pissarroso.



Mapa de la conca de la Vall de la Santa Creu

Cal remarcar que en els sediments d'aquesta conca també hi ha còdols de naturalesa granítica, procedents de l'erosió de l'aflorament granodiorític de l'extrem més elevat de la conca i possiblement també remoguts dels sectors de cons. Alguns d'aquest còdols s'han utilitzat en murs de pedra seca de protecció del càmping (veure foto V7).

La terrassa inferior o T_0 , conté còdols de gran mida (alguns >50 cm i menys rodats) fins i tot a la part més baixa de la riera, a ran del càmping de la desembocadura (foto V2).



Foto V2.- Terrassa T_0 a nivell del càmping, amb algun bloc de grans mides (>50 cm). (foto PMR, agost 2010)

La terrassa superior T_1 , queda present només a partir de la cota 50, primerament formant una plana a la riba esquerra, seguidament, després d'una estretor, torna a quedar present també a l'esquerra, i finalment a partir del Forn de Canavall ja es forma la terrassa final, primer a la dreta i després a l'esquerra (càmping). També en aquesta terrassa hi ha alguns còdols granítics (en una proporció que pot variar entre el 5 al 10%)

Els desnivells entre les dues terrasses resulta d'entre els 1,50 i 1,80 m.

Existeixen també petits retalls de col·lúvió en sectors menys abruptes dels vessants, però per la seva dimensió i per la nul·la incidència hídrica no han estat cartografiats.

6.8.3.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació de la conca és molt semblant a la de tota la zona d'estudi, de matolls i arbustos amb alguns arbres escadussers i aïllats. La situació és deguda a la naturalesa rocosa del terreny i a la freqüència dels incendis forestals. S'ha de tenir també en compte que es tracta d'una vall oberta obliquament al vent sec de tramuntana i als temporals de llevant.

Hi ha pocs espais destinats a l'agricultura, que es situen essencialment a la part inferior de la vall, en sectors topogràficament menys abruptes i de sòls constituïts per materials menys durs: terrasses i cons. Els conreus es basen principalment en la vinya, l'olivera i d'altres fruiters. El sector de la vinya, com a tota Catalunya, va patir una forta davallada amb l'arribada de la fil·loxera l'any 1879.

6.8.4.- Ocupació humana i població

La població es situa principalment en el nucli del centre de la vall, fora de la zona inundable, sobre el vessant. Es tracta d'un nucli de molt pocs habitants. En les cases aïllades de la part baixa, que solen ser cases grans, la població hi resulta també reduïda. Moltes de les cases són actualment de segona residència, ocupades a l'estiu.

L'àrea on la població presenta una oscil·lació important és la instal·lada al càmping, nul·la a l'hivern i important a l'estiu.

Aquesta conca administrativament queda inclosa dins del terme municipal de Port de la Selva i per tant no es disposa de dades específiques de la població ja que la distribució i el cens i padró van sempre per municipis i no per conques.

L'evolució o creixement urbanístic de la conca de la Vall (terme del Port de la Selva) es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica).

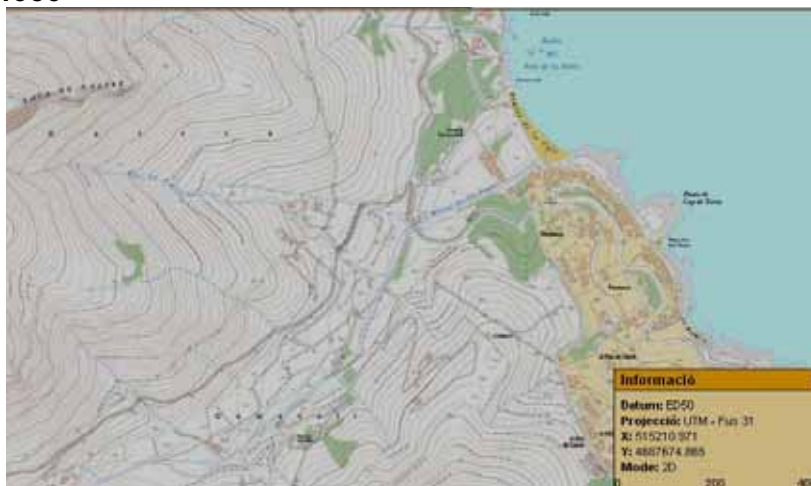
Conca de la riera de la Vall



1944



1956



2010

6.8.5.- Característiques hidrològiques de la conca

Hidrològicament es tracta d'una conca que té unes característiques semblants a totes les altres conques de la zona, és a dir que són de superfície relativament reduïda i de resposta molt ràpida i sobtada.

La importància dels sediments al·luvials de terrassa queda bastant limitada en el tram inferior de la conca, tant pel que fa a la T_0 actual com a la T_1 més alta.

Les limitacions laterals antròpiques també es limiten a la part baixa de la conca, especialment a partir de la carretera.

Els detalls hidrològics s'amplien i s'inclouen entre les explicacions d'altres apartats d'aquesta mateixa conca.

Després de l'episodi de pluges del 8 al 13 d'octubre de 2010, es van efectuar unes mesures de la velocitat de l'aigua que circulava per la riera en el tram final, entre el dipòsit de depuradora i el nou pont del de ronda. És una dada puntual però que serveix per tenir dades reals de velocitat i cabal. Les anotacions preses el dia 13 d'octubre són les següents:

- Baixa aigua molt poc tèrbola, de color una mica fosc, marronós.
- Mesures de velocitats, amplada de la secció i gruix làmina d'aigua, per fer els càlculs de Q, es prenen just per sobre del pont de fusta de la platja:

Velocitat, $v = 1.1$ m/s

Amplada: 8 m

Gruix làmina d'aigua: 30 cm

Àrea = $8 \times 0.3 = 2.4$ m²

$Q = 2.4 \times 1.1 = 2.64$ m³/s

6.8.6.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Es tracta d'una vall amb molt pocs elements antròpics que puguin interferir la dinàmica hídrica. El nucli de població queda elevat i apartat de la llera dels principals afluents.

Algunes de les cases de la part inferior queda relativament elevada sobre l'eix de la llera.

Els dos principals elements que poden interferir i quedar afectats per les crescudes de les aigües en moments puntuals de pluges brusques, són:

- La carretera i el seu pont sobre la riera (**punt V1**). El pont s'ha construït en dues etapes i corresponen a dues tipologies d'estructura: a) una estructura antiga (6 m d'ample de la carretera), que és de volta i queda a la part baixa (de 8 m d'amplada de llum, i 5 m d'alçada al centre de la volta i 1,50 m als estreps) (foto V3), i b) la part nova, construïda recentment per tal d'ampliar l'amplada de la carretera en 3 m més, i queda constituïda per dos estreps que suporten les bigues que fan el "tauler" d'ampliació (també de 8m d'amplada) (foto V4). L'estructura del pont i dels seus estreps, es considera que actualment es troben en bon estat, sense gaire signes d'erosió ni de deteriorament dels materials. El tram de carretera sobre la terrassa T_1 (terraplè) pot fer l'efecte de presa en les crescudes importants si el pont no resultés suficient.



Foto V3.- Detall de la part antiga del pont, corresponent a la part inferior o de sortida. (foto PMR, novembre 2009)



Foto V4.- Vista de conjunt del pont de la carretera; en primer terme la part nova, d'estructura rectangular, corresponent a l'ampliació de l'amplada de la carretera, i en segon terme l'arcada antiga més petita. (foto PMR, novembre 2009)

L'any 2010 es va construir un pontet o passera de fusta per al "camí de ronda", a ran de la platja i de la desembocadura. Presenta una llum sobre la llera de només 1,10 m. Ha estat considerat com a **punt crític V2** (foto V5).



Foto V5.- Desembocadura a la platja i passera del camí de ronda. Alçada: 1,10 m entre llera i passera (punt crític V2). (foto PMR, octubre 2010)



Foto V6.- Llera de la riera i mur de protecció lateral sota el càmping. Desnivell entre T_0 i T_1 de 1,50 a 1,60 m. (foto PMR, agost 2010)

- Les estructures del càmping. L'esplanada de les instal·lacions queda sobre tota la part de la terrassa T_1 de la riba esquerra, i per tal de protegir-les s'ha construït un mur de pedra seca (foto V6 i foto V7.) i una escullera des del propi pont fins a la platja, que evita l'acció erosiva de la riera i la inundació en moments de crescuda de la riera fins al nivell de la capçalera de l'escullera. Recentment, la línia de separació de la platja i el pla del càmping ha estat també protegida amb trams de mur i trams d' escullera (foto V9), que protegeixen del temporals marítims de tramuntana i de llevant, que hi incideixen obliquament. Sobre aquesta estructura de protecció hi passa també el "camí de ronda litoral".



Foto V7.- Detall d'un mur de pedra seca construït a ran del càmping amb els còdols de la terrassa T₁. Noti's la presència de còdols rodats de naturalesa granítica. (foto PMR, agost 2010)



Foto V9.- Platja de la riera de la Vall, amb l'escullera i el mur de contenció sobre el que passa el camí de ronda i l'esplanada del càmping (terrassa T₁). (foto PMR, agost 2010)

6.8.7.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades



Foto V8.- Indicador de rierada: branques retingudes en vegetació, uns metres aigües amunt del pont de la carretera. Altura de sobre el fons de la llera 60 cm. Es desconeix a quina rierada pertany, (2005 ó 2006) (foto PMR, febrer 2010)

La dinàmica és de tipus torrencial amb crescudes ràpides, de tipus rierada (flash flood).

Els esdeveniments d'aiguats en aquesta conca han de resultar ser el mateixos que en les conques immediates, però no en queden relacions o descripcions escrites per l'escassa incidència sobre bens o estructures, ja que el poble i la majoria de les construccions es troben fora de les zones inundables, excepte una casa i el càmping, construïts els anys 60, i una altra casa dels anys 40.

Han patit els efectes de les rierades el pont i el trànsit de vehicles per la carretera, però sense que es pugui descriure amb precisió en quins moments. També el càmping ha quedat en alguna ocasió afectat per les aigües, especialment abans de la construcció de l'escullera de la riba esquerra. Els canvis del personal de temporada fan que la memòria dels episodis d'inundació siguin encara més oblidats i inconcrets.

Com a indicador evident de la circulació relativament recent de l'aigua per la riera, s'ha observat la presència de restes vegetals encallats en les branques d'un arbust al centre de la llera, i que donen un gruix de la làmina d'aigua de 60 cm. (foto V8), i que podrien atribuir-se a les pluges de tardor dels anys 2005 o 2006, que corresponen als darreres pluges importants de la zona.

6.8.8.- Inundabilitat a la zona i punts crítics

La inundabilitat ha de considerar-se **alta** en tota la línia de la llera, és a dir en tota l'àrea ocupada per la terrassa inferior T_0 . Es tracta de la línia on es concentren els màxims de freqüència, de calat (pot arribar a 1,50-1,80 m abans de desbordar sobre la T_1) i de velocitat (1,1m/s amb només 30 cm de calat i capacitat de transportar com a mínim blocs 50 cm de diàmetre màxim).

Com a punt crític pròpiament dit, s'assenyala el **V1**, corresponent al pont de la carretera. En determinats moments no resulta de suficient gàlib, ja que es redueix la secció de la terrassa T_0 , i per tant significa un punt més estret i limitat pel sostre, que el fan crític per la possibilitat de desbordament i d'interrupció del trànsit.

Convé remarcar que la passera de fusta del camí de Ronda, a ran de la platja, constitueix un punt de gàlib nítidament insuficient, motiu pel qual s'ha d'esperar que quedi afectada a la primera avinguda de la riera en que els cabals resultin "mitjans" (veure foto 5).

La inundabilitat **mitjana** es considera que ha d'afectar els plans de la terrassa superior T_1 . Aquests plans resulten àrees inundables, però amb freqüències menors que l'anterior. A més a més, en eixamplar-se l'àrea ocupada per les aigües, també s'hi ha de donar menor gruix de la làmina d'aigua i menor velocitat.

En aquesta terrassa T_1 , en general hi ha poques estructures que en puguin quedar afectades ja que la població en concentra en el nucli situat a la zona central de la vall, sobre el vessant i perd tant fora de la zona inundable. Així, a part dels conreus, poden ser afectades dues cases i d'algun tram de camí d'accés a les cases. Pel que fa a la plana del càmping, es considera ubicada també sobre la terrassa T_1 , i per tant en una de les zones d'inundabilitat **mitjana**; cal tenir en compte que en el darrer tram de la riera, la riba dreta queda constituïda per un vessant rocós, que fa que en cas de crescuda de la riera, les aigües hagin d'anar forçosament a la riba esquerra, vers el càmping.

6.8.9.- Propostes de millora i gestió

Tot i la reduïda problemàtica plantejada en aquesta conca, caldrà que en moments de perill s'activi el corresponent pla d'emergència.

Així, no es proposen mesures de tipus **estructural**. Queden limitades a les de tipus de **gestió**.

Des d'aquí doncs només es proposa vetllar per la total i màxima obertura del pont de la carretera, de manera que no s'hi puguin acumular elements que tinguin capacitat d'obturació. A curt termini resulta poc viable la construcció d'un pont més capaç, i més havent-se ampliat fa pocs anys. Es recomana també que en episodis de pluja intensa, l'ajuntament vetlli per la viabilitat de la carretera, en aquest punt crític o impedeixi el pas dels vehicles si es considerés perillós. El mateix control de pas s'haurà d'aplicar al pas pel pont del camí de ronda.

De cara a la protecció del càmping, s'ha de remarcar que, possiblement, l'escullera actual aconseguixi protegir les estructures en alguns moments de rierada, però també podria ser que en determinats episodis de pluja més important l'escullera no resulti suficient, amb el conseqüent perill per als habitants, pels vehicles i altres materials d'acampada. De fet, les edificacions d'obra i instal·lacions de serveis més permanents es troben lleugerament enlairats, i els bungalows, es troben ubicats en l'àrea del càmping més allunyada de la riera i en el sector una mica més elevat corresponent als materials sedimentaris de peu de mont. En canvi la zona d'acampada més extensa es troba sobre la terrassa T_1 i per tant exposada a inundació malgrat les proteccions d'escullera i de murs de pedra seca comentats anteriorment.

6.9.- Conca de la Riera de la Selva de Mar

6.9.1.- Disposició geogràfica: naixement, curs, desguàs

La conca presenta una orientació predominant de S a N. Limita amb dues conques d'aquest mateix estudi: a l'E, amb la del Port de la Selva i al NW amb la de la Vall de la Santa Creu.

La traça de la llera creua el nucli urbà de la Selva de Mar, on, fa un gir en angle recte i la direcció de la vall passa de S-N a SW-NE, rumb que torna a canviar posteriorment per arribar a la platja ben bé de S a N. El nucli urbà queda centrat al respecte de la totalitat de la conca (foto M1).



Foto M1.- Panoràmica de la vall de la Selva de Mar, des de la capçalera fins a la desembocadura (amagada darrere del primer terme). (foto PMR, gener 2008)

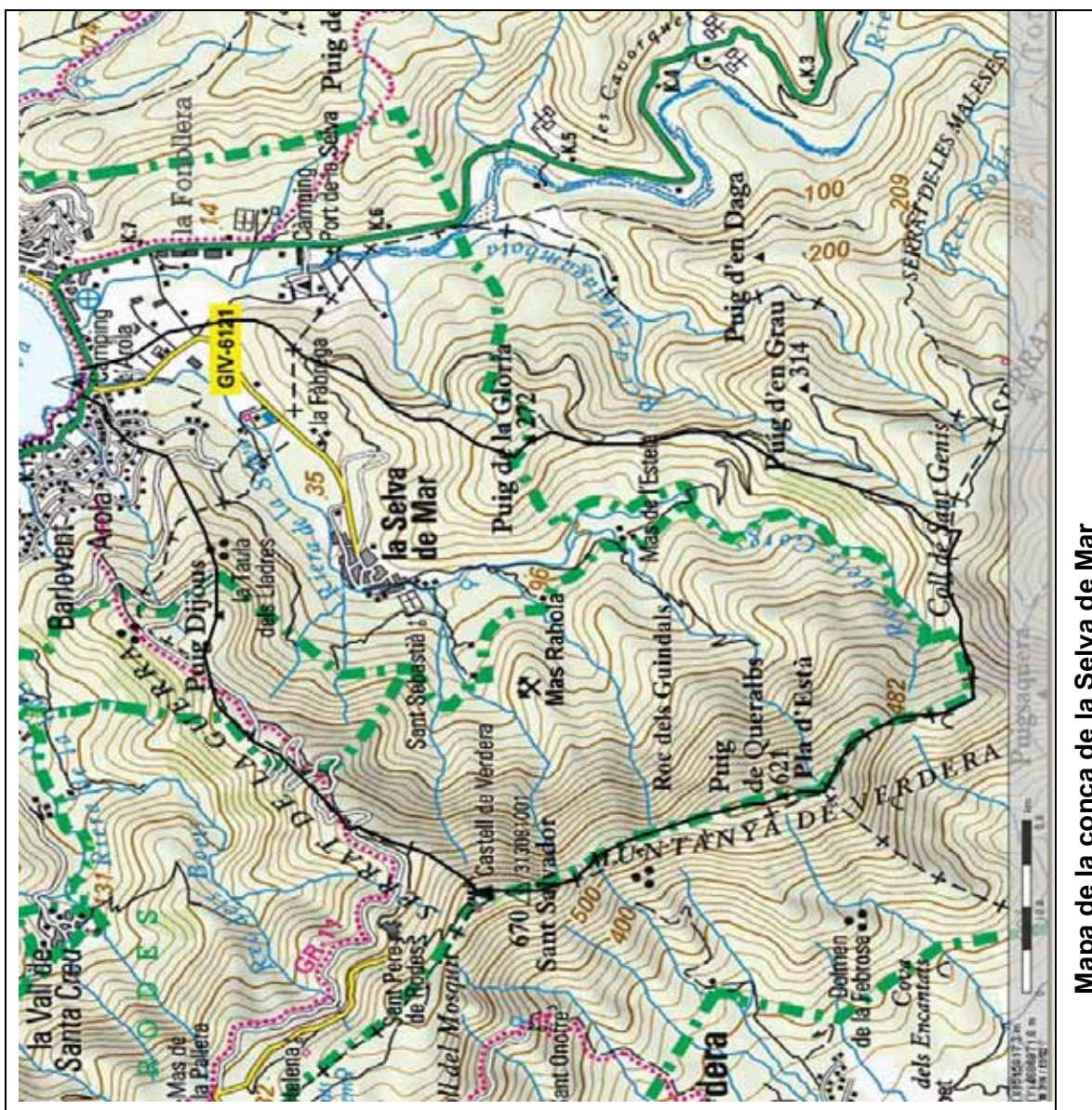
La superfície aproximada de la conca és de 4.55 km². (Veure mapa general de la conca). Una gran part d'aquesta superfície (un 92.3%) correspon al terme municipal de la Selva de Mar; la resta de la conca (tram final, a partir del Corral de l'Almeda, d'una superfície de l'ordre dels 0,35 Km², 7.7% del total de la conca) queda ja en el terme del Port de la Selva. És d'assenyalar que aquesta petita part corresponent al Port de la Selva és la que significa més perillositat d'inundació, ja que coincideix amb la part baixa de la conca, com es comenta posteriorment i en el capítol de la conca del Port de la Selva o de riera de Rubiés.

L'artèria principal té una longitud de 4286 m. Neix sota el pla d'Està. La capçalera es situa al vessant NE de la serra de Rodes amb el cim màxim de Sant Salvador de Verdera (670 m) i al SE del serrat de la Guerra. Creix per les aportacions dels recs dels Gorgs, dels Guindals i de Solà; a la font dels Lledoners s'afegeix el rec de Furriols, que baixa de Gatiens; a l'altura del Pont del Molí entra el rec de la Coma, i més avall el rec de les Mates. Desguassa a la platja de l'Erola, a l'extrem W de la platja del Port de la Selva o de la Ribera, ja en el terme municipal del Port de la Selva. (foto M2), Es tracta d'una vall amb vessants de pendents pronunciats.



Foto M2.- Vista de la badia del Port de la Selva, amb el desguàs de les rieres, de dreta a esquerra: de la Selva de Mar, de Rubiés i de Granyera (ja és també a Granyera). (foto PMR, gener 2008)

La vall principal i de tots els seus afluents resulta bastant estreta en capçalera. Després hi ha trams més amples coincidents amb la implantació d'edificis com l'església de Sant Sebastià o com els plans del sector les Planes, del mas Rahola i del mas Estela, que es troben aprofitats per a l'agricultura, tot i la seva inclinació. Passat el mas Rahola la vall s'estreny de manera important, amb algun notable desnivell brusc (Salt d'Aigua, foto M3). Aquesta estretor es manté en tot el tram que travessa la primera meitat del nucli urbà (fotos M4, M5, M6 i sobre tot M7). La pràctica totalitat del tram estret presenta el substrat rocós com a fons de la llera.



Mapa de la conca de la Selva de Mar



Foto M3.- Estretor de la llera al tram del Molí del Salt d'Aigua. (foto PMR, agost 2010)



Foto M4.- Passera a nivell de la font del Lledoner (6 m d'ample i 2,30 m d'alt). Noti's la mida d'algun dels blocs de pedra. (foto PMR, agost 2010)



Foto M5.- Pont al davant de "Ca'ls Avis", (6m d'ample i 2,50 d'alt màxim). (foto PMR, agost 2010)



Foto M6.- Pont carrer de la Font, també dit del Corder (5 m d'ample i 3 m d'alçada). (foto PMR, agost 2010)



Foto M7.- Estret de la riera a l'interior de la població, amb el substrat rocós aflorant. (foto PMR, agost 2010)

Passat el nucli urbà, la vall s'eixampla i, en entrar al terme del Port de la Selva, forma una plana que connecta amb la plana de la riera del Port de la Selva o de Rubiés. Uns 50 m abans del mar, creua la carretera de Llançà al Port de la Selva i entra a la platja, deixant a la riba esquerra la plana del càmping de l'Erola i a la dreta una altra plana destinada a aparcament (veure foto M17).

6.9.2.- Característiques del substrat

El substrat, com a tota la zona, queda constituït pels esquists i pissarres amb important metamorfisme, petites fractures amb filons quarzosos, així com diverses famílies importants de fractures.

Aquest substrat compon la part majoritària de la superfície de la conca, excepte les àrees inferiors dels vessants, on s'ha acumulat materials de tipus con, que en aquesta conca assoleixen gruixos importants. Queda també visible al fons de la llera en els sectors amb pendents pronunciats i també en un llarg tram de l'interior del nucli urbà (veure foto M7).

6.9.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia



Foto M8.- Exemple de talús d'uns 15 d'alt, en un con relícte sobre la riera, a la zona alta del nucli urbà i a la riba esquerra. (foto PMR, abril 2008)

Aquesta conca té com a particularitat la presència d'una sèrie de cons relíctes, elevats respecte a la llera, on la xarxa actual està molt encaixada amb incisions que van dels 3 m fins a superar els 15 m, com per exemple en la zona de l'ermita de Sant Sebastià (foto M8).

Tot i que els cons no tenen transcendència a nivell d'inundabilitat, sí que són importants en la composició dels sediments de la terrassa T_0 i T_1 . El torrent ha anat retallant i erosionant la base dels sediments i ha format talussos importants en alçada i en pendent molt pronunciat; d'aquestes superfícies de talussos s'ha anat desprenent elements dels cons, uns de dimensions normals i d'altres de grans dimensions (>1m).

Després de la caiguda els còdols han passat a incorporar-se a les terrasses. Els més grossos, encara que no puguin ser moguts per les aigües actuals, hi queden presents i integrats com a elements de la terrassa (fotos M9 i M10 i veure foto M8).



Foto M 9.- Detall de la terrassa T_0 amb blocs grossos procedents dels cons, al sector de la font dels Lledoners. (foto PMR, octubre 2010)



Foto M10.- Detall de la terrassa T_0 , a ran de la platja. (foto PMR, agost 2010)

La terrassa superior T_1 , queda ja present a partir de la cota 120, primerament formant petits retalls, els primers al voltant del mas Estela i més avall, al voltant del mas Rahola, una plana allargassada i albada. Aquesta terrassa ja no torna a presentar-se com a tal fins sortir de la població, on la vall s'eixampla constituint una ampla plana a la riba dreta, plana que es perllonga fins al sector dels Quatre Camins, on es confon lateralment amb la plana de la desembocadura de la riera del Port de la Selva.



Foto M11.- Secció de la terrassa T_1 , al camí de Mas Estela. (foto PMR, juny 2008)

La composició de la terrassa T_1 , queda més visible a través seccions erosives (foto M11), presenta també la incorporació d'alguns blocs procedents de l'erosió dels cons. La forma dels còdols és lleugerament més aplanada que en els de la T_0 , i es presenten en llits poc o molt classificats per dimensions; en alguns d'aquests nivells la dimensió de les graves resulta bastant reduïda, predominant-hi els de 1 a 2 cm; la matriu sorrenca també és present en molts nivells, i fins i tot hi ha passades amb matriu llimosa. En els talls observats, els blocs més grossos amb evidències de transport resulten de l'ordre de 20-30 cm de dimensió màxima, ja que queden imbricats i disposats de la mateixa manera que els que els envolten. Els blocs més grans, procedents dels cons i incorporats a la terrassa T_1 , de mides molt superiors (entre els 50 i els 80 sm), no sembla que hagin pogut ser transportats per l'aigua, ja que es troben disposats de manera no concordant amb el corrent.

La terrassa actual T_0 , queda representada en llargs trams del fons de la vall, en forma de primes línies a partir d'on comença la presència de materials en forma de còdols aplanats a causa de la seva naturalesa pissarrosa. Cal assenyalar que alguns dels còdols presenten mides molt importants, alguns >1 m, però es tracta de còdols despresos dels talussos dels cons laterals i no de còdols transportats per les aigües de la riera en el seu estat actual. La naturalesa dels còdols és essencialment de fragments de pissarra de mides predominants entre els 5 i els 10 cm de dimensió major; i els més grans d'entre 20 i 30 cm. Presenten un aplanament menys pronunciat que en altres conques del sector, possiblement degut a una fracturació del substrat per famílies més equidistants. La superfície dels còdols és d'arestes desgastades per l'erosió, sense arribar a l'arrodoniment.

Hi ha doncs una mida que marca uns nivells d'energia de l'aigua que no han estat assolits, ja que no han pogut transportar els blocs grossos procedents dels paleocons.

D'altra banda hi ha una mida màxima dels còdols visiblement transportats, que són indicatius de la capacitat energètica de l'aigua. Com que potser que hi hagi elements no observats i de mides mitjanes, cal considerar que l'energia de l'aigua ha de quedar entre aquest mínim que ha assolit transportar i aquest màxim que no ha tingut prou capacitat de transport.

El desnivell de les terrasses entre si resulta desigual, però les mesures efectuades tant en la part superior de la conca (sector de Mas Rahola) com a la part propera al tram final, resulta de 2 a 2,4 m)

6.9.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

Tot i que també és una zona afectada per la freqüència dels incendis forestals, la vegetació de la conca és molt semblant a la de tota la zona d'estudi, de matolls i arbustos. Hi ha però també amples sectors de bosc en els vessants, especialment de pins. També hi ha arbres de ribera, especialment al sector anterior a l'entrada de la vall al nucli urbà.

Els espais destinats a l'agricultura, es situen en les parts inferiors i més planeres dels vessants de les valls, on els cons formen plans inclinats bastant extensos. El conreu és essencialment de vinya i d'olivera (foto M12). També constitueixen extenses planes agrícoles els sectors de la riba dreta del tram inferior, una vegada passat el nucli principal d'habitatges, on hi predomina l'olivera. En el sector de confluència amb la plana de la riera del Port de la Selva, els conreus són d'horta. (veure fotos M1 i M2)



Foto M12 M7.- Vista general de les vinyes sobre el con relícte de Mas Estela; en segon terme masses de matolls i arbrat.. (foto PMR, juny 2008)

6.9.5.- Ocupació humana i població

La vall de la Selva de Mar és bastant encaixada en el sector on creua el nucli urbà. Aquest nucli es situa doncs sobre una superfície poc planera i es centra essencialment a la riba dreta de la riera. Conseqüentment la majoria dels habitatges queden sobre el substrat rocós, és a dir fora de l'àmbit de la terrassa T_0 i també de la T_1 . Moltes de les cases queden fins i tot molt elevades al respecte de la llera de la riera (entre la cota 60, al sector de la font del Lledoners i la 40 al sector de l'aparcament). Algunes edificacions queden bastant més enlairades, entre les que destaquen les "torres de guaita". La població es troba bàsicament reunida al nucli, a uns 3 km de la desembocadura. Es tracta d'un nucli amb cases antigues, i fins i tot medievals.

Als vessants en pendent pràcticament no hi ha construccions antigues; únicament en l'actualitat s'està urbanitzant algun vessant de la riba dreta, per sobre del nucli principal. Els masos dels afores i en el sector de capçalera es situen en sectors planers, en general sobre els materials de cons relíctes.

És important ressaltar que la part baixa de la conca, el sector més planer, administrativament pertany al terme municipal del Port de la Selva, i es troba molt poc ocupat per habitatges (uns edificis municipals del Port de la Selva al sector dels Quatre Camins, 3 blocs d'habitatges de segona residència entre el punt crític M3 i la carrereta de Llançà, i el càmping de l'Erola). D'altres edificacions aïllades queden elevades al respecte de la riera.

Segons l'IDESCAT les primeres dades de població daten del 1717 amb 572 habitants. Entre el 1857 i el 1877 s'assoleix el màxim d'habitants de tot el registre (708). A partir del 1887 s'inicia un descens sostingut que arriba a 54 habitants el 1986. El període següent la tendència canvia amb increment que va des de 166 habitants el 1991 fins 226 el 2009. No hi ha dades de població estacional, però el reduït nombre de cases del municipi indica que la població de segona residència ha de ser també reduïda, com es comenta a continuació.

Segons Quintana (1983), la disminució de població és progressiva, amb 550 habitants el 1900, 330 habitants el 1930, 220 el 1960, 190 l'any 1970, i 150 l'any 1982, Aquesta tendència confirma les dades del paràgraf anterior, i no contradiu l'increment a partir del 1991.

Seguint amb les dades de l'IDESCAT, el nombre d'habitatges secundaris (ocupació estacional) marca un creixement a partir del any 1960 i passa de 0 fins a 163 l'any 2001. En canvi els habitatges principals (població estable) han tingut molt poques variacions oscil·lant entre 51 i 82 en el període 1960 i 2001. A partir d'aquestes dades es pot estimar que la població estacional el 2001 es de l'ordre d'uns 240 habitants (es consideren 3 habitants per habitatge). Malgrat que els habitatges vacants només són 5, donat el reduït nombre d'habitants estables, representaria un petit augment de població.

La taula següent, elaborada amb dades de l'IDESCAT, recull les dades d'habitatges segons tipologia i permet tenir una idea del creixement del municipi des de l'any 1960 (primer any amb aquesta informació).

Cens de La Selva de Mar	convencionals/principals*	Secundaris	Vacants **	Altres***	Total
2001	82	163	5	0	250
1991	65	143	1		209
1981	52	94	4		150
1970	51	51	30	0	138
1960	63	0			68

* El 2001 diu Convencionals i el altres anys principals

** Vacant = deshabitat en el moment de presa de dades

*** Altres = no classificats

L'evolució o creixement urbanístic de la conca de la Selva de Mar es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

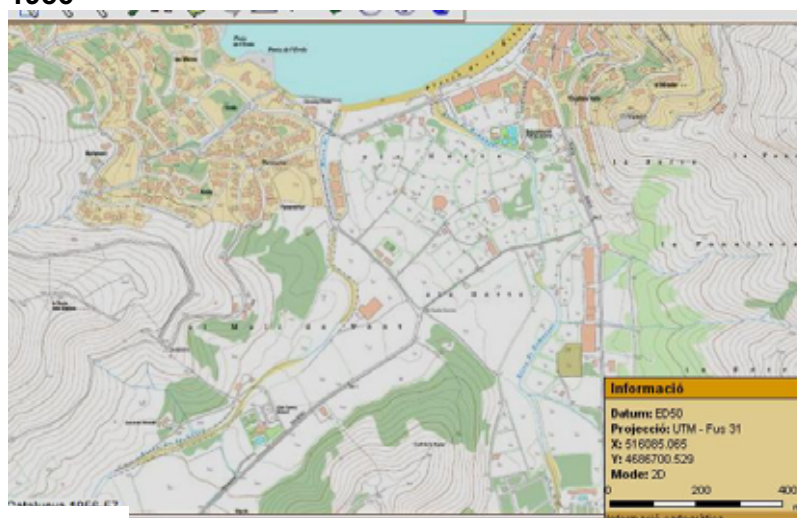
Conca de la riera de la Selva de Mar



1944



1956



2010

6.9.6.- Característiques hidrològiques de la conca

Com totes les conques de la zona estudiada, presenta un règim de rierada o “flash flood”, originat per les pluges sobtades, en general associades a situacions meteorològiques de temporal de llevant, que són els que aporten masses d'aire amb un abundant contingut d'humitat del mar. Aquest règim queda aquí emmascarat per moments de vent important de tramuntana que origina onatge. Com que les aigües de la riera desemboquen al mar perpendicularment i en sentit oposat al vent del N i a les ones, aquestes frenen la rierada fent augmentar el nivell de la riera en els seus darrers metres. Aquesta contraposició pot originar que, en moments de tramuntana, els efectes de pluges menys intenses que en moments de llevant, es puguin produir desbordaments i inundacions tan o més importants en el sector del final de la conca.

6.9.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Es tracta d'una vall amb molt pocs elements antròpics que puguin interferir la dinàmica hídrica. El nucli de població queda elevat, encara que algunes cases queden properes a la llera. Per tant, els elements antròpics poden interferir i quedar afectats per les crescudes de les aigües en episodis puntuals, resulten ser els ponts i passeres, petits rebliments i els trams canalitzats.

A) *Ponts i passeres.* A l'interior del nucli urbà els ponts són molt antics i queden elevats per sobre de la riera (veure per exemple fotos M6 i M7). No han sigut doncs afectats en la seva estructura per les crescudes.

En el pont de la carretera GiV-6121 a la Selva de Mar (**punt crític M3**, les aigües queden lateralment canalitzades per esculleres que protegeixen els estreps del pont i redueixen la secció; aquest pont (foto M13) significa un embut a la riera.

També ho és el pont de la carretera Gi-612 de Llançà, just abans d'arribar a la platja (**punt crític M4**). Aquest pont es troba compost per dos tipologies d'estructura a causa de l'eixamplament de la carretera.



Foto M13.- Pont de la carretera GiV-6121 de la Selva a Port de la Selva (9 m d'ample i 2,80 m d'alt), amb nou pont de fusta per a vianants (2010) (foto PMR, agost 2010)



Foto M14.- Pont de la carretera GiV-612 (Llançà a Port de la Selva) i el peatonal de fusta en primer terme, al sector de l'Erola (foto PMR, novembre 2008)

L'estructura antiga es compon de tres ulls (2 estreps i dos pilars centrals i el sostre en volta), d'una amplada entre pilars de 4 m i de 1,75 m d'alt, en la part central de la volta, i 0,75m d'alt a ran dels pilars i dels estreps (foto M14). Es tracta d'un pont que, segons informacions orals, fa anys va ser parcialment enderrocat per la violència de les aigües, però no es pot concretar en quina data.

L'estructura més moderna, de menor amplada, es compon també de 3 ulls, però de secció rectangular (foto M15).

Hi ha també una passera de fusta adossada a aquest pont, que ha estat construïda recentment (2008/09), per tal d'evitar el pas dels vianants per la carretera (foto M16).

Aquí, en aquest conjunt de 3 ponts, les aigües de la crescuda poden quedar frenades per aquestes estructures.



Foto M 15.- Detall del pont de la carretera GiV-612 amb les dues estructures: l'antiga d'arcades i la moderna rectangular d'ampliació de la carretera (foto PMR, novembre 2008)



Foto M 16.- Pont peatonal de fusta, adossat al pont de la carretera GiV-612 de Llançà al Port de la Selva (foto PMR, novembre 08)

B) *Acumulacions de terres de rebliment*. Hi ha terraplenat en el mateix **punt crític M4**, on l'estructura elevada de la carretera de Llançà sobre la T1 i que enllaça amb el pont de la riera. La traça de la carretera forma doncs una franja de terraplè que pot arribar a fer de presa de retenció d'aigües i contribuir, amb els ponts, a fer més efectiva l'obstrucció o com a mínim l'estretament.

Les estructures del càmping de l'Erola s'han ubicat sobre un gruix de terraplè d'uns 60 cm, per tal d'obtenir l'esplanada d'acampada. Aquesta aportació reposa parcialment sobre la terrassa T₁ del final de la riba esquerra i en part ja sobre els sediments de platja. Hi ha un muret de pedra seca que protegeix de l'erosió el límit entre la plataforma i l'espai de la riera. També a la riba dreta s'ha aportat terres per tal de disposar d'una plataforma horitzontal, més elevada que la del càmping, destinada a aparcament de vehicles, però aquestes queden formant un simple talús sense protecció de l'erosió. Així, al final de la riera de la Selva i passat ja el pont, hi ha un estretament de la vall per terres aportades que limiten lateralment les aigües del torrent, apareixent un perill d'inundació de totes dues plataformes, especialment la del càmping, que és menys elevada (fotos M17 i M18) i incrementen el de la zona aigües amunt.

C) *Canalitzacions i estructures laterals*. La riba dreta, en tot el tram del nucli urbà de la Selva de Mar, està protegida de l'erosió per murs; també algun tram de la riba esquerra queda protegit. En d'altres trams de la riba esquerra els afloraments dels materials que componen els sediments de tipus con canalitzen lateralment i de manera natural les aigües amb talussos que arriben a ser molt elevats i de pendent pronunciat.

Segons indicacions rebudes dels Serveis Tècnics municipals i indicacions d'altres veïns de la Selva, no s'ha presentat mai dificultats especials durant les crescudes en el tram de pas de la riera per l'interior del nucli urbà, tot i presentar una estretor important entre el gual de Mas Rahola i la corba de l'interior del nucli urbà. Aquesta estretor inclou el tram del salt d'aigua, del molí, de la font dels Lledoners i ha d'haver repercutit en el dimensionat dels diversos ponts (veure fotos M4, M5 i M6) que resulten curts però elevats.

6.9.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

La dinàmica hídrica és, com en totes les conques properes, de tipus torrencial amb crescudes ràpides, de tipus rierada.

Els esdeveniments d'aiguats en aquesta conca han de resultar ser el mateixos que en les conques immediates, però no en queden relacions o descripcions escrites per la relativa i escassa incidència sobre bens i estructures. Únicament s'ha trobat una cita de Quintana (1983) que indica que el pont del Corder, al centre de la població, va ser "mig partit" en l'aiguat del 1876. També en aquest moment l'aigua s'emportà parcialment la paret Alta, que contenia el carrer de Dalt, en la bifurcació amb el carrer de la Font, paret que en l'actualitat anomenen Nova perquè aleshores es va reconstruir la part afectada.

Segons exposa l'arquitecte municipal, no consta que la riera hagi causat danys al nucli urbà ni al terme de la Selva de Mar. En alguna ocasió, que no sap concretar, s'ha produït danys al pont de la carretera de Llançà i al càmping de l'Erola, però això, segons ell, ja és terme municipal del Port de la Selva, i no és de la seva jurisdicció ni competència.

Al Port de la Selva no s'ha pogut trobar ningú que confirmi la destrucció del pont ni que descrigui les dates ni els efectes de les diverses rierades que han d'haver existit.

6.9.9.- Inundabilitat a la zona i punts crítics

6.9.9.1.- Punts crítics

En els punts amb estructures antròpiques que porten a considerar-los i anomenar-los crítics ja han estat indicats en l'apartat corresponent a aquestes estructures. Són els **punts M3 i M4**, en els que es considera que, en determinats moments de rierada, els ponts poden resultar insuficients, com ja s'ha demostrat en alguna ocasió poc concretada en el temps però real. Són sectors en els que el desbordament pot produir la interrupció del trànsit en les corresponents

carreteres, i que cal considerar àrees de perillositat d'inundació superior a la pròpia de la terrassa sobre la que estan situats.

A través d'un veí, que no sap precisar més, es coneix que en una ocasió les aigües han desbordat en el **punt crític M3**, ajudades per un camí que puja des de la llera a la carretera (riba esquerra) i fa de trampolí. Les aigües desbordades han arribat a creuar la carretera i a circular per l'altre costat dels tres blocs d'habitatges existents a la riba dreta fins a retornar posteriorment a la llera, ja prop del pont de la carretera de Llançà. Aquests edificis es troben ja en el terme del Port de la Selva.

En un parell de punts de la conca hi ha guals d'intersecció entre pistes d'accés a masos i la riera. Són punts que en moments de crescuda o de rierada poden quedar interromputs i impedir el pas (**punts M1 i M2**).

6.9.9.2.- Consideracions d'inundabilitat

La inundabilitat ha de considerar-se **alta** en tota la franja de la llera, és a dir en tota l'àrea ocupada per la terrassa inferior T_0 . Aquesta franja resulta perillosa a causa dels criteris de freqüència, de calat o gruix de la làmina d'aigua en les crescudes (pot ser de 2-2,4 m abans de desbordar cap a la T_1) i de velocitat (velocitat de 1.1 m/s mesurada amb només 15 cm de calat el 13/10/2011), ja que tots tres resulten elevats.

Pel que fa a la plana de la terrassa T_1 , els sectors per sota del nucli urbà i a la riba dreta, són àrees que cal considerar de perillositat **mitjana** en base als criteris de la freqüència, de velocitat i de gruix de l'aigua. Al ocupar major superfície que la T_0 l'aigua desbordada sobre aquesta terrassa tindrà menys calat i més velocitat. En general sobre aquesta terrassa T_1 hi ha poques estructures que en puguin quedar afectades: algunes cases i un club esportiu. Essencialment afecta la carretera GiV-6121.

En els **punts crítics M3 i M4** es pot presentar inundabilitat, com es descriu en el paràgraf dels punts crítics.

Aquesta àrea de terrassa T_1 de la conca de la Selva de Mar, empalma lateralment per la dreta amb la mateixa terrassa T_1 de la riera de Rubiés o del Port de la Selva. (veure mapes geomorfològics de les dues conques).

La situació del càmping sobre un prim terraplè (uns 60 cm) per sobre de la terrassa T_1 , ha de comportar que, en alguns moments de rierada, s'aconsegueixi que les instal·lacions es mantinguin per sobre de les aigües. Ara bé, pot ser que, en determinats episodis de pluja més importants, aquesta alçada no resulti suficient, amb el consegüent perill per als habitants, pels vehicles i altres materials d'acampada (tendes i caravanes). Això permet considerar que al pla del càmping la perillositat sigui lleugerament inferior a l'atribuïda a d'altres sectors propers ocupats per la terrassa T_1 , és a dir que es podria considerar zona de inundabilitat mitjana protegida però el grau de protecció no sembla suficient com per cartografiar-la com a zona protegida.

6.9.10.- Propostes de millora i gestió

La reduïda problemàtica plantejada en aquesta conca, fa que només es proposi vetllar per la total i màxima obertura possible dels ponts sota de les carreteres de manera que no s'hi puguin acumular elements que tinguin capacitat d'obtenció. A curt termini resulta poc viable la construcció de ponts més capaços.

De cara a la protecció del càmping ubicat a la riba esquerra i al final de la riera (en part sobre la platja), s'ha de remarcar el mur de pedra seca actual (fotos M17i M18) que protegeix de l'erosió el límit del càmping amb la llera. Aquest muret, anivellat amb el terraplè del pla d'acampada, ha de resultar d'alçada insuficient, en determinats moments, per evitar la inundació. Per tal de disminuir el perill, es podria recreixar aquest muret de manera que adquirís un paper més de dic, més protector. La solució més efectiva de cara a la seguretat davant la inundabilitat del sector del càmping seria traslladar-lo a una zona no inundable.

Tant en el càmping com en les cases de la riba dreta, és necessari, tenir un pla d'emergència així com un sistema d'alerta tal i com disposa la normativa vigent.



Foto M17.- Tram de la desembocadura, vist des del pont de la Ctra. Giv-612, encarat al vent de tramuntana. A la dreta el terraplè de l'aparcament i a l'esquerra el del càmping (foto PMR, agost 2010)



Foto M18.- Vista aigües amunt del mateix tram, entre el pont de la carretera i la platja; a la dreta el pla del càmping i a l'esquerra el d'aparcament municipal (foto PMR. gener 2008)

Es recomana que en episodis de pluja intensa, els ajuntaments, de La Selva de Mar i del Port de la Selva, vetllin per la viabilitat de les carreteres en aquests punts crítics o impedeixin el pas dels vehicles quan es consideri perillós.

6.10.- Conca de la Riera del Port de la Selva, de Romanyac o de Rubiés

6.10.1.- Disposició geogràfica; naixement, curs, desguàs

La vall de la riera de del Port de la Selva, és la més meridional de l'àrea en estudi, té una orientació SSE-NNW i forma part del conjunt de les conques que desemboquen cap al nord.

El 95% de la superfície de la conca queda en el terme municipal de Port de la Selva, i el 5% restant, corresponent a la capçalera, queda al terme de Roses. Té una superfície total aproximada de 14,95 km². (Veure mapa general de la conca). (Fotos S1)



Foto S1.- Vista general de la conca de Romanyac des del coll del Pení. (foto PMR, gener 2008)

Té una longitud de 7760 m en l'artèria principal, que neix al Puig del Pení (606 m) (foto S2), drena la Muntanya Negra i els serrats de can Berta i de la Glòria, desembocant a la platja de la Riera, al centre de la badia del Port de la Selva. (foto S3)



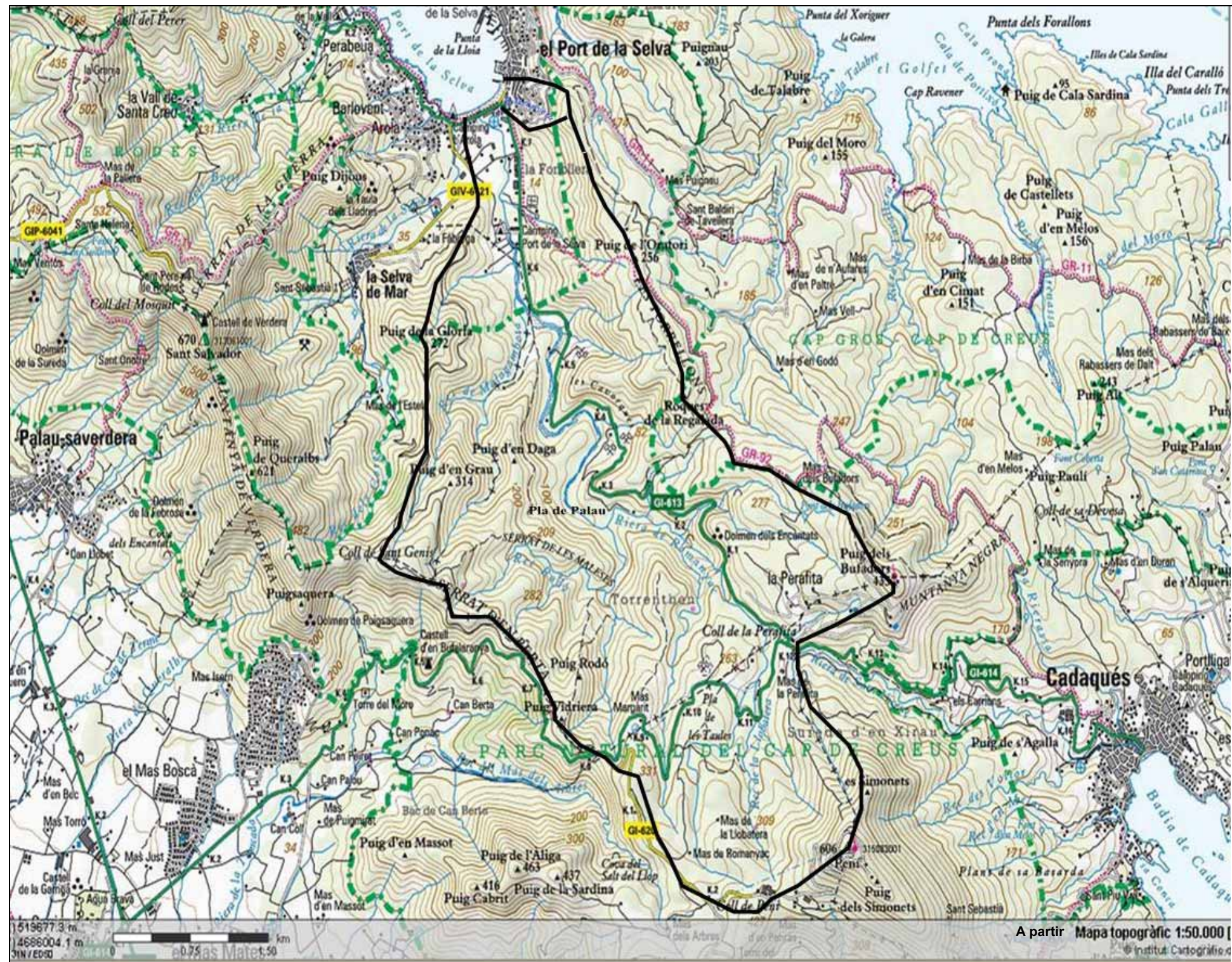
Foto S2.- Cim del Pení, i capçalera de la riera de Romanyac. (foto PMR, gener 2008)



Foto S3- Desembocadura de la riera a la platja del Port de la Selva (punt S11)(Foto aèria lcc).

La vall constitueix un eix de comunicació important, ja que conté la carretera GI-613 que comunica el Port de la Selva amb el coll de la Perafita, on hi ha l'encreuament amb la GI-614 que comunica Roses amb Cadaqués. Just a ran de la desembocadura la vall és creuada també per la carretera GI-612 de Llançà.

La riera de Port de la Selva presenta tres trams ben diferenciats en la seva conca:



Mapa de la conca del Port de la Selva, de Romanyac o de Rubiès (Nota: a la zona de la desembocadura hi ha la conca de Granyera)

el **curs superior**, des dels torrents de la capçalera, als peus del Puig Pení, fins el Pla del Palau, amb forts pendents (13% de mitjana), un desnivell total de l'ordre dels 520 m (inclòs el del Salt de la Gorga) en uns 4000 m.

el **curs mitjà**, entre el Pla de Palau i el càmping, on la vall ja és més planera (pendent de l'ordre del 1.5 %) i pren una important amplada;

el **curs baix**, a partir del Mas d'en Felip (càmping), on la vall ja és molt ampla i gairebé plana, amb sectors d'aiguamolls, fins a la platja.

1) El tram del **curs superior** o de capçalera és el constituït pels petits torrents, de fons ben encaixat en "V". Es tracta d'un sector limitat per un conjunt de cims i de colls, entre els que destaca el Puig Pení, que fa de capçalera principal i el Puig Alt (490 m); són petites valls d'orientació S-N i que conflueixen al sector de les Gorgues, on hi ha el Salt de la Gorga, d'uns 50 a 60 m de caiguda gairebé vertical (foto S4), desnivell que s'ha d'atribuir a l'estructura geològica, que es troba molt fallada.



Foto S4.- Un dels salt d'aigua del curs superior, al sector anomenat la Gorga, a ran de la carretera de Cadaqués (GI-613, pk 0,9). (foto PMR, gener 2008)

2) En el tram del **curs mig**, la llera principal presenta ja un pendent més suau i planer, encara que la fragmentació del substrat rocós per nombroses falles segueix obligant a la vall a fer múltiples corbes. Al mateix temps, es tracta d'un tram asimètric, amb uns vessants de l'esquerra més suaus i d'una alineació de SW a NE, que culminen en el serrat de Can Berta i al qual i neixen els afluents principals d'aquest costat: rec de Torrentbon, rec de Colomers i rec de Malagambota.

Els vessants de la riba dreta resulten més curts per la presència d'una línia de crestes constituïda pels Torrellons i el Puig de l'Oratori

És en aquest tram on comença l'interès de la conca des del punt de vista de la inundabilitat, on s'han constituït les dues terrasses característiques d'aquesta zona (actual T_0 i antiga T_1) i on ja es troben els eixamplaments i les esplanades de terrassa superior, que la riera ha deixat al seu pas i que han servit de base a conreus; amb el temps l'ús agrícola del terreny ha generat alguna edificació que rarament s'ha transformat en residència permanent.

És també al tram mig on s'ha habilitat alguns espais per a l'acumulació d'elements residuals, de terres o de brosses domiciliaries, però com es pot observar en la cartografia geomorfològica integrada, constitueixen retalls dispersos. El més important dels abocadors es situa a ran del restaurant els Pins, al Km 3.6 de la carretera.

En el darrer sector d'aquest tram mig, de traça de propera a S-N, la vall és ja molt oberta i planera per la sedimentació de les aportacions sòlides de les aigües (foto S5).

3) El tram del **curs inferior**, es considera que comença a nivell del càmping, nivell a partir del qual la plana del fons de la vall s'eixampla i que constitueix el vèrtex superior del triangle de la plana sedimentària de la desembocadura (foto S6).

Es tracta d'un sector molt planer. A la riba dreta limita amb el vessant rocós aprofitat per la implantació de la carretera. A la part final d'aquesta riba coincideix amb el con de desembocadura de la riera de Granyera, que ja desguassa a pocs metres i directament a la platja, i que per tant ha estat considerat com una conca independent. (Veure el capítol corresponent a la conca de Granyera).



Foto S5.- Amplitud de la llera actual (>30m), al tram mig, més amunt del càmping. (foto PMR, setembre 2008)



Foto S6.- Badia del Port de la Selva, amb el desguàs de les principals rieres, de dreta a esquerra: de la Selva de Mar, de Romanyac i de Granyera. (foto PMR, gener 2008)

A la riba esquerra és per on més s'eixampla, anant a indentar-se amb la plana final de la riera de la Selva de Mar. La part central del triangle constitueix sectors d'aiguamoll, que han propiciat la divagació i meandreig de la riera (foto S7). És el sector que de fa segles ha constituït l'àrea de conreus d'horta, encara que darrerament està essent ocupada també per a la implantació de naus industrials. També el darrer tram, entre la planta depuradora i la platja, s'està ocupant per edificacions i per l'aparcament de vehicles, que amplien per aquest costat el nucli urbà principal del terme.



Foto S7.- Sector del tram inferior, just per sobre del pont de la carretera, amb presència d'aiguamolls. (Foto PMR, gener 2008)



Foto S8.- Desembocadura de la riera a la platja del Port de la Selva (**punt S11**). (foto PMR, gener 2008)

La desembocadura a la platja del Port de la Selva (fotos S8), queda precedida per la presència d'un pont que ha estat destruït per les riuades i reconstruït diverses vegades, encara que no s'ha pogut determinar amb gaire exactitud en quines dates. Antigament, era un senzill gual, que aïllava la població quan la riera portava aigua; posteriorment, a principis de segle XX, va ser simplement una passera, que es reconstruïa cada vegada que les aigües el malmetien (**punt S11**).

6.10.2.- Característiques del substrat.

La geologia de la conca resulta composta per un substrat relativament homogeni com a totes les serralades de la zona.

La roca del substrat, queda constituïda per esquists i pissarres amb important metamorfisme i foliació per pissarrositat i també amb intercalacions silíciques de feldspats i quarsos blancs. També les fractures afecten de manera important el conjunt d'aquest substrat; les més importants en magnitud són les que determinen el relleu abrupte del conjunt del territori, que en

aquesta conca es centra de manera especial en el sector del tram mig. Per contra, les fractures de petites dimensions són molt abundants de la mateixa manera que les diàclasis i la pissarrositat. Es tracta doncs d'un terreny molt tectonitzat (foto S9).

Aquest substrat queda netament visible en la totalitat dels vessants de la conca, excepte en enclaus amb recobriment recent de terres (terra vegetal, col·luvions, abocadors, etc.) o amb clapes de vegetació.



Foto S9.- Esquistos descomprimits i amb disposició propera als 80°. (foto PMR, febrer 2008)



Foto S10.- Gorg a la capçalera on aflora el substrat en any de sequera, a ran de la carretera (GI-613, km 0,8). (foto PMR, gener 2008)

A la llera, el substrat queda visible en gairebé tota l'àrea de capçalera, fins al pla de Palau. Més avall, en els trams que ja hi ha terrassa T_0 , el substrat només aflora en sectors aïllats, especialment en punts on el la roca resulta puntualment més resistent a l'erosió (fotos S10)

6.10.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

Entre els materials geològics de formació natural recent diferenciats en aquesta conca cal citar, primerament els sediments al·luvials de terrassa i els cons que hi van associats, però n'hi ha alguns altres de poca importància hidrològica, com són les dunes fossilitzades, les acumulacions de peu de mont (en enclaus dispersos i escassos en aquesta conca), i també alguns col·luvions molt localitzats i poc desenvolupats. Entre els d'origen antròpic i d'incidència geomorfològica i hidrològica cal també fer referència especial als dipòsits de terres i materials de rebuig (abocadors).

6.10.3.1.- Les terrasses

Com a sediments quaternaris s'ha de ressaltar els al·luvions, que es disposen en dues terrasses.

En aquesta conca les dues terrasses comencen a nivell de la cota 60, en el sector de la Botiga de Tall o pla de Palau, on el rec de Torrentbon s'incorpora a l'eix principal per l'esquerra. És aquí on es pot començar a considerar que hi ha terrassa T_0 , ja que fins aquí la llera queda essencialment sobre la roca directament o amb algun bloc dispers i encara poc rodat.

La terrassa T_0 queda representada en tota la traça, fins i tot amb trams amb una amplada considerable, (20 a 30 m, que en algun tram arriba a ser de 50 m). En arribar al càmping, l'amplada de la llera es redueix de manera important, fins a tenir una amplada de l'ordre dels 10 m entre els murs del càmping i de l'antic camp de futbol; aquesta estretor es manté entre els 10 i 15 m fins a nivell de l'estació depuradora, on després de la passera de la bolera de 10,5 m d'ample, es torna a eixamplar.

Els elements que constitueixen els sediments de les terrasses són semblants en totes dues, ja que procedeixen de la mateixa àrea font i el substrat de tota la conca resulta homogeni.

Els materials que componen la terrassa inferior T_0 o actual (foto S11), semblen més "nets" en superfície, sense gaire matriu fina, a causa del rentat de les aigües en períodes de pluja poc importants. Tot i això, la vegetació d'herbes, petits matolls i canyes hi arrela bastant bé, especialment les canyes.



Foto S11.- Detall de secció de la terrassa T_0 amb predomini dels còdols de 15-20 cm. (foto PMR, Abril 2008)



Foto S12.- Desnivell entre les terrasses T_0 i T_1 . La Pilona de 2 m, amb vegetació retinguda a nivell de la terrassa T_1 . (foto PMR, abril 2008)

La terrassa T_1 , comença a diferenciar-se en les corbes més pronunciades de la traça formant plans de mitja lluna. El desnivell relatiu que presenta la terrassa alta o T_1 al respecte de la terrassa actual o T_0 és de l'ordre dels 1,8 a 2,5 m. (foto S12)

A nivell d'una corba, al voltant de la cota 50, hi ha un retall de la terrassa T_1 que queda aïllada, amb el pas de les aigües al voltant (poc més amunt del **punt S1**). Un altre illot semblant es troba més avall, en una altra de les corbes pronunciades de la traça.

Els elements que componen la terrassa superior T_1 , són de la mateixa naturalesa esquistosa, però amb un contingut de graveta i de sorra més elevat, és a dir amb una granulometria més gradada.

Aquesta naturalesa esquistosa proporciona als components de la terrassa una forma majoritàriament aplanada, amb una dimensió sensiblement inferior a les altres dues, fet que permet que es puguin distribuir imbricadament. La longitud màxima predominant en els còdols és de 15-20 cm en les dues terrasses (fotos S13 per a la T_0 i S14 per a la T_1). Tanmateix, en els primers trams del curs mig de la riera, al voltant del **punt S1**, la mida dels còdols resulta molt més important, arribant a superar 1 m de dimensió màxima (els blocs màxims mesurats són de 170x150x30 cm) (foto S15). Es tracta de blocs pissarrosos d'arestes poc arrodonides pel desgast però molts d'ells queden amb una posició imbricada que indica clarament el seu transport per les aigües. (fotos S16). En totes dues terrasses, la granulometria dels sediments es va reduint progressivament a mida que s'apropa la desembocadura, per disminució de la velocitat a causa del menor pendent, així com també per la molt més gran amplada de l'àrea d'inundació sobre la terrassa T_1 , que disminueix l'energia de les aigües i la seva capacitat de transport i arrossegament de sòlids.



Foto S13.- Terrassa T_0 al centre de la llera. (foto PMR, agost 2010)



Foto S14.- Superfície de la terrassa T_1 , ocupada per vinyes. (foto PMR, agost 2010)



Foto S15.- Grans blocs imbricats al tram mig, de fins a 170x150x30 cm. (Foto M.A.M. març 2009)



Foto S16.- Còdols i blocs imbricats a la terrassa T_0 , al tram mig de la conca indicadors de l'energia del corrent. (foto M.A.M. març 2009)

6.10.3.2.- Terres d'aportació o de rebliment antròpic

En els trams mig i baix prenen una significativa rellevància els materials d'aportació antròpica, tot i que amb una incidència menor que en aquelles altres que són conques creuades per la línia del ferrocarril.

Els sectors afectats per les aportacions de terres alienes o d'altres materials com brossa domiciliaria, representen una superfície petita dins de la conca, molt inferior al 1%. Queden distribuïts de manera desigual, ja que acostumen a coincidir amb els límits de propietats, una d'elles l'antic camp de futbol municipal. Majoritàriament queden en llocs anteriorment planers i propers a la riera. Per a la ubicació de cada sector veure la cartografia geomorfològica integrada.

El més important pel seu volum es situa a ran del restaurant els Pins, al pk 3.6 de la carretera GI-613, en un sector on hi havia hagut explotació de les sorres eòliques. És també l'abocador que queda més allunyat de la traça de la riera (en distància i en desnivell).

Aquests abocadors es troben clausurats, encara que en alguns l'erosió ha desmantellat el recobriments de segellat, pel que no s'ha de descartar que en algun episodi de crescuda de la riera les aigües puguin incorporar i transportar part dels materials acumulats. (fotos S17 i S18)



Foto S17.- Sector a la riba dreta, proper a les Cavorques. Capa inferior terrassa T_1 i capa superior terres d'abocament. (Foto M.A.M. març 2009)



Foto S18.- Acumulació de terres d'abocament defectuosament segellats i que poden ser incorporats per les aigües (Foto M.A.M. març 2009)

També existeix un altre retall de terraplè en el sector en que s'ha implantat l'estació depuradora d'aigües residuals (EDAR), que presenta un gruix considerable (proper als 2 m). La finalitat dels terraplenats ha de ser enlairar-la per tal d'evitar l'afectació en els cassos de crescuda de la riera.

6.10.3.3.- Altres

a) Cons al·luvials i piemont.

Els cons al·luvials corresponen a àrees de confluència de torrents menors amb l'artèria principal.

En aquesta conca els cons queden especialment representats per les àrees dels cursos baixos dels recs de la riba esquerra, com per exemple el del rec de Malagambota i el de l'Estrumbol (o de Can Felip). Formen extensos triangles en el que s'ha encaixat el torrent ajudat per la canalització antròpica construïda amb motes o discs. Actualment es troben aprofitats per al conreu de vinya. D'altres són d'una extensió insignificant. Els cons més petits tenen pendents més forts que els grans. Aquests darrers presenten una morfologia propera a una terrassa fluvial. Els cons més petits tenen pendents més forts que els grans. Aquests darrers presenten una morfologia propera a una terrassa fluvial.

Els sectors amb dipòsits de piemont es situen en la zona alta del curs mig de la riera del Port de la Selva, concretament al sector del Pla de Palau i a la Costa d'en Daga. També aquestes superfícies són destinades al conreu de la vinya

b) Dunes fossilitzades

En aquesta conca cal esmentar, al sector anomenat les Cavorques, la presència de dipòsits d'origen eòlic, en forma de dunes escalants fossilitzades "*climbing dunes*". Es tracta de materials recents, compostats per sorres molt fines procedents del sector de cala Tavellera. Es troben unides amb un grau de cimentació baix.

Aquesta tipologia de materials no ha estat cartografiada, ja que, encara que constitueixi un element geomorfològic no interfereix la dinàmica hidrològica, que és el tema bàsic del present treball.

A més a més de la seva presència, es remarca que, com que han estat explotades industrialment per al seu ús com a àrid de la construcció, s'han format cicatrius per excavació, concavitats que posteriorment han estat aprofitats per a l'abocament de materials de rebuig.

6.10.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació resulta equivalent a la de tota la zona.

Existeixen encara algunes clapes de bosc, que en algun sector arriba a tenir un espès sotabosc que permet la presència d'animals relativament inhabituals com el senglar i la guineu. Per altra banda, la reducció d'arbrada cedeix pas a la presència de matolls, fet que s'ha d'atribuir a la freqüència dels incendis "forestals".

Els conreus es basen essencialment en la vinya i l'olivera en les parts inferiors dels vessants. En el sector planer de la desembocadura, l'existència d'un aqüífer somer permet que predomini el conreu d'hortalisses gràcies a la possibilitat de regadiu. L'àrea dels horts de la desembocadura es troba "compartimentada" per línies d'arbres, de canyes o d'arbustos per frenar els embats del vent. És una àrea que antigament havia sigut d'aiguamolls, i que actualment encara queda puntualment entollada en moments de pluges abundants.

Per determinar les variacions en els usos del sòl s'ha comparat la fotografia aèria del vol americà de l'any 1956, la del vol del "Instituto Geográfico Nacional" (IGN) de l'any 1973 i els ortofotomapes de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) del 2007.

Pel que fa als usos del sòl, el municipi de Port de la Selva ha experimentat un important creixement en habitatges unifamiliars disseminats o agrupats en diverses urbanitzacions, gairebé sempre ubicades en els vessants.

El nucli urbà principal s'ha mantingut sensiblement igual en les primeres files de cases, adossades al peu del vessant orientat mirant a ponent. Ha crescut amb l'addició de cases en la part posterior i més elevada de l'antic nucli.

Des de finals dels anys 90, la construcció de blocs d'habitatge ha fet créixer el nucli en direcció a l'eix de la riera i seguint paral·lelament la carretera de Llançà i la platja. També s'ha incrementat la construcció d'habitatges en el vessant dret de la riera, al sector de la Fonollera.

Pel que fa al creixement de la indústria, s'ha d'assenyalar la construcció de naus en els darrers vint anys, en la línia entre la carretera de Cadaqués i la llera de la riera.

Per les infraestructures, únicament ha variat l'ampliació de les carreteres de Llançà i de Cadaqués. També s'ha ampliat el port esportiu, ubicat lluny de la riera, sobre una costa rocosa i a ran de l'antic espigó de pesca, significat un canvi estructural que no ha d'afectar en res la dinàmica hídrica de la conca.

Com a àrees desenvolupades en zones inundables, es tenen les darreres construccions: als voltants de les naus industrials de la carretera de Cadaqués, a l'àrea de la bolera, a l'àrea al voltant de l'aparcament del mercat i a la del carrer de la Selva de Mar (veure més avall).

6.10.5.- Ocupació humana i població

Cal recordar que la conca del Port de la Selva i el municipi del Port de la Selva no coincideixen, el terme municipal és més extens que la conca.

Els nuclis de població del terme municipal es poden subdividir en diversos sectors: el nucli principal del Port de la Selva i un nucli secundari que havia sigut municipi independent, la Vall de la Santa Creu que pertany a la conca d'aquest nom.

Aquest nucli principal del terme correspon al del propi Port de la Selva, que queda situat en un sector en pendent, que s'enfila pel vessant des de la mateixa línia de costa fins els turons de Torelló (259 m) i de Carbonera (117 m). Queda a recer del vent de tramuntana i de la riera de Romanyac o de Rubiés. És recentment que s'ha edificat alguns blocs en la part planera de la desembocadura de la riera principal; també s'ha construït naus, el càmping i altres locals d'oci a la riba dreta, entre la riera i la carretera de Cadaqués (GI-613).

Aquest nucli principal, tot i la seva ubicació en sector de pendent, és recorregut pel rec de Granyera, que és una conca independent, però que afecta, en el seu sector de desembocadura, una part de l'àrea més meridional del sector urbà actual.

L'altre nucli de població del municipi del Port de la Selva és la Vall de la Santa Creu. Queda situat a uns 3 km a ponent del nucli principal. Aquest nucli queda també enfilat en els vessants; alguna casa aïllada es troba propera a la llera en el sector ja proper a la costa. A la desembocadura s'hi situa el càmping "de la Vall", entre la carretera de Llançà (GI-612) i el mar. La conca de la Vall també es desenvolupa en el capítol corresponent.

També s'ha de remarcar que un sector del terme del Port de la Selva correspon a la conca de la Selva de Mar, concretament el sector d'aquesta conca més proper al mar, i conseqüentment més planer i ocupat per alguns habitatges de segona residència i pel càmping de l'Erola.

Fora de la conca del Port de la Selva, en altres sectors del terme hi ha urbanitzacions més o menys aïllades que es situen en àrees poc o molt elevades, entre la desembocadura de la riera de la Selva i el cap de Canella, sempre de manera propera a la carretera de Llançà: L'Erola, Barlovent, Rec de Canet, Paraveua, Canella i Bellessor, etc. Pel costat de llevant hi ha també alguna urbanització més com la de la Punta de la Creu, i al sud, la del Mirador, recentment molt ampliada.

Segons l'IDESCAT les primeres dades de població daten del 1787 amb 2718 habitants. A partir d'aquest registre i fins el 1981 hi ha una disminució de la població (arriba a 725 habitants) amb petites excepcions positives l'any 1945 (1309 habitants) i el 1965 i 1979 (907 i 958 respectivament). El període entre 1986 i 1998 el nombre d'habitants oscil·la entre els 760 i els 813. L'any 1999 parteix de 848 habitants i augmenta paulatinament fins arribar als 1015 l'any 2009. No hi ha dades de població estacional, però Port de la Selva té urbanitzacions i instal·lacions turístiques que indiquen creixements estacionals.

També segons l'IDESCAT, el nombre d'habitatges secundaris (ocupació estacional) marca un creixement a partir del any 1960 i passa de 0 fins a 1223 l'any 2001. En canvi els habitatges principals (població estable) han tingut molt poques variacions, oscil·lant entre 364 i 246 en el període 1960 i 2001. A partir d'aquestes dades es pot estimar que la població estacional el 2001 es de l'ordre d'uns 3700 habitants (es consideren 3 habitants per habitatge). Els habitatges vacants només són 7 i per tant no modificarien la població estacional.

La taula següent, elaborada amb dades de l'IDESCAT, recull les dades d'habitatges segons tipologia i permet tenir una idea del creixement del municipi des de l'any 1960 (primer any amb aquesta informació).

Cens Port de la Selva	convencionals/principals*	Secundaris	Vacants **	Altres***	Total
2001	328	1223	7	2	1560
1991	281	1620	0		1901
1981	246	1564	37		1847
1970	285	429	382	1	1097
1960	364	0			364

* El 2001 diu Convencionals i el altres anys principals

** Vacant = deshabitat en el moment de presa de dades

*** Altres = no classificats

L'evolució o creixement urbanístic del tram inferior de la riera del Port de la Selva es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

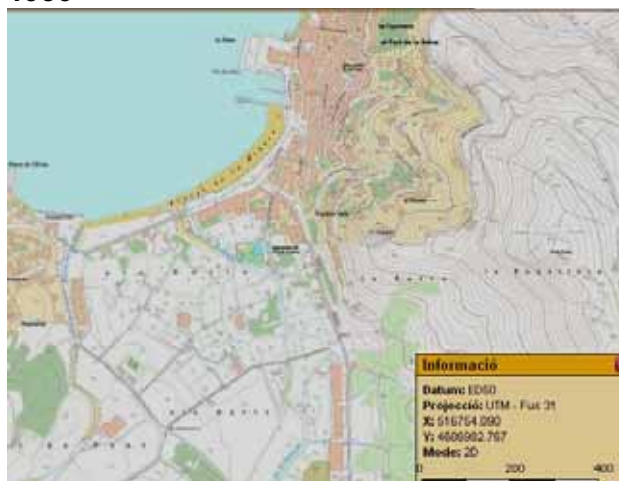
El Port de la Selva



1944



1956



2010

6.10.6.- Característiques hidrològiques de la conca

La conca del Port de la Selva presenta unes característiques hídriques marcades essencialment per l'estretor de les valls de capçalera, pels grans salts o desnivells al voltant del primer terç de la conca i la relativa amplada del curs inferior, que després s'estreny i torna a ampliar-se en forma de triangle a nivell de la depuradora fins a la mateixa platja.

No hi ha estacions d'aforament ni d'altres dades de cabals. Respecte a les precipitacions, no hi ha dades dels moments importants, ni oficials ni oficiosos fins al moment actual. Les estacions meteorològiques més properes són: l'estació de Roses (des de l'any 1996) i la de Portbou (des de l'any 1998). En alguna ocasió els diaris donen xifres aproximades o estimades i sense indicar-ne la procedència.

La resposta de la conca a les pluges és ràpida, amb crescudes sobtades, com en tota la zona estudiada.

Tal com ja s'ha exposat anteriorment, l'àrea dels horts queda compartimentada en propietats separades per fileres de xiprers i canyes, però sovint la disposició segueix les traces d'antigues línies de circulació preferent en moments d'inundació, encara que no sempre es poden seguir de manera continuada; alguna línia més clarament visible de meandres ha estat marcada en la cartografia geomorfològica integrada, i queda de manera demostrada per l'existència del Pont Vell, un pont romànic de molt petites dimensions que queda situat en un sector pel que, actualment, no hi solen passar les aigües (**punt S9**). Algunes altres línies d'antiga circulació de la riera es podrien deduir a partir d'alineacions de vegetació observables en la fotografia aèria i sobre el mateix terreny, especialment de canyes i xiprers, però resulten força emmascarades i discontinues, afectades pel pas dels anys i la intervenció antròpica.

La plana de desembocadura de la riera, pel seu límit esquerra, s'indenta i solapa amb la plana de la riera de la Selva de Mar, tal i com es pot observar en la cartografia d'ambdues conques.

Pel dimensionat de les diferents parts de la conca així com el dimensionat dels blocs de roca que es troben a la llera, s'ha de considerar que en determinats trams, l'energia de l'aigua ha de ser important, ja que ha tingut capacitat per a transportar blocs de dimensions màximes de 170x150x30 cm per distribuir blocs imbricadament (veure fotos S15 i S16). La velocitat necessària per al transport de blocs de 140x140x40 de mitjana de les màximes ha de ser de l'ordre de 6,1 m/s. Aquesta velocitat s'ha obtingut a partir de l'equació, proposada per Costa (1983), àmpliament utilitzada fins a l'actualitat (veure capítol relatiu a càlculs de cabal, mètode paleohidràulic).

D'altra banda, allà on la vall s'eixampla l'energia ha de disminuir per reducció del gruix de la làmina i de la velocitat, originant un sector amb important deposició de grava, formant una ampla franja de còdols rodats. A l'episodi del 13 d'octubre de 2010 les velocitats mesurades en el tram proper a la desembocadura (passera de la depuradora, punt **S10**) varen ser de 1,1 m/s.

Hi ha un tram en que la llera és més estreta i amb contenció lateral per murs de formigó on es produeix un augment de la velocitat amb soscavació de la base dels murs (tram del càmping, entre els punts **S4** i **S5**)(veure foto S25).

6.10.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

S'ha diferenciat algunes estructures que poden interferir, i de fet interfereixen, la dinàmica hídrica de la riera del Port de la Selva.

6.10.7.1.- Acumulacions de terres de rebliment

Tal i com ja s'ha apuntat en el capítol de descripció de materials, les acumulacions de terres de rebliment tenen en aquesta conca una incidència molt menor que en d'altres de la zona, com poden ser aquelles que són creuades per la línia de ferrocarril mitjançant terraplens alternants amb túnels.

En aquesta conca les terres de rebliment es concreten en forma d'abocadors, que, com ja s'ha exposat en l'apartat de característiques dels materials recents, es centren en abocadors de terres i alguna deixalla domiciliària, la majoria més o menys ben clausurats, però que majoritàriament queden a ran de la llera de la riera principal. La incidència d'aquests terraplens podria aparèixer si les terres es desestabilitzessin i s'esllavissessin per soccavació de la base, ocupant la llera en un moment de crescuda, cas en què serien mobilitzats i transportats fins a la mateixa platja del Port de la Selva. Aquest fet podria resultar important per la incorporació d'elements sòlids, que juntament amb l'aigua proporcionarien un cabal de més volum i també una capacitat destructiva més important. (veure apartat ..3.4)

6.10.7.2.- Canalitzacions i estructures laterals

En aquesta conca no hi ha cap tram de canalització pròpiament dita.

Únicament hi ha proteccions laterals en forma de murs, d'esculleres o de motes. Aquestes proteccions són fetes de molt diverses maneres, ja que van en funció de les finalitats i de la disponibilitat econòmica dels propietaris dels terrenys a protegir, i per tant no presenten una continuïtat que permeti considerar-les canalitzacions.

Abunden les esculleres que protegeixen de l'erosió les àrees de la terrassa T₁ plantades de vinya (fotos S19, S20, S21 i S22) i fins i tot es protegeixen els terraplens de la platja a la desembocadura de la riera (foto S23), però també hi ha murs de pedra seca que fan també aquesta mateixa funció.



Foto S19.- Escullera a la riba esquerra, tram ben conservat i resistent. (foto PMR, setembre 2008)



Foto S20.- Escullera a la riba esquerra, on és freqüent la ruptura de les aigües vers els conreus; notis que a la corba part dels blocs es troben remoguts (**punt S6**). (foto PMR, setembre 2008)



Foto S21.- Protecció lateral diversa: mur de formigó i escullera de blocs d'enderroc. (foto PMR, setembre 2008)



Foto S22.- Protecció lateral per blocs de pedra abocats, sense disposició en forma d'escullera; al damunt, mota de terres. (foto PMR, set 2008)



Foto S23.- Escullera a la desembocadura de la riera a ran dels estreps del pont de la GI-612 (**punt S11**). (foto PMR, gener 2008)



Foto S24.- Mur lateral de protecció, amb reforçament de la base per evitar la socavació. Al fons el pont del càmping del Port de la Selva. (foto PMR, setembre 2008)

Els murs d'obra són especialment utilitzats en el sector més estret de la llera, concretament en el tram del càmping i de l'antic camp de futbol. Aquesta tipologia de protecció llisa proporciona a l'aigua de la riera un important increment de velocitat (foto S24). S'ha detectat, en algun tram de mur, inicis de socavació erosiva originada per l'aigua (foto S25). Un dels murs ha estat mogut i bolcat, ja fa anys (foto S26), i d'altres han sofert moviments verticals d'enfonsament (possiblement per manca de fonamentació apropiada).



Foto S25.- Mur de protecció lateral, amb socavació del fonament en el tram de pedra seca. (foto PMR, setembre 2008)



Foto S26.- Mur socavat i bolcat, que feia de protecció lateral de l'erosió de la riera. (foto PMR, Abril 2008)

En alguns petits sectors de riba hi ha motes de terres construïdes de forma desigual en funció de cada propietari (veure foto S22).

6.10.7.3.- Ponts i passeres

Com a ponts pròpiament dits, en aquesta conca només cal considerar el de la carretera GI-612 que queda situat just a la desembocadura de la riera, ja a ran de platja.

Es tracta d'un pont que, en l'actualitat, té una envergadura: 17 m d'ample i 3 m d'alt (foto S27 i veure foto S23) que disminuirà els problemes ja que anteriorment el pont havia tingut formes i estructures més senzilles, però les rierades es van cuidar d'enderrocar-los (**punt S11**).



Foto S27.- Pont de la carretera GI-612 sobre la riera, ja a ran de platja (**punt S11**) (17 m d'ample i 3 m d'alt; secció 51 m²). (foto PMR, gener 2008)



Foto S28.- Coberta de publicació de E. Musquera (1987) amb un dibuix en el que es veu el pont anterior a l'actual, i que va ser destruït el 1977 per una rierada.

El Sr. S. Mosquera indica que es coneixen, com a mínim, tres ponts a la carretera de Llançà per sobre de la riera de Romanyac: el primer era de ferro pont ("antic"), que va ser destruït per la riera, després un pont d'obra de 3 ulls (foto S28), també destruït per l'aigua el 1977 i l'actual, amb les mides exposades en el paràgraf anterior (fotos 26 i 27) que a més a més té els estreps protegits per escullera per tal d'evitar la soccavació soferta pels ponts anteriors.

Altres elements que poden obstruir o dificultar la circulació de les aigües en el tram mig i en el tram inferior són les passeres de vianants, que de fet són ponts de poca entitat, projectats i construïts únicament per al pas de vianants. Aquesta tipologia d'estructures són presents en tres punts de la conca:

- passera al càmping, per a unir els dos sectors separats per la llera de la riera (**punt S5**) (foto S29), d'unes dimensions de 9,25 m d'ample i 2,90 d'alt i feta d'obra i amb baranes metàl·liques
- la "passera nova" (de l'any 2010), situada a nivell de l'antic pont Vell (**punt S8**) (foto S30), i d'unes dimensions de 9 m d'ample i 2 m d'alt i feta de ferro.



Foto S29.- Passera del càmping, en un tram entre murs de protecció (**punt S5**) (9,25 m d'ample i 2,90 d'alt; secció 26,8 m²). (foto PMR, març 2009)



Foto S30.- "Passera nova" d'accés als horts quan hi ha aigua a la riera (**punt S8**) (9 m d'ample i 2 m d'alt; secció 18 m²). (foto PMR, febrer 2010)

- passera de la depuradora (o de la bolera, **punt S10**) (foto S31), de 10,5 m d'ample i 1,40 m d'alt, feta d'obra i amb baranes de ferro.

Aquestes passeres poden resultar insuficients en determinats moments de crescuda, especialment de cara a la seva obstrucció.

Existeixen alguns altres ponts de la carretera de Cadaqués (GI-613) sobre petits torrents afluent, però que sembla que no han tingut ni poden tenir gaire incidència en la circulació hídrica de la conca. Com a mínim se'n poden citar cinc que destaquen: el pont de la Gorga (pk 1.7), el pont d'en Revés (pk 2.5), el pont dels Pins (pk 3.8) i els dos ponts del rec dels Sapers (pk 5.4).



És de remarcar que molts dels camins que uneixen la carretera de Cadaqués i els conreus de la riba esquerra creuen la riera mitjançant simples guals (**punts S1, S2 i S4**).

Foto S31.- Passera d'accés als horts, a ran de la depuradora i de la bolera (**punt S10**)(secció 14,7 m²). (foto PMR, febrer 2008)

Hi ha punts en els que coincideixen els guals i els desbordaments, ja que la necessitat de pas fa trencar les proteccions de tipus escullera, mota o mur, facilitant la sortida de les aigües.

6.10.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

Es disposa de poques dades històriques de la conca. Aquesta circumstància molt probablement és deguda a que la població ha ocupat, fins fa poc, espais fora de les zones inundables i per tant si només afectava conreus, aquests episodis no s'enregistraven. Se sap que el pont de la carretera va ser destruït per una rierada però no s'ha pogut datar. Es darrerament, des de finals dels anys 90, en que es va començar a ocupar zones en perill d'inundació. Veure dades de pluges en les taules AMM4 a AMM11 del capítol VIII, apartat 8.2.2.

Les **dates** dels aiguats dels que s'ha pogut obtenir coneixement de la seva existència resulten ser els següents:

- **5 gener de 1977** (?) La rierada fa caure el pont de 3 ulls de la carretera de Llançà (veure foto.S28). No s'ha pogut concretar més la data (informació Miquel Puignau, del Port de la Selva)

- **1-5 març de 1986**. Desbordament generalitzat dels rius de l'Alt Empordà: Llobregat, Orlina, Muga, Fluvià, Manol. Plugues mensuals importants al Rosselló: 278mm a Banyuls, 418mm a Argelers i 311mm a Cap Bear.

- **15 d'octubre de 1986**. Pou (1994) fa referència al Port de la Seva, on la valoració dels danys va ser d'entre 35 i 39 milions de pessetes. No s'han descrit efectes a altres conques de l'àrea

- **1987**. Importants plugues. Afecten totes les conques, amb importants danys per inundació. Veure els capítols de cadascuna de les conques.

- **novembre de 1989**. Durant diversos dies de la primera quinzena va ploure amb gran intensitat, provocant inundacions en algunes poblacions de la costa, com el Port de la Selva, Cadaqués o Roses.

- **18 octubre de 1994** Les informacions obtingudes procedeixen del Sr. Santiago Mosquera, biòleg. L'oficina d'administració de finques, als baixos de la cantonada de la Ctra. de Cadaqués amb el carrer del Mar, va tenir importants desperfectes, amb 60 cm d'aigua a l'interior. Mostra fotos fetes pel seu pare amb tots els arxius malmesos. Principalment les aigües procedien de la riera de Rubiés, a través del carrer de la Selva de Mar, amb la addició d'un cert cabal procedent del rec de Granyera. Tot el veïnat va quedar també afectat.

Dels darrers esdeveniments ja es tenen algunes referències més.

- **18 d'octubre de 2005.** Segons els diaris El Punt i la Vanguardia del dia 19, l'aiguat caigut va fer desbordar la riera de Rubiés, que travessa un sector del nucli del Port de la Selva. El desbordament es va produir entre les sis i les set del matí. A l'àrea del carrer de la Selva i la carretera de Cadaqués, el nivell de l'aigua a l'interior dels baixos (Hotel Mariner i bar Lluen) va assolir els setanta-cinc centímetres. A aquesta massa d'aigua s'hi deuria afegir la procedent del rec de Granyera. Segons els propietaris de l'hotel Mariner, un contenidor buit arrossegat per l'aigua va col·laborar en els efectes, obturant l'embornal d'entrada al pas soterrat de la carretera i del passeig, punt que en la conca de Granyera ha estat anomenat **punt crític Y4**.



Foto S32.- Estat del carrer de la Platja el 18.10.2005, vist des del Passeig; al fons el moll d'en Balleu. (foto obtinguda del web de l'Ajuntament, DSCN6334).

Resulten il·lustratives les fotografies S33 a S35.



Foto S33.- Estat del carrer de la Platja, a nivell de la parada d'autobusos, el 18.10.2005, vist des del Passeig (foto obtinguda del web de l'Ajuntament, DSCN6327).



Foto S34.- Estat del carrer de la Selva cantonada amb la carretera de Cadaqués (ara C/ Dr. Broggi) el 18.10.2005, (foto obtinguda del web de l'Ajuntament, DSCN6349).



Foto S35.- Estat del "pont Vell" el 18.10.2005 (foto obtinguda del web de l'Ajuntament, DSCN6336).

- **13 d'octubre de 2010.** Es dona un episodi de pluges durant els dies 10 a 12, amb unes pluviometries, en les 72 hores, de 148 mm a l'estació de Portbou i de 180 mm a la de Roses. La matinada del dia 13 cauen uns 30 mm, mesurats en 24 h, a cadascuna d'aquestes dues estacions meteorològiques properes.



Foto S36.- Vista de la riera creixuda, des del **punt de desbordament S10**. Al fons la vegetació que estreny el canal, darrera la passera de la depuradora i l'inici del carrer de la Selva; 13 d'octubre 2010. (foto MAM)

L'aigua caigué bastant concentrada en el temps sense que es tingui notícia exacta del període de precipitació (veure quadre de precipitacions d'aquest episodi en el capítol de pluviometria). El fet de trobar-se la conca ja molt saturada de l'aigua dels dies anteriors, fa que gran part de l'aigua caiguda no s'infiltri i s'escoli per la superfície, originant una avinguda.

D'aquests esdeveniments se n'ha obtingut fotografies de manera directa i també del 3cat24.cat, que permeten comprendre millor la situació. Veure el conjunt de fotos de la S36 a la S48.

Segons les dades proporcionades per un veí, que és membre de Protecció civil, a nivell just per sota de la passera de la depuradora (**punt crític S10**), l'aigua troba la llera insuficientment ampla per la presència de vegetació que l'estreny (veure foto S36), produint-se una retenció que origina el conseqüent ascens del nivell de l'aigua i el desbordament per la riba dreta, concretament a ran de la porta de la bolera (**punt crític S10**)(fotos S37 i S38).



Foto S37.- Punt de desbordament de la riera (**S10**), al davant la porta de la bolera, 13 d'octubre 2010. (foto MAM)



Foto S38.- Carrer de la Selva per on passà el dia 13 d'octubre 2010 l'aigua desbordada pel punt del fons de la imatge, visible en la foto S33. (foto MAM)



Foto S39.- Vista parcial l'aparcament del mercat i del carrer de la Selva de Mar el matí del 13 d'octubre de 2010. (foto del 3cat24.cat; autor JHSAUDI)



Foto S40.- Carreró a ran de l'aparcament el 13 d'octubre de 2010. (del diari el Punt del dia 14 octubre)

El volum d'aigua desbordat és important i inunda l'esplanada de l'aparcament setmanal (a) (foto S39) i els carrers adjacents (fotos S40). Així s'inunden els baixos d'alguns dels nombrosos habitatges del carrer de la Selva, especialment de les cases amb la planta baixa a ran de la vorera.

Reben molta aigua els soterranis de les cases unifamiliars que es troben a la banda dreta del carrer (fotos S41 i S42), en front de l'aparcament, així com l'aparcament de la casa de pisos del costat, que pel darrere limita amb els jardins del restaurant el Xalet (c), que també queda inundat.



Foto S41.- Interior d'habitatge inundat al carrer de la Selva, a la tarda del 13 d'octubre 2010, quan l'aigua ja es troba en descens. La línia gris fosc a la paret indica l'alçada assolida per l'aigua. (foto MAM)



Foto S42.- Exterior d'habitatge inundat al carrer de la Selva, a la tarda del 13 d'octubre 2010, quan l'aigua ja es troba en descens. La línia gris fosc a la paret indica l'alçada assolida per l'aigua. (foto MAM)



Foto S45.- Nivell assolit per l'aigua en el carrer de la Selva (45 cm sobre la vorera), la matinada del 13 d'octubre 2010. (foto MAM)

El gruix de les aigües mesurat en els senyals de les parets, és de 80 cm (al Xalet, i a les cases) (veure també la Y8 de la conca de Granyera), és a dir que a l'interior d'aquestes, que tenen una planta baixa deprimida, ha de ser d'un gruix de l'ordre de 1 m (aproximadament 45 cm per sobre de la vorera del carrer)(foto S45).

Al restaurant el Xalet indiquen que l'aigua venia de la riera de Romanyac i els va entrar pel darrera, no per la carretera de Cadaqués (fotos S43 i S44). L'edifici unifamiliar de la banda esquerra també s'inunda dels baixos, que es troben a nivell del mateix carrer.



Foto S43.- Jardí del restaurant el Xalet després de la inundació de la matinada i d'haver bombat l'aigua. 13 octubre 2010. (foto MAM)



Foto S44.- Detall del jardí del restaurant el Xalet, amb indicació del nivell assolit per l'aigua el 13 d'octubre 2010. (foto MAM)

Els horts situats entre la bolera i els edificis unifamiliars de l'inici del carrer de la Selva de Mar a l'Est de la depuradora i destinats a ser ocupats per habitatges de protecció oficial, també presenten gruixos d'aigua de l'ordre del 80 cm (foto S46).



Foto S46.- Un dels horts inundats al carrer de la Selva, 13 d'octubre de 2010. (foto MAM)

En aquesta ocasió l'embornal (**punt crític Y4 de la conca de Granyera**) i el pas d'aigua sota la carretera no es va obturar com l'any 2005, però no va tenir prou capacitat per engolir tot el cabal, de manera que l'esplanada de cal Mariner (**b**) s'omplí d'aigua, però al no assolir gruixos tan importants, les proteccions posades a les portes i accessos d'aquest i d'altres locals van evitar més desperfectes (fotos S47 i S48).

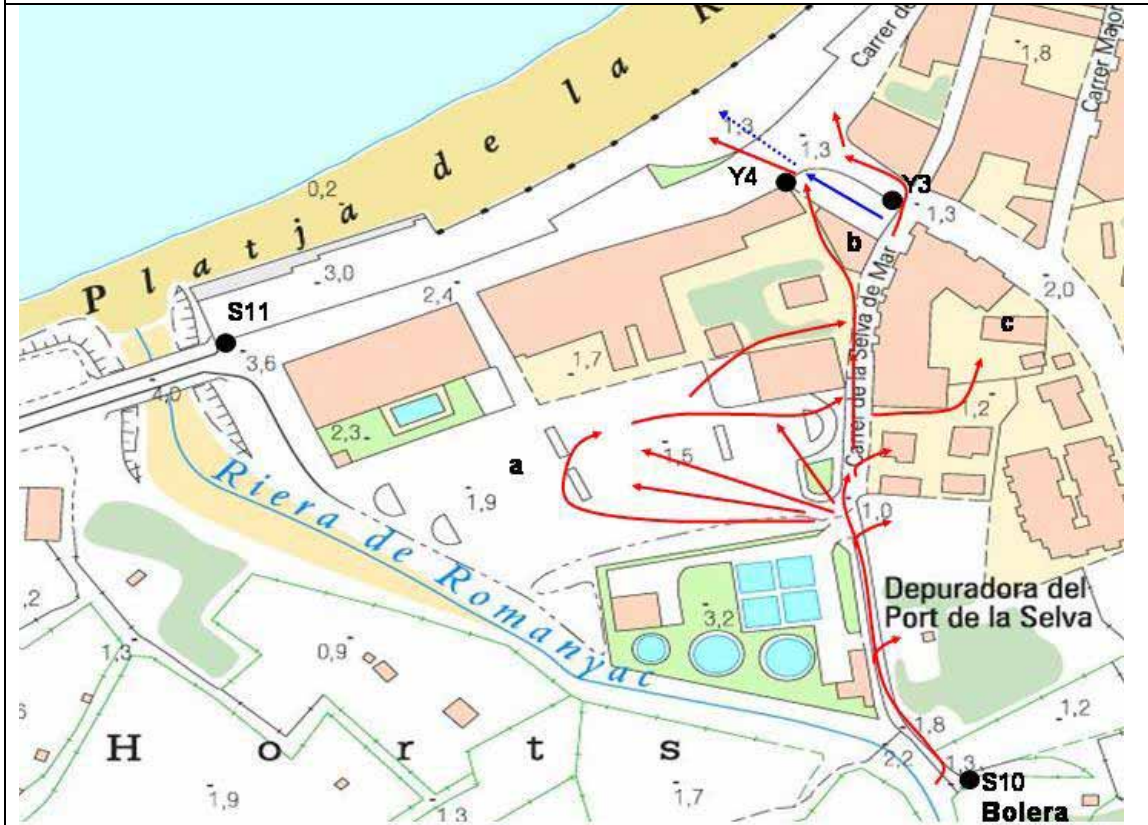


Foto S47.- Porta de l'hotel Mariner amb la protecció al costat, 13 d'octubre 2010. (foto MAM)



Foto S48.- Protecció d'una porta lateral de l'hotel Mariner, el 13 d'octubre 2010. (foto MAM)

Esquema de la circulació de les aigües en l'episodi de desbordament del 13 d'octubre de 2010.



En fletxes vermelles la circulació desbordada sobre el carrer; en fletxa blava contínua circulació dins la canalització i en blau discontinu els trams de circulació soterrada. Els punts crítics negres coincideixen amb la nomenclatura de les conques de Port de la Selva i de Granyera. La lletra **a** indica la situació de l'aparcament del mercat, la lletra **b** l'hotel Mariner i la **c** al restaurant el Xalet.

Veure dades de pluviometria en les taules del capítol 8.2.2.

6.10.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.10.9.1.- Punts crítics

Com a punt crític d'origen bàsicament natural s'ha de considerar l'estretament per vegetació existent a la llera de la riera entre la passera de la depuradora (**punt S10** ; veure foto S36) i el pont de la carretera. Aquest estretament ha sigut el motiu de desbordament de la riera per exemple en la inundació del dia 13 d'octubre de 2010.

Com a punts d'origen antròpic que puguin considerar-se crítics o conflictius des del punt de vista de la circulació hídrica, en aquesta conca n'hi ha pocs.

Si els descrivim per ordre d'importància de la tipologia, primerament es tenen els *punts i passeres*, que són punts de tipus **obturació**. Entre aquests tenim les passeres del càmping (secció de 26,8 m²) (**punt S5**), la "passera nova" (secció de 18m²) (**punt S8**, en el camí antic a la Selva de Mar creuant els horts), la passera de la depuradora (secció de 14,7m²) (**punt S10**), i, el més important, el pont de la carretera a ran de platja i de desembocadura (**punt S11**). Veure fotos S29, S30, S31 i S27.

Les passeres solen ser punts d'obturació per la seva petita capacitat i secció, motiu pel qual poden ser també punts de desbordament, com el **punt S10** de la depuradora, que desborda vers l'aparcament i la part inferior de la carretera de Cadaqués, on les aigües poden coincidir amb les del rec de Granyera (veure foto S37 i l'esquema del 13 d'octubre de 2010). De la "passera nova" (**punt S8**; veure foto S30), justament per ser nova no s'ha posat encara a prova en moments de cabals importants, però té una secció més gran que la de la depuradora. La passera del càmping (**punt S5**; veure foto S29) podria donar problemes si s'obturés o el nivell de les aigües fos molt elevat, de manera que pogués arribar a desbordar per sobre de la rasant de la pròpia passera, amb la qual cosa podria afectar el càmping.

El pont principal, el **punt S11** corresponent a la carretera GI-612, actualment es troba amb una secció de mides importants: 51 m². Té doncs més capacitat que d'altres situats aigües amunt, i també més gran que els anteriors destruïts per les riuades, amb la qual cosa hauria de resultar menys problemàtic.

Com a punts crítics d'interrupció del pas per vials, s'ha de destacar els guals dels **punts S1, S2 i S4** que comuniquen els conreus de la riba esquerra amb la població i la carretera. D'altres petits guals de menor entitat representen l'accés a alguns horts, però que no han estat cartografiats.

Històricament s'han distingit els punts en què hi ha notícies relacionades amb les rierades. Entre aquest es té el ja esmentat pont de la carretera. També els punts de desbordament **S6, S7 i S10**, dels quals no es tenen dades de dates concretes, però sí l'evidència geomorfològica del seu desbordament, per les traces de solcs de circulació preferent. En el **punt S9** es té també la presència de l'històric pont Vell, que assenyala un punt on havia passat l'aigua i on, a vegades, encara hi va passant (veure foto S35).

També el **punt S10** de la depuradora ha estat històricament per on ha desbordat la riera per la riba dreta, fent anar les aigües en direcció a la carretera de Cadaqués i, prenent la llera inferior del rec de Granyera (veure fotos Y13 i Y14. a la conca de Granyera), dirigint-se al mar per sota de la carretera i del passeig. En el cas que la canalització soterrada no doni l'abast, l'aigua ha anat al mar desbordant per la superfície, com és el cas de l'episodi del 13 d'octubre de 2010.

6.10.9.2. Proteccions individualitzades dels veïns en front de les aigües.

En aquesta conca s'introdueix aquest apartat degut a l'existència d'algunes mesures individualitzades de protecció de les aigües. Són proteccions que, per la seva situació, ajuden a identificar i valorar les àrees inundables.

L'experiència resultant d'anteriors inundacions ha anat portant els veïns a prendre algunes mesures orientades a minimitzar els efectes de les aigües. Essencialment, aquestes

prevencions s'orienten a evitar l'entrada de l'aigua als recintes susceptibles de quedar afectats, concretament a través de les portes, i les més freqüents es basen en l'elevació de les plantes baixes al respecte del carrer i intercalant graons i també la col·locació de planxes, taulons o posts que tanquin la part inferior de les portes. Són elements, fets a mida, de fusta o de planxa metàl·lica, que es tenen sempre preparats, i es posen en unes ranures o guies ja instal·lades i clavades a la paret. L'alçada s'adapta al nivell assolible per l'aigua al carrer. Per tal que el tancament sigui més ajustat, és freqüent l'ús de tires d'esponja que segellin al voltant dels taulons. Aquesta tipologia de protecció s'anomena "**atardeau**" en francès.

Tots els elements que es descriuen a continuació, existents al nucli del Port de la Selva, s'han identificat i cartografiat, tant si es troben a la conca del mateix Port de la Selva (veure fotos S47 i S48), com si es troben a la de Granyera (veure fotos Y10, Y18, Y19 i Y20).

L'ús d'aquestes mesures de protecció individuals no sempre proporciona resultats prou efectius, ja que en avingudes importants no hi ha prou proporcionalitat entre la magnitud de la rierada i la mesura pal·liativa.

6.10.9.3.- Consideracions d'inundabilitat

Dintre del terme del Port de la Selva cal diferenciar diversos sectors, ja que depenen de quatre conques diferents: conca de la Vall de la Santa Creu, conca de la Selva de Mar, conca de Romanyac o Rubiés i conca de Granyera. (veure foto S6)

Aquí ens limitarem a la conca de la riera del port de la Selva o riera de Romanyac. Les altres tres ja són tractades en el seu propi capítol, dintre del present treball.

La inundabilitat de l'àrea ocupada per la terrassa T_0 , ha de ser considerada de perillositat **alta** en tota la conca per la freqüència, però per a una mateix volum de cabal, el gruix de la làmina d'aigua serà molt menor en els trams on la llera es presenta més ampla, mentre que en els trams estrets i entre murs la làmina serà molt més alta (pot ser superior als 2 m) i la velocitat també serà més elevada per la poca rugositat de la superfície de les parets. Cal remarcar que en el tram mig, a prop del **punt S1**, on els blocs de gran mida han estat visiblement transportats (encara que potser en trajectes no molt llargs), l'energia de les aigües ha de ser molt més elevada, especialment per l'alta velocitat, i serà doncs també un sector de perillositat alta. La velocitat calculada en base a les mides d'aquests grans blocs, amb posició imbricada, dona una velocitat de l'ordre de 6,1 m/s (segons Costa, 1983 a partir del diàmetre mig dels blocs més grossos). A mida que la llera es va ampliant i el pendent disminuint, s'observa que la mida dels còdols va minvant indicant una reducció de la velocitat. La perillositat, tot i ser **alta** en tota l'àrea de la terrassa T_0 , pot tenir doncs unes certes variacions.

Pel que fa a les àrees de terrassa T_1 , els efectes de les crescudes, en abastar extensions molt més amples, la làmina d'aigua i la velocitat resulten inferiors. També la freqüència és bastant més baixa. En general es considera que la perillositat sobre les àrees de terrassa T_1 resulta **mitja**.

Sobre la terrassa T_1 , és a dir a la zona de perillositat mitja, s'han identificat unes línies de circulació preferent i també el que s'ha anomenat canals secundaris, en base a la fotografia aèria i també sobre el mateix territori. En els dos tipus de línies l'aigua adquireix major velocitat que a la resta de la terrassa i per tant el perill és major. Com que estan representades en el mapa geomorfològic integrat i en el d'inundabilitat i s'ha tractat en altres apartats, aquí s'expliquen només alguns detalls. La diferenciació entre els dos tipus és difícil i fins i tot problemàtica. els canals secundaris tenen una traça menys rectilínia i amb corbes, a vegades meandriformes, que s'associen amb condicionants més naturals i possiblement relacionats amb antics cursos. En canvi les línies de circulació preferent són generalment més rectilínies, associades a actuacions antròpiques (carrers, terraplens, etc.) i estan majoritàriament en zones urbanes.

La inundabilitat de les àrees cartografiades com a con es considera **mitja**. Els cons grans, tal com ja s'ha comentat, tenen una morfologia propera a una terrassa i generalment un canal encaixat relacionat amb la llera del riu principal, és a dir amb la T_0 . Per això es considera que la superfície d'aquests cons té una inundabilitat similar a la terrassa T_1 .

La situació del nucli urbà principal fora de l'abast de les aigües de la riera comporta una sensació de seguretat a la població, que prefereix anar fent créixer el nucli urbà en alçada, vessant amunt pel darrere del nucli més antic, més que aprofitar els sectors més planers i més inundables.

Els efectes de les riuades impliquen majoritàriament l'afectació de certes àrees que ja hi estan acostumades de segles: els horts. És una àrea que possiblement no ha estat ocupada perquè la població coneix la seva inundabilitat.

Ara bé, en els dos decennis darrers algun sector ha estat ocupat per habitatges, per naus industrials, per aparcaments, per la benzineria i per l'estació depuradora d'aigües. També el sector del carrer de la Selva de Mar resulta una línia de circulació preferent, que s'inicia al punt de desbordament (**punt S10**), a partir de la porta de l'àrea anomenada de la bolera. Per la freqüència, queda doncs com un sector d'inundabilitat més alta que la resta de la terrassa T_1 sobre la que està situada i més baixa que la de la terrassa T_0 . Aquest sector és l'afectat per la inundació del més recent dels episodis: el 13 d'octubre de 2010, el qual ha estat viscut i seguit de prop (veure descripció dels esdeveniments a l'apartat 8. Probablement aquesta línia, encara que s'ha cartografia com a línia de circulació preferent, podria correspondre a un antic curs del riu. Ara amb les modificacions urbanístiques l'aigua circula preferentment pel carrer, corresponent a l'antiga llera i en arribar a la plaça del mercat s'escampa per la zona, afectant l'aparcament baixos de cases i altres instal·lacions.

Referent a les mesures de protecció es tracta d'obres discontinues i irregulars que ofereixen proteccions molt puntuals i/o no completes, ja que l'aigua pot entrar per les zones no protegides, tal com es pot veure a la cartografia.

6.10.10.- Resum de la conca

En resum es tracta d'una conca d'extensió gran dintre de les de la zona. Té importants desnivells bruscos al primer terç, però que presenta risc d'inundació relativament reduït, doncs els principals nuclis de població queden protegits i allunyats de les àrees inundables.

Fins a temps relativament recents, les estructures sotmeses a perill eren exclusivament alguns trams de carretera, especialment el pont de la desembocadura. També eren afectades àrees de conreu d'horta ubicades a la plana de la desembocadura, però eren un risc assumit pels habitants, que únicament podien perdre la collita de l'hort.

Recentment s'estan implantant habitatges i edificis industrials en zones de terrassa T_1 . També s'han construït algunes passeres i pontets per tal de poder creuar la riera en períodes amb flux d'aigua, substituint alguns guals, i que han passat a constituir uns punts de potencial obstrucció de la circulació de les aigües i de desbordament, quedant com a punt més problemàtic el de la passera de la depuradora (**punt S10**; veure fotos S36 i S37).

6.10.11.- Propostes de millora i de gestió

Com a mesures d'amillorament de l'estat actual dels perills d'inundació, es proposen les següents:

Mesures estructurals:

Nous projectes de correcció, millora i/o manteniment de les estructures hidràuliques que han estat considerats com a punts crítics. Són:

- la modificació de la passera de la depuradora (**punt S10**) enlairant-la o ampliant-la per tal de donar-li més capacitat, ja que actualment només té $14,7 \text{ m}^2$. Alhora ampliar en

- llargada i en alçada la contenció existent a la riba dreta, que és per on sol desbordar vers l'aparcament del mercat i els habitatges de la zona.
- replantejament de les mides de la "passera nova" (**punt S8**), que presenta una llum de només 18 m².
 - Altres punts amb possibilitat de desbordament, com els **punts S6 i S7**, també podrien ser reforçats de manera estructural mitjançant algun tipus de canalització (mur o escullera) a la riba esquerra el primer i a la riba dreta el segon.
 - A la vista de les circumstàncies del darrer esdeveniment (octubre 2010) i potser també d'altres anteriors, resulta clarament recomanable la gestió del drenatge i manteniment de la llera expedida, amb suficient capacitat per al pas de l'aigua per tal que el nivell no pugi per sobre de la cota de la bolera, especialment entre el punt de la depuradora (**punt S10**) i la desembocadura. Aquesta mesura de gestió es pot complementar, com ja s'apunta en el primer paràgraf, amb la millora de la protecció de la riba dreta, substituint la simple barana (veure foto S37) per un muret (veure foto S36).

Com que situar passeres en els guals de més freqüència de pas significa un increment del perill d'obturació, de desbordament i de rebentament brusc amb l'onada de front que pot originar-se, es proposa no construir-les o projectar-les de més amplitud.

Es podria estudiar la possibilitat de transformar els ponts existents i construir els futurs de manera que fossin "giratoris" en un dels estreps, mentre que de l'altre fossin "no fixats". En el cas de ponts de gran llargada, podria estudiar-se la possibilitat que els ponts siguin de dues parts, només suportats en els estreps i de manera que fossin giratòries totes dues meitats. Així presentarien l'avantatge de poder-los col·locar paral·lels a la direcció de les aigües en moments de perill de rierada, permetent que l'aigua passi sense perill d'embussament. El gir que obrís els ponts podria ser bé per l'empenta de l'aigua o bé manualment en cas d'avis d'alerta.

Mesures de gestió:

Essencialment es basarien en el control de determinats punts del territori.

- Conscienciar a la població de la necessitat de les mesures a prendre de manera individual per a la seva pròpia defensa, com ara la col·locació de posts de defensa a les portes (i si calgués finestres i tot), així com també l'evacuació preventiva de persones i bens a plantes superiors no assolibles per les aigües, o el trasllat temporal de personal que es trobi en habitatges, càmping, horts, o indústries cap a zones més segures.
- Activar el pla d'emergències per rierada de manera efectiva i, si fos possible, amb anticipació suficient, per tal que la població pugui prendre les mesures individuals que cadascú tingui previstes.
- Reordenar urbanísticament els sectors de població potencialment sotmesos a perill d'inundació. Encara que actualment siguin relativament poc extensos, sembla que hi ha una certa tendència a anar creixent. Hi ha notícies de la possible construcció de blocs d'habitatge social a zona d'inundabilitat mitja, es a dir sobre la terrassa T₁ (entre la carretera de Cadaqués i l'esplanada de l'aparcament).
- Manteniment de la neteja en els sectors de la llera, de les ribes i dels camins, de manera que sigui suficient per a evitar l'arrossegament d'elements que puguin obturar els ponts i les passeres. Aquesta neteja s'hauria d'intensificar en freqüència en el sector proper a la desembocadura, des del **punt S10** fins al mar.
- Control de l'estabilitat de les terres i altres materials que componen els retalls d'abocador existents en la conca, així com també la seva erosionabilitat, controlant-se l'aparició de xaragalls que puguin proporcionar matèria sòlida a la circulació de l'aigua i es transportin deixalles a la mateixa platja del Port de la Selva.
- Interrupció, per part de les autoritats municipals, del trànsit per determinats trams de carretera i/o de camins en moments de perill.

En totes les possibles solucions que es puguin estudiar i projectar, caldrà valorar, a més de la disminució de la perillositat, el factor vulnerabilitat abordat des de les perspectives d'una ordenació del territori. Cal tenir present que si s'ocupa zones perilloses s'haurà de conviure amb el risc, ja que el risc 0 no existeix: sempre hi ha un risc remanent.

6.11.- Conca del Rec de Granyera (el Port de la Selva)

6.11.1.- Disposició Geogràfica: naixement, curs, desguàs

La vall del rec de Granyera és una de les conques més petites de les estudiades. Neix al Puig Traïc, té una superfície total de només 0,125 km² i una longitud de l'eix principal de 830 m (foto Y1).



Foto Y1.- Vista de la conca (a la part central de la foto), amb el cim del Puig Traïc i la desembocadura a la platja del Port de la Selva. (foto PMR, gener 2008)

Es troba situada al sud del nucli urbà del Port de la Selva i queda íntegrament dins d'aquest terme municipal. Presenta una direcció netament de E a W, amb alguna molt suau sinuositat.

El tram superior, des de la capçalera fins al petit pont peatonal, anomenat localment "Pont Rodó", (poc més amunt del **punt Y1**), és de vall estreta i de secció en "V", presenta molt pendent (38% aprox.) i queda amb la llera clarament sobre el substrat rocós. El tram mig, des del pontet fins a la part planera de la conca, queda en la seva totalitat canalitzada, del fons i lateralment; fins i tot està cobert en passar per sota d'un vial, en un petit tram d'uns 12m. El tram inferior, acabat ja el tram canalitzat (**punt Y2**), correspon al sector del ventall al·luvial, que enllaça amb la plana de la riera de Romanyac. Es tracta d'un tram en el que ja no hi ha llera pròpiament dita, ja que actualment els sediments de ventall al·luvial es troben recoberts totalment per les estructures urbanes de carrers i d'edificis i l'aigua circula per sobre dels carrers, fins entrar a la canalització construïda per fer creuar les aigües sota la carretera i el passeig, creuant posteriorment la platja per la superfície (fotos Y2 i Y3). Per a petits cabals superficials resultants de pluges moderades hi ha una xarxa d'embornals que aboquen a una petita canalització soterrada que també va a parar al **punt Y4**.

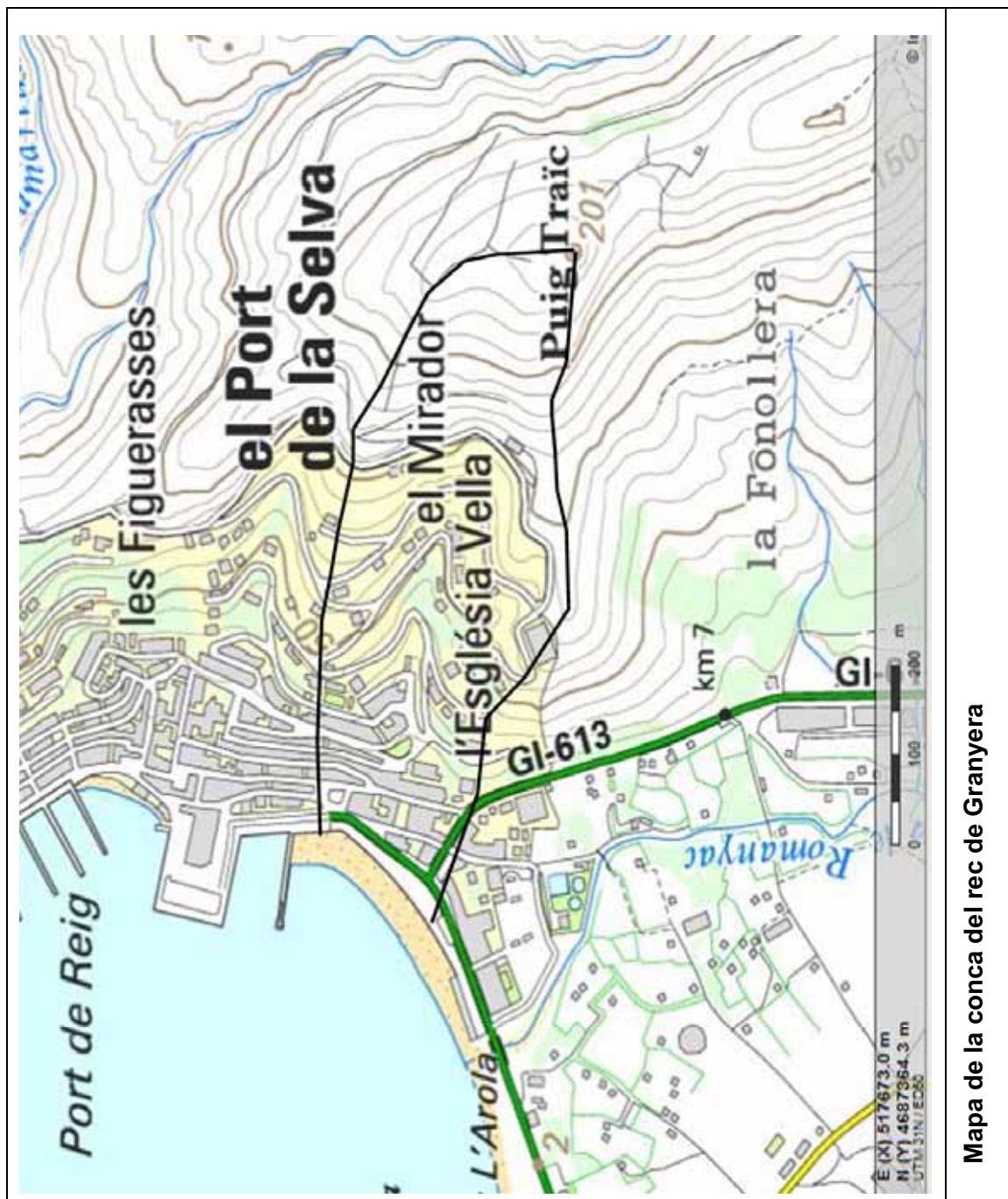




Foto Y2.- Vista de la desembocadura amb el "rec" format per l'excavació de l'aigua en la sorra de la platja. A sota del mur (sota de la paperera) hi ha la sortida del soterrament (veure foto Y3) (foto PMR, octubre 2010).



Foto Y3.- Sortida a la platja de la canalització soterrada que comença a l'embornal de Cal Mariner. Noti's que es troba bastant obturada. (foto PMR, octubre 2010).



Foto Y4.- Passatge rere Cal Mariner, amb el paviment corbat per permetre una millor circulació de l'aigua; al fons la boca d'entrada del pas soterrat (punt Y4) (foto PMR, febrer 2008)

El tram final del rec de Granyera podria haver coincidit , en el passat, amb el tram final de la riera de Romanyac o del Port de la Selva (foto Y4).

Existeix la teoria, que no ha pogut ser comprovada, que apunta el desviament de la riera de Romanyac a nivell de la depuradora, de manera que anteriorment a la traça actual la riera seguia des de la passera de la depuradora, deixant-la a l'esquerra, i passant pel carrer de la Selva de Mar es dirigia vers la carretera de Cadaqués per allà on ara hi ha un passatge i per aquí creuaria la carretera i l'actual passeig (llavors inexistent). Si es confirmés la teoria d'aquest desviament, l'acabament del rec de Granyera a nivell del carrer Major ja tindria més lògica, ja que seria el sector de desguàs o de confluència del rec de Granyera amb la riera de Romanyac. El rec seria doncs un afluent de la riera i no una conca independent directa al mar com ho és ara.

6.11.2.- Característiques del substrat

La roca del substrat, queda constituïda per esquists i pissarres amb important metamorfisme i foliació per pissarrostat i també amb intercalacions silíciques de feldspats i quarsos blancs. Es tracta d'un terreny molt tectonitzat, igual que el de la conca veïna del Port de la Selva (veure foto S9 del capítol del Port de la Selva).

Aquest substrat queda únicament visible en la part alta de la conca, en la llera i en els vessants, sempre entre la vegetació. A partir del "Pont Rodó", deixa de ser visible, ja que queda recobert per les estructures antròpiques (de canalització o d'urbanització).

6.11.3.- Característiques dels materials recents: morfologia i litologia

No hi ha terrasses ni terraplens visibles en aquesta conca. Tal i com ja s'ha exposat en el paràgraf anterior, les estructures de canalització o d'urbanització recobreixen la part mitja i inferior de la conca.

Tanmateix, es dedueix que, en el tram canalitzat i per sota de la base pavimentada, resulta possible la presència de terrassa, com a mínim de la T_0 .

Pel que fa als sediments del con de dejecció del tram inferior o de desembocadura, es dedueix la seva presència per la forma de la topografia, ja que el ventall es troba recobert en la seva totalitat per paviments de vials i per algunes edificacions. (veure la cartografia geomorfològica integrada)

El material transportat per l'aigua només és visible sobre la canalització o els carrers just després de la sedimentació i després és enretirat per l'Ajuntament. Són còdols molt poc rodats, de naturalesa esquistosa i dels quals només s'han pogut observar restes ja que el darrer episodi important correspon al 2005 i els episodis més petits deixen pocs sediments, que s'acumulen al **punt Y2**.

6.11.4.- Tipus de vegetació i usos del sòl

La vegetació resulta abundosa en la part superior de la conca, composta per pins i matolls (fotos Y5 i Y6).



Foto Y5.- Capçalera del rec de Granyera, amb el cim del Puig Traïc i la vegetació majoritària de pins (foto PMR, febrer 2008)



Foto Y6.- Detall de la vegetació que envaeix la llera, al tram alt (foto PMR, febrer 2008)

En la part dels trams mig i inferior, la vegetació també queda molt poc present a causa de les estructures urbanes que ocupen aquest sector.

6.11.5.- Ocupació humana i població

La distribució de la població dins de la conca queda molt lligada a la del tram inferior (zona del con), a partir de la sortida de la canalització i fins a l'entrada del pas sota la carretera, el passeig i la platja.

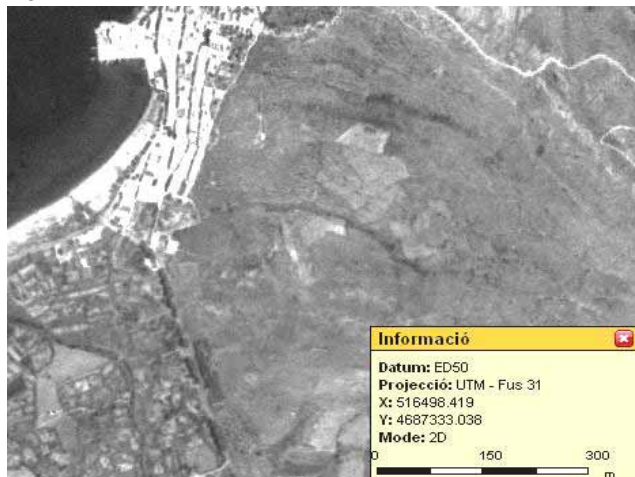
Pel que fa a la resta d'informació, la població queda totalment inclosa, a nivell administratiu, amb el municipi del Port de la Selva, i no es poden destriar. Veure doncs la conca del Port de la Selva o de Romanyac.

L'evolució o creixement urbanístic de la conca de Granyera (terme del Port de la Selva) es pot veure a partir de la documentació dels anys 1944 (cartografia topogràfica), 1956 (foto aèria) i 2010 (cartografia topogràfica)

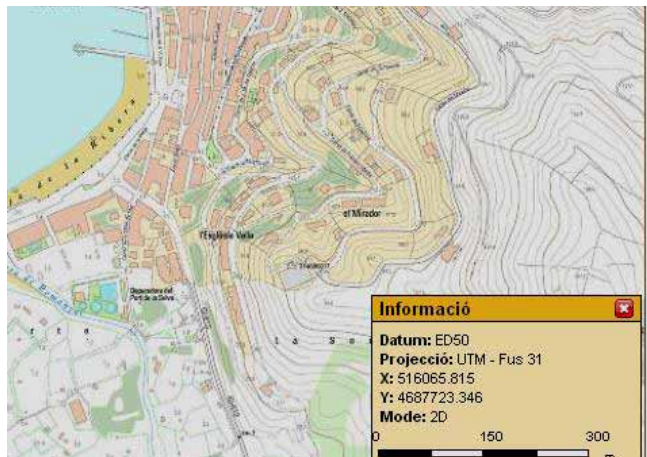
Conca de Granyera



1944



1956



2010

6.11.6.- Característiques hidrològiques de la conca

Es tracta d'una conca amb un pendent molt pronunciat en el primer tram (38%). Al tram mig el pendent és suau (10 %) però es troba canalitzat, fet que proporciona una certa acceleració a les aigües.

En arribar a la part del tram inferior, el perfil longitudinal del rec canvia bruscament, passant a ser d'un pendent molt menor (2%), canvi que propicia una frenada brusca de la velocitat, amb la conseqüent pèrdua de la capacitat de càrrega i la formació d'un ventall de dejecció, que amb el temps ha anat quedant ocupat per vials i per alguns edificis. El vial més important resulta ser la carretera de Cadaqués. El darrer sector del tram inferior correspon a la canalització per sota del la carretera de Llançà (GI-612) (**punt Y4**) i el passeig; aquesta canalització acaba a ran de platja (veure les fotos Y2 i Y3).

La velocitat de les aigües en moments de pluges sobtades, ha de resultar molt elevada, accelerada per la canalització del tram mig. La manca de llera natural o de canalització artificial en el tram inferior justament en un sector urbanitzat acaba de marcar la conca d'aquest rec com a molt conflictiva de cara a la perillositat d'inundació. (veure apartat 9.1 d'aquest capítol)

Com ja queda explicat en l'apartat 6.11.1, es diu que antigament el rec de Granyera desguassava a la riera del Port de la Selva o de Romanyac, en lloc de fer-ho directament al mar, fet que explica la terminació amb un con al·luvial en lloc tenir d'una llera pròpiament dita fins al mar.

6.11.7.- Elements antròpics que poden interferir la dinàmica hídrica

Existeixen i es diferencien algunes estructures que incideixen en la dinàmica hídrica del rec de Granyera.

6.11.7.1.- Canalitzacions

Existeixen dos trams del rec que estan canalitzats: un canalitzat a cel obert i l'altre, a la part final, soterrat.

El primer s'inicia poc abans del pont peatonal "Pont Rodó", fins arribar al carrer Major. Es tracta d'un tram amb parets laterals de pedra i el fons pavimentat. Les parets de pedra són més altes que els terrenys laterals exteriors. Té una amplada desigual, entre 3,20 i 2,30m (mitjana de 2,50 m), i una longitud aproximada de 160m (fotos Y7 i Y8).



Foto Y7.- Tram mig canalitzat al final del qual hi ha el punt de desbordament Y1 (foto PMR, febrer 2008)



Foto Y8.- Final de la canalització entre una edificació i una paret de pedra.(punt Y2) (foto PMR, febrer 2008)

A la part central de la canalització hi ha un curt tram (d'uns 15m) que queda cobert pel carrer de Fonollera. La boca d'entrada d'aquest tram cobert (foto Y9) (**punt Y1**) té una llum més reduïda respecte a la canalització precedent i és un punt que afavoreix l'obturgació.

La canalització va ser insuficient en l'aiguat del 2005, desbordant per la riba dreta a nivell del punt Y1 i circulant per sobre dels carrers fins a topiar amb la casa del carrer Major (foto Y10).

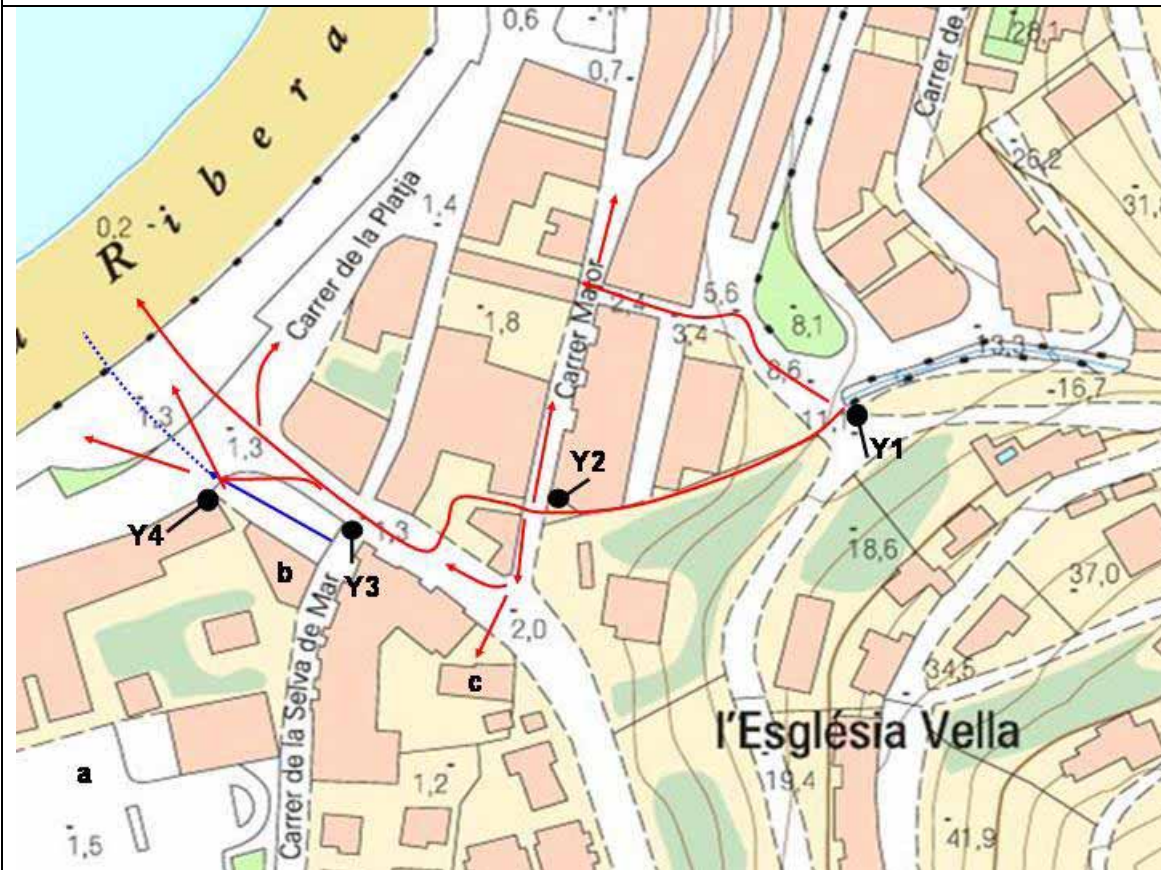


Foto Y9.- Boca d'entrada al tram soterrat de la canalització (**punt Y1**) (foto PMR, febrer 2008)



Foto Y10.- Habitatge del carrer Major, on van a topiar les aigües del rec quan desborden al punt Y1. Noti's la protecció amb post existent a la porta del garatge (foto PMR, Febrer 2008)

Esquema de la circulació del tram final de la riera de Granyera



En fletxes vermelles la circulació desbordada sobre el carrer; en fletxa blava continu circulació dins la canalització i en blau discontinu els trams de circulació soterrada. Els punts crítics negres coincideixen amb la nomenclatura de la conca. La lletra **a** indica la situació de l'aparcament del mercat, la lletra **b** l'hostal Mariner i la **c** al restaurant el Xalet.

Al final de la canalització l'aigua ja circula per sobre dels carrers. Just en aquest punt on acaba la canalització hi ha una casa amb jardí, que talla el pas de tal manera que l'aigua s'ha de desviar i circular per sobre els carrers, principalment vers la carretera de Cadaqués; tot i això, una part entra al jardí (foto Y11), que envolta la casa i surt a la carretera de Cadaqués (foto Y12).



Foto Y11.- Vista del punt Y2 i de la casa del carrer Major contra la qual topa l'aigua en arribar a aquest indret. A la dreta, la porta del jardí per on entra una part de l'aigua, per després sortir a la carretera de Cadaqués (foto PMR, octubre 2010).



Foto Y12.- Finca que fa la cantonada el carrer Major, per on entra l'aigua, amb la carretera de Cadaqués, per on es produeix la sortida d'aigua després de travessar el jardí. Noti's les perforacions a la tanca que permeten la sortida de les aigües. (foto PMR, febrer 2008)

Després de circular per sobre els carrers l'aigua s'entolla en la zona de la cruïlla de carreteres GI-612 i GI-613 i desaigua a través del segon tram canalitzat i soterrat. Aquest tram és molt més reduït de secció, i consisteix en un pas sota la carretera i el passeig, fins a la platja. La boca d'entrada es situa a la cuneta de la carretera (fotos Y13 i Y14) (**punt Y4**) i la sortida a la mateixa platja, a l'altre costat del passeig (veure fotos Y2 i Y3). Se li considera una longitud de l'ordre dels 40m. Com que la llum de la canalització és reduïda i més petita que la de la part alta, no permet el desaiguar suficient (veure la foto Y3).



Foto Y13.- Boca d'entrada del pas del rec de Granyera sota la carretera i el passeig, a ran de cal Mariner (punt Y4) (foto MAM, octubre 2010)



Foto Y14.- Interior de la boca de la foto anterior, on es veu l'arribada de dues canalitzacions laterals per la dreta i la posterior reducció de la capacitat del pas sota la carretera. (foto MAM, octubre 2010)

Com a resum podem dir que les canalitzacions tenen el problema de la insuficiència i també la de la discontinuïtat.

6.11.7.2.- Ponts i passeres

Com a ponts hi ha:

- el de la capçalera, per sobre del qual passa el carrer de Frederic Marés, de dimensions petites, menors que les de la llera natural (veure foto Y15). Quan aquí el cabal és important l'aigua passa per sobre del carrer.
- el "Pont Rodó" que és un pas peatonal o passera sobre el tram canalitzat (veure foto Y16). Aquest pont no ha presentat, fins ara, problemes perquè té una llum més gran que la canalització
- També s'hi pot incloure el curt tram de la part central de la canalització, ja exposat en el apartat anterior i corresponent al **punt Y1**.



Foto Y15.- Pont del carrer Frederic Marés sobre el rec, a la capçalera (foto PMR, febrer 2008)



Foto Y16.-Canalització en el tram mig amb el "Pont rodo" (peatonal) (foto PMR, febrer 2008)

6.11.8.- Principals esdeveniments d'aiguats i rierades

Només es disposa de dos esdeveniments històrics d'aquesta zona concreta i a més a més les dades resulten una mica confuses.

18 octubre de 1994. inundació de les oficines de l'agència Mosquera; 60 cm d'aigua a l'interior dels baixos. El Sr Santiago Musquera, biòleg, explica que majoritàriament l'aigua procedia del carrer de la Selva de Mar, però també de la de Granyera.

Dia 18 d'octubre de 2005. Segons el diari El Punt del dia 19, l'abundant pluja caiguda va fer desbordar la riera de Rubiés, que travessa el Port de la Selva. El desbordament es va produir entre les sis i les set del matí. A l'àrea del carrer de la Selva i la carretera de Cadaqués, el nivell de l'aigua a l'interior dels baixos (Hotel Mariner i bar Lluen) va assolir els setanta-cinc centímetres.

Aquesta notícia ha estat contrastada amb altres fonts i aporta errors de plantejament, ja que la procedència de les aigües d'aquesta inundació procedien en part directament de la riera de Rubiés i en part del rec de Granyera.

L'àrea inundada, s'ha indicat en la cartografia com a històrica (amb trama) i correspon al **sector Y3**.

La informació ha estat confirmada per la Maite i en Marian, propietaris de l'Hotel Can Mariner, indiquen que l'excepcionalitat de l'episodi va ser originada per l'obturació de l'embornal situat al **punt Y4** (veure fotos Y13 i Y14), a causa d'un contenidor buit arrossegat per l'aigua, que va retenir les aigües fent que el nivell de l'aigua s'elevés bastant més que en d'altres ocasions, de manera que van passar per sobre a la carretera i després a la platja. Diuen que en altres ocasions hi havia hagut inundació al sector del Xalet i voltants, però amb nivells inferiors. No s'ha pogut precisar dates ni altures de l'aigua.

Dia 13 d'octubre de 2010, el tram des del punt Y3 fins a la desembocadura va ser ocupat per les aigües de la riera de Romanyac, que podria confirmar la teoria del desviament o que

correspongui amb una línia de flux preferent. (veure detalls, fotos i esquema d'aquest episodi en la conca del Port de la Selva).

6.11.9.- Inundabilitat de la zona i punts crítics

6.11.9.1.- Punts crítics

Els punts conflictius més importants i associats a desbordaments i per tant d'increment de perillositat per inundació es centren essencialment en:

- un punt del tram mig (**punt Y1**) i
- el sector inferior, una vegada acabat el tram canalitzat (**punt Y2 i sector Y3**), tal i com queda exposat en el paràgraf anterior, i també en el **punt Y4**, quan s'obtura.

El **punt Y1**, considerat de desbordament, és on la boca d'entrada del pas soterrat del carrer Fonollera resulta insuficient o s'obtura (veure la foto Y9). Quan les aigües desborden per aquí, segueixen circulant per sobre del carrer fins a topar amb l'edifici del carrer Major (veure foto Y10), a partir del qual es produeix una bifurcació de l'aigua a dreta i esquerra, amb més tendència a la dreta per anar a inundar el sector del carrer de la Platja i el passeig.

Els principals efectes d'inundació, però, es produeixen en acabar-se la canalització de manera brusca a nivell del carrer Major (**punt Y2**). Es tracta d'un punt on deixa d'existir llera del rec pròpiament dita, de manera que les aigües passen a circular pels carrers, especialment la carretera de Cadaqués i ocupen l'altra vora de la mateixa carretera, que es troba més deprimida.

Al carrer Major, al punt Y2, tal com ja s'ha comentat, una part de l'aigua entra al jardí de la casa amb la que topa i vorejant la casa (foto Y11) i surt a la carretera de Cadaqués (veure foto Y12). Una altra part del cabal, després de topar amb la casa, es desvia a l'esquerra vers la mateixa carretera, per la qual circula fins a entrar, parcialment, a l'embornal (**punt Y4**, veure fotos Y13 i Y14). Quan el volum d'aigua és considerable, creua la carretera i ocupa les finques de l'altre costat de la carretera (restaurant El Xalet i voltants), sector que es troba en un pla bastant inferior al de la carretera (fotos Y17 i Y18).



Foto Y17.- Restaurant El Xalet, al tram inundable de la carretera de Cadaqués, i on van a parar les aigües desbordades del rec. (foto PMR, 2008)



Foto Y18.- Detall de la protecció d'una reixa d'entrada al mateix restaurant El Xalet (foto PMR, febrer 2008)

Degut a la poca capacitat de l'embornal final (**punt Y4**), tot el sector planer de la cruïlla de les carreteres de Cadaqués i de Llançà i el carrer de la Selva (**sector Y3**), queden amb les aigües molt altes, ocupant tots els baixos, tal i com s'explica en els esdeveniments d'aiguats i concretament el de l'octubre del 2005.

Un dels problemes d'aquest embornal i de tota l'àrea és la manca de pendent, ja que el sector es troba molt pocs centímetres per sobre el nivell del mar, i la carretera i el passeig fan de barrera al desguàs natural per superfície. D'aquí que els baixos de la zona procurin protegir-se amb fustes, com queda palès en les entrades de l'hotel Can Mariner (fotos Y19 i Y20).



Foto Y19.- Façana de l'hotel Cal Mariner durant el període de vacances, amb proteccions a l'aigua darrere la reixa. (foto PMR, febrer 2010)



Foto Y20.- Protecció als baixos de l'hotel Mariner a l'hivern (foto PMR, febrer 2010)

6.11.9.2. Proteccions individualitzades dels veïns en front de les aigües.

En aquesta conca s'introdueix aquest apartat degut a l'existència d'algunes mesures individualitzades de protecció de les aigües. Són proteccions que, per la seva situació, ajuden a identificar i valorar les àrees inundables.

L'experiència resultant d'anteriors inundacions ha anat portant els veïns a prendre algunes mesures orientades a minimitzar els efectes de les aigües. Essencialment, aquestes prevencions s'orienten a evitar l'entrada de l'aigua als recintes susceptibles de quedar afectats, concretament a través de les portes, i les més freqüents es basen en l'elevació de les plantes baixes al respecte del carrer i intercalant graons i també la col·locació de planxes, taulons o posts que tanquin la part inferior de les portes. Són elements, fets a mida, de fusta o de planxa metàl·lica, que es tenen sempre preparats, i es posen en unes ranures o guies ja instal·lades i clavades a la paret. L'alçada s'adapta al nivell assolible per l'aigua al carrer. Per tal que el tancament sigui més ajustat, és freqüent l'ús de tires d'esponja que segellin al voltant dels taulons. Aquesta tipologia de protecció s'anomena "**batardeau**" en francès.

Tots els elements que es descriuen a continuació, existents al nucli del Port de la Selva, s'han identificat i cartografiat, tant si es troben a la mateixa conca de Granyera (veure fotos Y10, Y18, Y19 i Y20), com a la conca del Port de la Selva (veure-hi fotos S47 i S48).

6.11.9.3.- Consideracions d'inundabilitat

La principal perillositat d'inundació del rec de Granyera es basa en la manca de llera natural en el sector final. Això obliga a l'aigua a circular per sobre dels carrers i també a ocupar la zona més deprimida existent entre la carretera de Cadaqués i la depuradora, on hi ha "el Xalet", el carrer de la Selva de Mar i nombrosos horts. Es tracta doncs d'una perillositat totalment artificial. En estat natural, en tractar-se d'una llera, la perillositat hauria de ser **alta**. En la situació actual, s'ha de considerar igualment alta ja que no s'ha produït cap millora en les condicions d'inundabilitat. Cal recordar que les canalitzacions sota la carretera i el passeig són insuficients i sovint s'obturen.

A tota la zona que correspon al con, hi ha línies de circulació preferent que coincideixen amb els carrers. Degut a la relativa freqüència dels desbordaments i circulació d'aigües pels carrers, el grau d'inundabilitat podria incrementar-se al respecte de la inundabilitat **mitja** d'altres cons de la zona.

A més, en el **punt crític Y1**, s'inicia una línia de circulació preferent artificial i exterior a la conca, que es posa en funcionament quan s'obtura el pont. El desbordament afecta el sector dels carrers Major i de la Platja.

6.11.10.- Propostes de millora i de gestió

Les propostes de millora de la situació d'inundabilitat del sector del rec de Granyera es basen essencialment en les de tipus **estructural**.

La solució a la manca de capacitat de l'entrada d'aigua a sota del carrer del punt **Y1** només pot ser la d'ampliar-la de manera que la capacitat augmenti. Es tracta d'una solució que requereix un projecte d'enginyeria vial. Complementàriament, en el sector del carrer Major on arriben les aigües desbordades procedents d'aquest punt, també es podria habilitar una recollida d'aigües suficient, amb la corresponent canalització que condueixi des del **punt Y1** fins al mateix mar. També aquí i en el darrer tram es poden tenir dificultats per manca de pendent topogràfica del terreny que permeti la circulació de les aigües..

La solució del punt de desbordament **Y2**, al final de la canalització, podria ser projectar una continuació a la canalització, que segueixi, soterradament, el carrer Major (on ara s'acaba), i després la carretera de Cadaqués i creui la de la carretera, el passeig i si calgués la platja. Cal tenir en consideració que hi ha una manca manifesta de desnivell per a donar un pendent suficient a la canalització per tal d'aconseguir un desguàs més ràpid. Com a complement es podria estudiar la possibilitat de construir un dipòsit soterrat amb bombes que impulsin les aigües al mar per contrarestar la manca de pendent i donar velocitat de sortida. Seria un procediment semblant al que s'ha instal·lat al carrer del Castellar del Port de Llançà. Caldria projectar-ho.

Com a mesures de **gestió**, únicament es pot proposar la vigilància de les autoritats municipals i l'impediment preventiu de circulació de persones i vehicles en els trams inundables en moments de perill.

D'altra banda, cadascun dels habitants del sector ha de ser avisat i hauria de preveure i activar una actuació preventiva particular, com la col·locació de barreres que dificultin l'entrada de l'aigua a les plantes baixes i l'habilitació de les plantes superiors de cara a poder evacuar les inferiors en moments de perill.

CAPÍTOL VII – LA INCERTESA: PROBLEMES I PROPOSTES

En aquest capítol es tracta, en el primer apartat, del concepte d'incertesa i les seves tipologies. A continuació el tema de la incertesa en relació a la inundabilitat en els escenaris més favorables, a és a dir, que en principi han de presentar un menor grau d'incertesa. En el segon apartat es resumeixen els principals components dels que deriva la incertesa a nivell de la perillositat d'inundació a les conques d'estudi d'aquesta tesi. Aquestes conques es poden considerar com exemple dels escenaris més desfavorables, és a dir on hi ha les condicions objectives per tenir la màxima incertesa. A partir d'aquestes informacions sobre les incerteses globals i particulars de les conques es planteja la necessitat d'obrir nous camins per disminuir el grau d'incertesa en els estudis d'inundabilitat, i més concretament en l'escenari que representen les conques petites, de regim irregular, amb respostes de tipus *flash-flood* i amb poques dades com és el cas de les d'aquesta tesi. Per últim es presenten les propostes de millora, que es desenvolupen a l'apartat metodològic.

7.1.- El problema de la incertesa

Un aspecte important en el context de la recerca internacional recent és el problema de la incertesa (uncertainty) lligada als fenòmens naturals, entre els que es troben les crescudes i inundacions. Es un tema que es va iniciar als anys 90 i que és objecte de treballs molt recents com per exemple els de Apel et al (2004 i 2008), de Merz i Thieken (2005 i 2009) Warmink et al. (2011).

Es diferencien dos tipus fonamentals d'incertesa: aleatòria i epistèmica (com també fan per exemple els autors citats Merz i Thieken). La **incertesa aleatòria** també s'anomena com a bàsica, natural o objectiva i com a variabilitat inherent o bàsica. Aquesta incertesa parteix de la variabilitat del procés en estudi i es refereix a les quantitats que són inherentment variables en el temps i en l'espai, com pot ser el cabal. La **incertesa epistèmica** prové del coneixement incomplet del sistema objecte d'estudi i, per tant, de la manera de tractar-lo, i depèn de l'habilitat d'entendre'l, de mesurar-lo i de descriure'l. També s'anomena incertesa limitada pel coneixement (limited-knowledge uncertainty), o subjectiva.

Els escenaris més favorables, és a dir, que en principi han de presentar un menor grau d'incertesa. Serien aquells en que la deducció dels cabals de disseny per establir els límits de les zones inundables es fa per mètodes matemàtics, en base a series foronòmiques llargues i que tenen els millors registres de cabals. Ara bé, el problema de la incertesa també es presenta de forma greu en aquests escenaris i en conseqüència a la zonificació de la perillositat d'inundació de conques. Aquest és el cas, per exemple, de l'Elba, que, a Dresden, disposa d'una sèrie iniciada el 1852 (més de 150 anys) i malgrat això la inundació del 2002, considerada com un episodi extrem i que va provocar molts danys, té un període de retorn que pot variar entre 85 i 185 anys segons el mètode de càlcul utilitzat (Kreibich i Thieken 2009). Hall i Anderson (2002) consideren que les dades disponibles són insuficients per validar les estimacions obtingudes en la valoració del risc d'inundació. Per exemple, uns dels esdeveniments més importants per avaluar els períodes de retorn dels episodis menys freqüents, però més energètics i potencialment més destructius, com són les crescudes de 500, generalment no es produeixen durant el període d'observació. Així, en situacions d'escassetat de dades, on no són aplicables els sistemes usuals de validació, Merz i Thieken (2009) proposen, entre altres possibilitats, buscar recursos addicionals per millorar de forma efectiva (effectively improve) els models, les dades o la comprensió del fenomen i/o del sistema.

Aquesta problemàtica ja s'ha posat de manifest al capítol que tracta dels mètodes de càlcul o estimació de cabals i especialment els que utilitzen càlculs probabilístics. A més del cas de l'Elba o del Llobregat (veure la taula CM1 del capítol V de càlcul de cabals), aquí recollim el del Rin a Colònia, on es disposa de dades històriques des del 1320 i de series foronòmiques des del segle XIX. La figura següent (figura Inc1) correspon a les dades històriques i les foronòmiques i la següent (figura Inc2) a una ampliació de les foronòmiques (Merz i Thieken,

2009). En aquests dos reculls evidencien la quantitat d'informació de què es disposa en aquest cas.

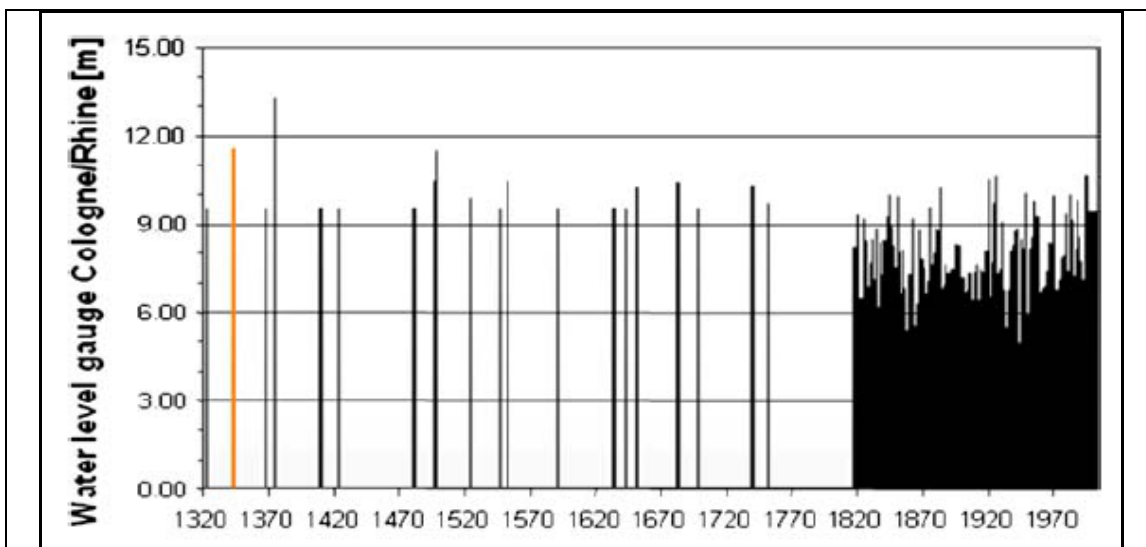


Figura Inc1. Dades de l'alçada de Rhin a l'estació de Colònia (Merz i Thieken, 2009). Les primeres deriven de documents històrics i les més contínues de registre fonòmic.

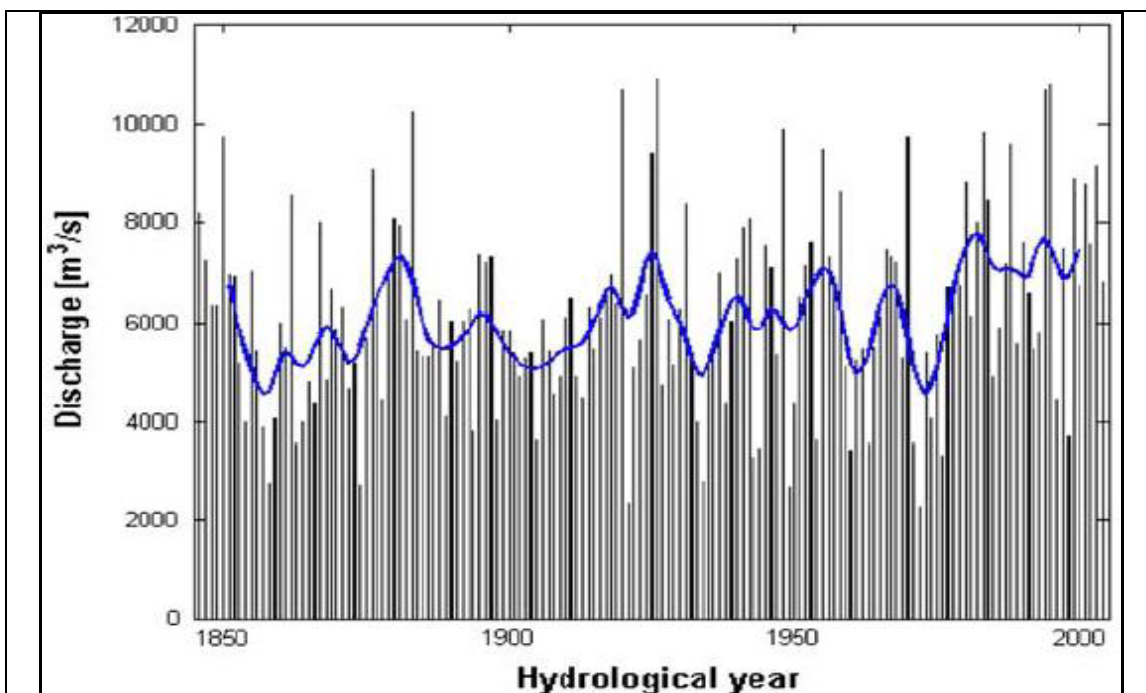


Figura Inc2. Dades de cabal del Rhin a l'estació de Colònia (Merz i Thieken, 2009).

Les taules següents (figura Inc3) permeten una visualització dels diferents resultats derivats del tractament de les dades anteriors per diferents funcions. Tant en una sèrie com a l'altre, el tractament d'aquestes dades per diferents mètodes de càlcul, dona un gran ventall de resultats pels períodes de retorn més grans, i més similars per les crescudes més freqüents. Però aquest exemple, a més, també permet visualitzar les diferències segons el tram de la sèrie utilitzada. La primera correspon al període 1846-2004 i la segona al de 1975-2004 i es veu clarament que els cabals obtinguts en cada cas són diferents i molt especialment els més extrems.

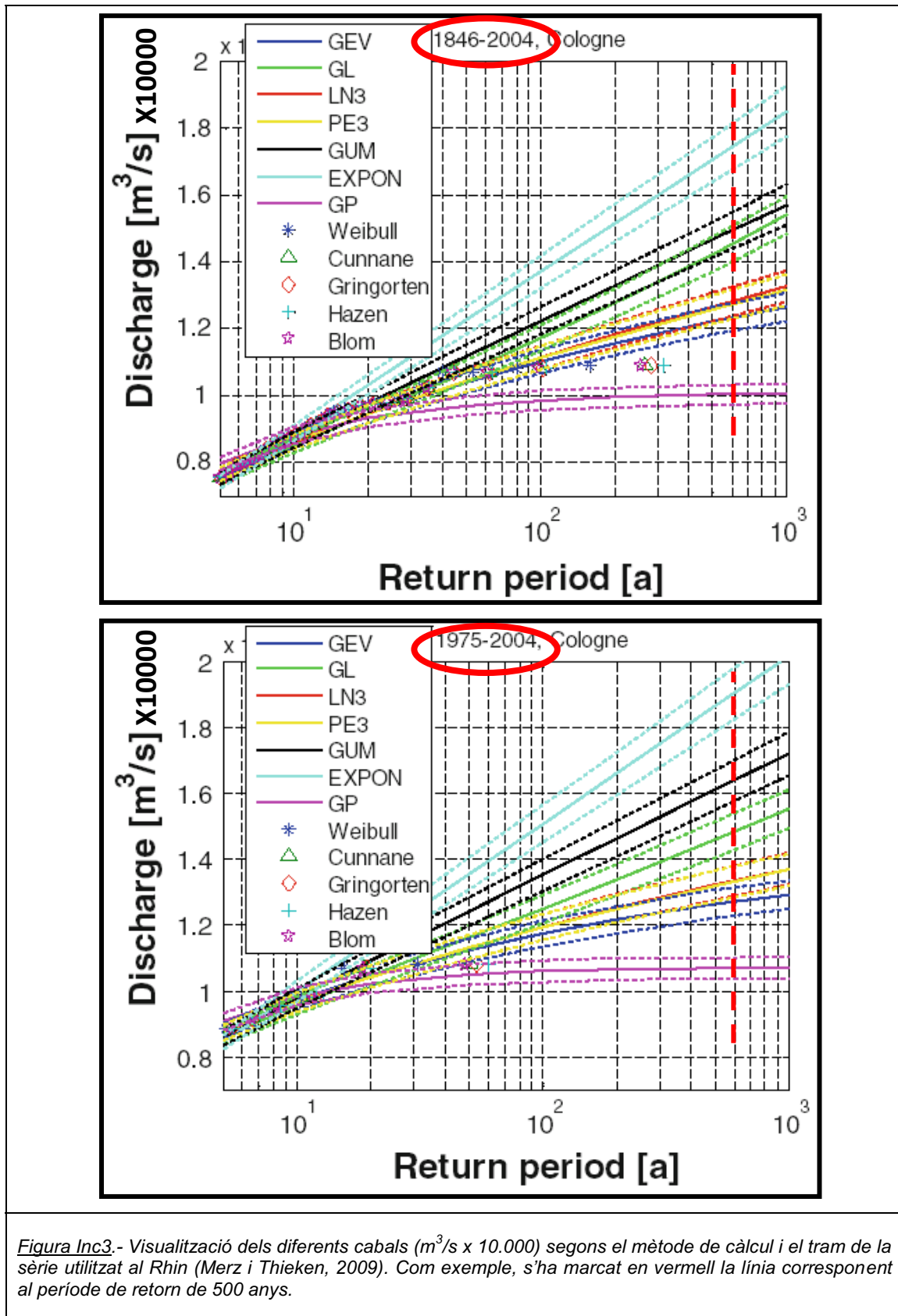


Figura Inc3.- Visualització dels diferents cabals (m³/s x 10.000) segons el mètode de càlcul i el tram de la sèrie utilitzat al Rhin (Merz i Thielen, 2009). Com exemple, s'ha marcat en vermell la línia corresponent al període de retorn de 500 anys.

En conclusió és evident que en conques grans, ben monitoritzades i amb les millors dades de cabals els graus d'incertesa és elevat i, per tant, la zonificació dels espais inundables, i per tant les superfícies corresponents poden ser molt diferents si només es basa en aquests resultats numèrics.

7.2.- Incertesa en la inundabilitat en les conques d'estudi

En aquest apartat es fa referència a la incertesa de la freqüència d'inundació a les conques estudiades i als components que la configuren.

La incertesa en aquest estudi se centra en el tema dels períodes de retorn de les crescudes desbordants de la que hem definit com a terrassa baixa T_0 , o dit d'un altra manera quina és la freqüència amb la que s'inunda la terrassa T_1 . Aquesta focalització deriva tant del fet que és a la terrassa T_1 on s'ha produït i s'està produint el desenvolupament urbà o de serveis a totes les conques, com del fet que les legislacions actuals sobre la classificació i zonificació de les zones inundables es basen, en gran part, sobre els períodes de retorn de les inundacions.

Les conques objecte d'estudi tenen un règim molt irregular, anual i interanual, amb cabals molt variables. Això és característic de la incertesa aleatòria o objectiva, és a dir de la variabilitat del procés.

També hi ha tots els components de la incertesa epistèmica, que, com s'ha dit, prové del coneixement incomplet del sistema objecte d'estudi. Aquí els components són de diversos àmbits i els podem classificar en funció de l'origen de la informació: a) instrumental, b) històrica i c) física.

A) Incertesa derivada del dèficit instrumental

Referent a la incertesa derivada del dèficit d'informació instrumental cal esmentar:

- a) primerament la manca absoluta d'estacions d'aforament dins de les conques i en les conques veïnes i per tant de sèries de cabals.
- b) en segon lloc, està l'absència pràcticament total de pluviòmetres a les conques, excepte la de Portbou. Les dades pluviomètriques de qualitat podrien permetre l'obtenció dels cabals de diferents períodes de retorn pel mètode racional (veure apartat corresponent) que, donades les limitacions d'aquest mètode, només s'han de considerar com orientatives .

B) Incertesa derivada del dèficit d'informació històrica

La incertesa derivada del dèficit d'informació històrica referent a les inundacions té una sèrie de causes:

- 1) Hi ha conques que tenen els nuclis de població antics situats fora de la zona inundable i per tant no recullen els episodis de crescudes desbordants, perquè només afecten als conreus o camins secundaris i no als bens més preuats (cases, botigues, carrers, etc.)
- 2) Hi ha conques que no tenen població estable o la tenen des de fa molt poc temps i per tant no hi ha memòria històrica .
- 3) Hi ha conques on la població està agregada a un municipi situat en un altra conca i sovint les cròniques només fan referència al nucli municipal central.
- 4) Hi ha el cas de la conca de Colera. A petició d'uns veïns de Molinàs i de Portbou, la Diputació de Girona, en data 10 d'abril de 1885, va dictar una ordre on el municipi de Sant Miquel de Colera passava a formar part del de Portbou. Com a reacció, els veïns de Colera, en desacord amb aquesta ordre, varen cremar els arxius de l'ajuntament el 23 de maig de 1885. Posteriorment, el 2 de juliol de 1934, el President de la Generalitat va autoritzar la segregació de Colera del terme municipal de Portbou. Ara bé, malgrat aquests elements que expliquen el dèficit d'informació històrica, com que hi ha població de la zona urbana que està en zona inundable aquesta conca ha subministrat algunes dades d'inundació.

En conclusió es pot afirmar que la manca d'informació històrica no implica manca d'inundació. Per això, com s'explica més endavant, la proposta metodològica que es planteja per disminuir la incertesa és ampliar l'anàlisi i fer-la a nivell multiconca (tal com es tracta al capítol VIII).

C) Incertesa derivada de la informació física

Pel que fa al que hem classificat com a incertesa derivada de la informació física també es poden diferenciar una sèrie de factors:

- 1) La topografia de les diferents conques disminueix la representativitat, pels càlculs detallats de cabals, de les dades pluviomètriques de les estacions meteorològiques situades fora de les conques d'estudi. Les dades d'aquestes estacions poden, en canvi, servir per veure globalment les freqüències de pluges de diferents magnitud i relacionar-les amb les de les inundacions.
- 2) L'esquistositat i la fracturació dels materials del substrat de les conques d'estudi determina la mida dels fragments disponibles per ser transportats pels corrents fluvials i, per tant, condiciona els resultats dels cabals obtinguts pels mètodes que fan servir la mida dels blocs més grossos (Costa, 1983). Per tal que els resultats siguin vàlids la mida dels materials transportats hauria d'estar controlada només per l'energia del corrent fluvial; dit d'una altra manera, a la conca haurien d'existir totes les mides possibles capaces de ser transportades pel corrent de la conca. Aquesta condició és molt probable que no s'acompleixi a les conques d'estudi i per tant que els cabals que s'obtidrien estarien subdimensionats.
- 3) Els processos de sedimentació i erosió posteriors a les crescudes poden modificar les seccions del canal fluvial i, per tant, no correspondre a l'episodi que es vol estimar. Poden donar cabals sobre o subdimensionats.
- 4) El coeficient de rugositat de Manning és un element en si mateix difícil d'assignar (tal com es comenta a l'apartat del mètodes de càlcul de cabals). Per altra banda, els processos posteriors a l'episodi que es vol estimar poden haver modificat les característiques granulomètriques del llit i per tant del coeficient de rugositat.
- 5) Les marques o indicadors de nivell de l'aigua per reconstruir els perfils longitudinals i transversals de les grans crescudes antigues, que podrien ser útils com a inundació de referència, rarament es conserven. En el cas de les conques d'aquest estudi la inundació més grossa i recent és la de l'any 1987 i les dades que s'han trobat són molt puntuals i ha estat necessari fer extrapolacions.
- 6) La difícil i/o imperfecta predicció temporal dels episodis d'inundació degut a la mida de les conques i la seva relació amb el desplaçament i posició de les tempestes més intenses (com més intensa és la tempesta més petit és la mida del seu nucli). Això, fa difícil establir la possible coincidència i el moment en que es poden produir els episodis d'inundació.
- 7) La rapidesa i variabilitat de la resposta hidrològica de la que deriva el reduït lapse de temps per actuar davant la crescuda i que s'afegeix al problema anterior de la predicció temporal. La resposta de tipus *flash-flood* de les conques de la zona és funció de la mida de la conca, el pendent i el grau d'impermeabilitat del substrat. A més, el cronograma de la crescuda pot variar segons les condicions d'humitat anteriors a l'episodi.

Per últim, cal recordar que ni en el millor dels casos, és a dir quan es disposa d'estacions d'aforament a les conques, amb series de registre llargs superiors a 150 anys, els resultats, tant dels cabals com dels períodes de retorn, són incerts (com són els casos, per exemple, del riu Elba o el Danubi, segons Kreibich i Thieken, 2009)

7.3.- Proposta de reducció de la incertesa en conques petites i amb poques dades

El mètode que s'utilitza en aquesta tesi, tal com s'ha exposat anteriorment, es basa en el "Mètode Geomorfològic Integrat" (Fernández-Lavado et al. 2007, Furdada et al. 2008, Taous, A, et al. 2010), amb paral·lelismes amb el "Mètode hidrogeomorfològic" francès (Ballais et al. 2005, Chave et Ballais, 2006, Ballais et al, 2011). Ara bé, el mètode original està enfocat a conques individuals, és a dir amb un tractament com a conca única. Aquest enfocament és acceptable on la recerca i la disponibilitat real permeti obtenir dades suficients, dels diferents tipus que requereix el mètode, per obtenir resultats fiables. En el cas d'una conca amb regim irregular i poques dades, evidentment, els resultats obtinguts estaran encara més condicionats per la qualitat de les dades.

Dins del desenvolupament de la tesi s'ha vist que l'àmbit de recerca ofereix unes condicions que poden permetre un progrés (*improvement*) del Mètode Geomorfològic Integrat i un sistema de reducció de la incertesa, d'acord amb les propostes de Merz i Theiken (2009).

Així, en el decurs de la recerca, davant dels problemes de la incertesa dels fenòmens naturals i de les limitacions del Mètode Geomorfològic Integrat si s'aborda des de la perspectiva de conca individual, es pretén donar una nova perspectiva al mètode, a partir d'una anàlisi multiconca. Aquesta anàlisi implicarà la comparació de les respostes hidrològiques, els factors de control i els registres documentals, geomorfològics i antròpics i se'n deduiran les característiques comuns i distintives a fi de poder acotar les freqüències d'inundació amb la màxima fiabilitat possible. La seva concreció es desenvolupa als apartats corresponents (Capítol IV "Metodologia" i Capítol VIII "Anàlisi Multiconca").

CAPÍTOL VIII – ANÀLISI MULTICONCA-MULTIFUNCIÓ PER LA DETERMINACIÓ DE LES FREQUÈNCIES D'INUNDACIÓ A LES CONQUES DE LA ZONA

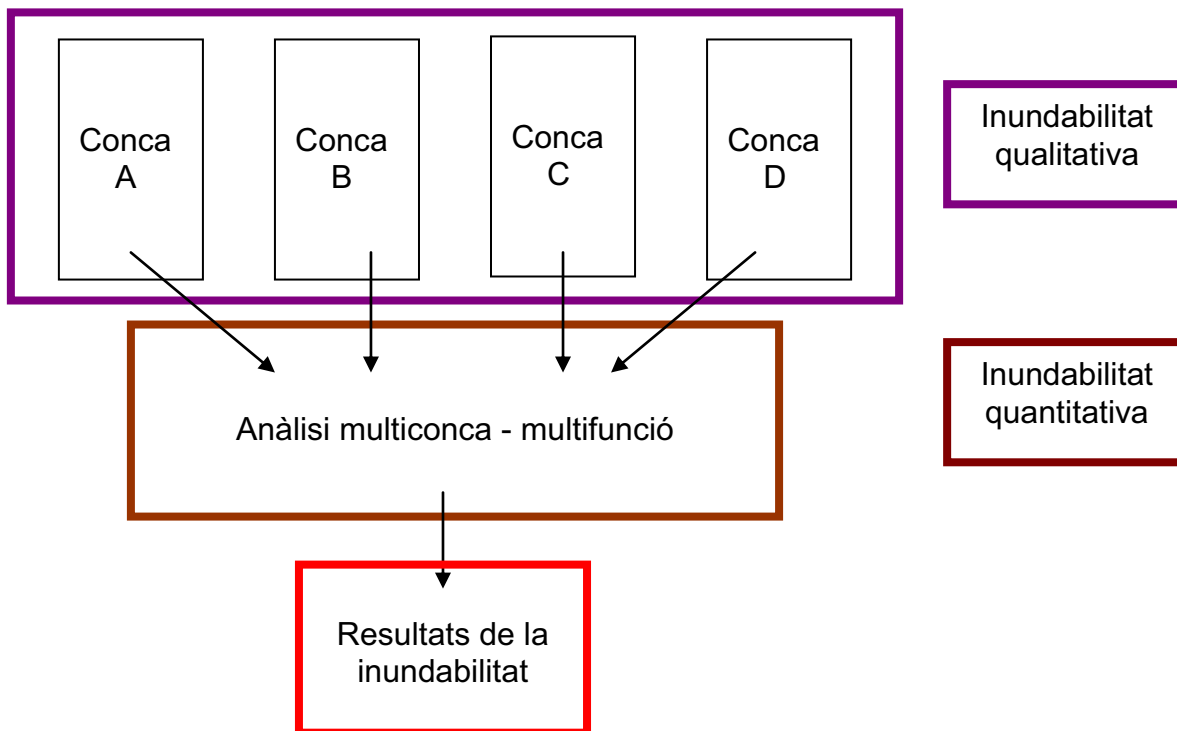
8.1.- Introducció

L'objectiu d'aquest capítol és acotar la freqüència de les inundacions que afecten a les conques de la zona d'estudi.

A cada una de les conques s'ha establert uns tipus o categories d'inundabilitat basats en la velocitat, el calat i la freqüència de les inundacions. El factor freqüència assignat és qualitatiu i no es pot acotar, a la majoria de les conques, per insuficiència de dades. Aquesta situació de manca o insuficiència de dades a cada conca, o poca representativitat de les disponibles, dona com a resultat un alt grau d'incertesa si es tracten les conques individualment.

Per aquests motius es proposa un tractament multiconca i multifunció de les dades, tractaments que poden facilitar l'establiment de freqüències.

La idea pot presentar-se mitjançant el següent esquema:



Els paràmetres que normalment s'utilitzen per establir les freqüències de les inundacions són: a) les dades foronòmiques d'estacions d'aforament a partir de les quals es poden estimar els T_r (períodes de retorn) dels cabals desbordants, b) les dades de precipitació a partir de les que s'estimen les pluges de diferents períodes de retorn i c) les dades històriques d'inundacions.

Tal com s'ha indicat al capítol VII dedicat a la incertesa, un problema important és la total absència d'estacions d'aforament a la zona, cosa habitual en aquest tipus de conca.

En aquest capítol, per tant, es tractaran les dades de precipitació i les dades històriques o de camp proporcionades per les diferents conques, ja que no existeixen estacions d'aforament. Els càlculs de cabals són molt puntuals, tal com s'explica al capítol V, o al de la conca de Colera (6.3.6).

8.2.- Dades de precipitacions

Primerament cal indicar que realment només es disposa de 3 estacions meteorològiques dins de la zona d'estudi, amb sèries incompletes i/o relativament curtes. Una és la de Portbou, l'altra la de Port de la Selva i la del Port de Llança. Com el seu nom indica, totes 3 estan a la desembocadura. Per aquest motiu també es recorre a les dades d'estacions fora de les conques, que malauradament també tenen sèries incompletes i/o relativament curtes. Les estacions són de l'AEMET (Agència Estatal de Meteorologia) o del Servei Meteorològic de Catalunya (MeteoCat), algunes de les quals estan actualment fora de servei.

L'establiment de períodes de retorn de les inundacions a partir de les dades de precipitacions és un dels sistemes més habituals. Això és degut a l'absència o reduït nombre d'estacions d'aforament a la majoria de països, desenvolupats o no. Es tracta d'un mètode alternatiu que presenta una sèrie de problemes que ja s'han comentat en capítols anteriors.

Amb les sèries de precipitacions màximes anuals en 24 hores s'estimen els T_r de les pluges de les estacions. A partir d'aquestes estimacions s'obté o bé el període de retorn de la precipitació del dia de la inundació o bé els cabals generats per les pluges de diferents T_r , mitjançant mètodes de transformació (generalment el mètode racional, veure capítol V, apartat 5.2).

L'obtenció de freqüències d'inundació a partir de les precipitacions és un mètode alternatiu que presenta una sèrie de problemes. Els referents a l'estimació de cabals inundants s'ha tractat bàsicament al capítol V, sobre el seu càlcul.

Aquí es tractarà de la deducció de les freqüències de les pluges que generen les inundacions.

8.2.1.- Precipitacions per estacions i períodes de retorn

La primera taula (taula AMM1) recull les pluges màximes anuals en 24 h ($P_{max 24h}$) del Servei Meteorològic de Catalunya. Només té l'estació de Portbou D6 dins de la zona d'estudi i per això s'han recollit, d'aquesta institució, les dades de les altres estacions més properes.

Taula AMM1.- Precipitacions màximes anuals en mm en 24 hores de les estacions de la zona o properes del Servei Meteorològic de Catalunya											
Sant Pere Pescador U2		Cabanes U1		Roses D4		Portbou D6		Espolla V2		Castelló Empúries W1	
18/11/1989	47										
12/10/1990	32										
26/10/1991	41	26/10/1991	49								
22/06/1992	140	22/06/1992	33								
01/11/1993	166	01/11/1993	69								
10/10/1994	151	10/10/1994	122								
09/12/1995	68	13/10/1995	42								
15/03/1996	71	28/01/1996	82	06/12/1996	42						
01/06/1997	50	16/12/1997	60	26/11/1997	33						
03/02/1998	55	27/05/1998	65	03/12/1998	55	18/08/1998	18				
12/01/1999	401	12/11/1999	172	03/05/1999	37	06/09/1999	59				
23/12/2000	53	23/12/2000	117	23/12/2000	106	23/12/2000	17	23/12/2000	42	23/12/2000	45
17/11/2001	76	14/11/2001	94	16/01/2001	128	15/11/2001	85	15/11/2001	63	15/11/2001	69
09/10/2002	70	03/04/2002	159	08/05/2002	69	03/04/2002	80	03/04/2002	75	03/04/2002	89
03/12/2003	47	17/10/2003	106	17/10/2003	60	03/12/2003	80	17/10/2003	54	06/01/2003	52
16/04/2004	80	16/04/2004	82	16/04/2004	105	16/04/2004	84	16/04/2004	107	16/04/2004	67
13/10/2005	132	18/04/2005	90	13/10/2005	137	18/10/2005	117	08/02/2005	85	17/05/2005	81
13/09/2006	71	13/09/2006	116	28/01/2006	40	29/01/2006	71	13/09/2006	80	13/09/2006	203
17/02/2007	56	10/10/2007	51	22/12/2007	40	18/02/2007	44	17/02/2007	47	17/02/2007	66
26/12/2008	47	26/12/2008	49	26/12/2008	68	26/12/2008	83	26/12/2008	140	26/12/2008	58

Notacions i simbologia de la taula.
Indica el nom de l'estació i el codi. Per cada estació el dia/mes/any en que es produeix la Pmax anual en 24h. En colors s'indiquen : **en blau** els anys en que s'han produït inundacions a una o varies conques de la zona d'estudi; **en negretes** quan el dia de la inundació coincideix amb el de la Pmax; **en vermell** quan precisament manca la dada de pluja del dia de la inundació i **en groc** els anys incomplets

Aquesta taula sobre les estacions del Servei Meteorològic de Catalunya, posa de manifest una sèrie d'aspectes entre els que es pot destacar:

- a) Que no és aconsellable calcular períodes de retorn de les pluges màximes anuals en 24h, perquè no serien significatives, ja que són curtes i/o incompletes. Això és especialment greu a l'estació de Portbou, que és l'única situada dins la zona estudiada, i només disposa de 2 anys complets.
- b) Que el dia en què es produeix la pluja màxima no sempre coincideix amb el dia de la inundació.
- c) Que en cas de coincidència entre el dia de la inundació i la pluja màxima, els valors poden ser molt diferents entre les estacions, com per exemple el dia 16/04/2004.
- d) Que en alguns casos falten precisament les dades de precipitació del dia de la inundació, fonamentalment perquè els pluviòmetres es malmeten.

A continuació s'inclou la taula AMM2, que recull els períodes de retorn obtinguts a partir de les estacions de la xarxa estatal de meteorologia (actualment AEMET, abans INM) a dins la zona o properes, algunes fora de servei actualment. Són valors publicats o proporcionats per la Delegació de Catalunya de l'AEMET.

Taula AMM2.- Períodes de retorn segons diferents fonts, de precipitacions màximes anuals en 24h en mm, en les estacions de la zona d'estudi o properes, de l'AEMET

Estació	Font inf.	Període	T2	T5	T10	T50	T100	T500
Port de la Selva 433E	2	1971-1997	71	102	126	186	214	288
Port de la Selva 433E	3	1971-1994	78	121	150	213	239	300
Port de la Selva 433E	4	NS						
Port de Llança 433K	4	DI						
Portbou 437	4	1975-1993	126	194	240	340	383	481
Cadaqués 433	1	1960-1979	87	195	266	424	490	644
Cadaqués 433	2	1934-1999	81	132	171	274	323	451
Cadaqués 433	3	1969-1994	89	160	206	309	352	453
Cadaqués 433	4	NS						
Cadaqués 433A	4	DI						
Castelló d'Empúries 431	3	1952-1994	72	111	137	195	219	275
Roses	3	1940-1961	91	127	152	205	227	279
Roses 432A	4	1928-1960	96	138	166	227	253	313
Roses 432C	4	1986-2008	92	137	167	184	261	326

Notes:

Estació: Nom i codi de l'estació

1 = Las precipitaciones máximas en 24 horas y su periodo de retorno en España (Ministerio de Medio Ambiente, Dir. Gral. INM, series monográficas, 1998)

2 = Estudio sobre las precipitaciones máximas diarias y periodos de retorno para un conjunto de estaciones pluviométricas seleccionadas de España (CD Min. M. Amb 2007)

3 = Análisis espacial y temporal de las lluvias extremas en Catalunya. Modelización y clasificación objetiva (Casas M.C., 2005) <http://www.tdx.cat/TDX-0218105-091051>

4 = Valors proporcionats per la Delegació de Catalunya de l'AEMET

Període, que no coincideix amb els anys utilitzats, perquè les series son incompletes

NS: els resultats no son significatius

DI: Dades insuficients/series incompletes

Aquesta taula permet visualitzar els diferents valors per una mateixa estació i període de retorn, en funció de la font d'informació i dels anys utilitzats de la sèrie. Les diferències augmenten, com és d'esperar, a l'augmentar el període de retorn.

Excepte en els períodes de retorn subministrats per la Delegació de Catalunya de l'AEMET, no es sap el nombre d'anys reals utilitzats en aquests càlculs, ja que d'alguns anys no hi ha cap registre i altres no s'utilitzen perquè són incompletes. Per les estacions de l'AEMET ha estat possible estimar els períodes de retorn (ajust de distribució de Gumbel) que es recullen a les taules següents (taules AMM3).

Taula AMM3a.- Estació Portbou 437			
Tr (anys)	ESTIMACIÓ PRECIPITACIÓ MÁXIMA ANUAL DIARIA (mm)		
	Valor extrem estimat	Interval de confiança al 80%	
		Límit inferior	Límit superior
2	126	99	158
5	194	156	255
10	240	191	320
15	266	211	359
25	298	235	405
50	340	268	470
75	365	287	508
100	383	300	534
200	425	331	597
500	481	372	679

Nombre d'observacions: 10; Valor màxim de la mostra: 213 mm

Taula AMM3b.- Estació Roses 432A			
Tr (anys)	ESTIMACIÓ PRECIPITACIÓ MÁXIMA ANUAL DIARIA (mm)		
	Valor extrem estimat	Interval de confiança al 80%	
		Límit inferior	Límit superior
2	96	86	107
5	138	123	157
10	166	148	191
15	181	161	211
25	201	178	236
50	227	200	269
75	242	212	288
100	253	221	301
200	279	243	334
500	313	272	377

Nombre d'observacions: 29; Valor màxim de la mostra: 168 mm

Taula AMM3c.-Estació Roses 432C			
Tr (anys)	ESTIMACIÓ PRECIPITACIÓ MÁXIMA ANUAL DIARIA (mm)		
	Valor extrem estimat	Interval de confiança al 80%	
		Límit inferior	Límit superior
2	92	77	109
5	137	116	168
10	167	140	209
15	184	154	232
25	205	171	260
50	233	193	299
75	250	206	321
100	261	215	337
200	289	236	376
500	326	265	427

Nombre d'observacions: 15; Valor màxim de la mostra: 178 mm

En canvi, per a les estacions de Port de la Selva (433E) i Cadaqués (433) els resultats de l'ajust no eren significatius. Al calcular el període de retorn de precipitacions màximes, el valor de p del test de Kolmogoroff-Smirnoff (per un nivell de significació del 5%) és 0,69 per la primera i de 0,36 per la segona (segons l'AEMET a Catalunya). Pel que fa a les estacions de Port de Llança (433k) i Cadaqués (433), valors de molts anys s'han d'eliminar per l'existència de llacunes i els anys complets són insuficients per fer el càlcul (segons l'AEMET a Catalunya).

Les estacions són poques a la zona, amb sèries curtes i incompletes. Uns períodes de retorn existents són molt diferents, i d'altres no es poden calcular amb les sèries curtes i incompletes. Hi ha més divergència en els períodes de retorn grans.

8.2.2.- Precipitacions associades a les inundacions

En aquest apartat es recullen les dades de precipitació associades a les inundacions a fi d'analitzar-les i valorar, si és possible, la seva freqüència o període de retorn.

Les inundacions poden ser generades per la pluja d'un sol dia (24h de registre) o bé per un episodi de precipitacions superior a 1 dia, i que a la zona s'ha arribat a 9 dies en l'episodi de l'octubre de 1994.

S'ha fet una taula de síntesi i unes taules de detall pels principals episodis d'un dia (taula AMM5) i de més d'un dia (taula AMM6). La taula de síntesi (taula AMM4) recull dades de diferents procedències, en estacions dins de la zona d'estudi o relativament properes:

- a) estacions de la xarxa estatal de Meteorologia (AEMET):
Portbou 437, Port de Llança, 433K Port de la Selva, 433E Cadaqués 433 i Roses 432C.
- b) estacions del Servei Meteorològic de Catalunya (MeteoCat- XEMA):
Cabanès U1, Castelló d'Empúries W1, Espolla V2, Portbou D6, Roses D4 i Sant Pere Pescador U2.
- c) altres dades de precipitació de fons no oficials (per ex. diaris, aficionats)
- d) els totals mensuals d'estacions franceses a l'altra banda dels Pirineus, que complementen la informació.

Taula AMM4.- Síntesi de la pluviometria dels episodis d'inundació														
any	data	Estacions											Altres dades no oficials	<i>Total mensual estacions França *</i>
		Portbou 437	Port de Llança 433K	Port de la Selva 433E	Cadaqués 433	Roses 432C	Cabanes U1	Castelló d'Empúries W1	Espolla V2	Portbou D6	Roses D4	St. Pere Pescador U2		
1913	??													
1917	29 set.												Sant Miquel	
1919	??													
1920	30 set.													
1933	20 des.				0									
1940	17-18 oct.					0 **							Vall Tec 1000	
1962	17 oct.				0									
1965	23 oct.													824 B i PV, 623 C
1966	Oct.??													
1969	Març??													
1975	??													
1977	5 gener													
1982	??													
1986	1/5 març	133	71		38	39								
1986	15 oct.	0	151		0	15								
1987	2-3 oct.	---	190	191	178	110							Peralada 271 Garrigue. 209	543 B (426 en 2 dies) 237 A 222 C
	3 oct	?	168	70	22	58		153						
1989	17/18 nov			78	40	62						55	Llança 220	294 A
				54	35	45						46		
1993	27oct/ 1nov.	483	183	205	139	167	176					318	Ventalló 100	584 B 488 C
	1 nov	200	35	62	19	60	69					166		
1994	10/19 oct.		438	455	326		222					550		
	18 oct.		0	57	43		64					150	Portbou 185 Roses i Colera: 210 Llança: 175/22 ≠ fonts	371 B 283 C
1997	13 nov.			>0.1	>0.1	0	0.7				0	0		
1999	12 gener			0	2	5	0				0	401		
1999	12 nov.			72	47		171			--	--	59	Espolla 205	
2005	11/18 oct.			324	287	322	--	--	223	324	303	215	Llança 188 Agullana 140	332 B 217 C
	18 oct.			12	2	58	89	30	68	116	54	7		
2006	12/14 set.		201	99	72	93	129	256	100	--	71	96	Llança 114	164 B
	13 set.		130	44	20		116	202	80		35	71		
2008	26 des.		62		62	71	49	58	139	82	68	46		
2010	9/13 oct.			165	153		165	117	173	177	210	125	Llança 92	
	13 oct.			> 0.1	4		12	9	7	29	31	6		

* B = Banyuls, C = Cap Béar (cap de Biarra), PV = Portvendres, A = Argelers (totals mensuals)
 ** A l'estació Roses 432A
 En blau: principals inundacions
 --- falten els registres d'alguns dies
 Dada d'estació meteorològica, però molt puntual
 Les inundacions produïdes per varis dies de pluja consecutiva s'indica el total de l'episodi en negretes i, a sota, el dia en que es produeix la inundació i la pluja del dia.

Les dades de precipitació disponibles actualment a la zona o properes comencen l'any 1986, tal com queda registrat a la taula AMM4. De l'anàlisi d'aquestes dades resulta que, des del 1986, s'han enregistrat un total de 13 de les inundacions. D'aquestes 8 s'han generat per episodis de precipitació superiors a 1 dia i 5 s'han produït per la pluja d'un sol dia (24h).

Si es segreguen i s'analitzen les pluges de les inundacions produïdes per un sol dia es poden fer una sèrie de valoracions (taula AMM5):

- La inundació del 15 d'octubre de 1986 només té un registre de pluja al Port de Llança amb un valor de 151 mm que podria estar associat a la precipitació causant de la inundació tot i que l'estació està en la zona de desembocadura. Aquesta precipitació tindria un període de retorn entre 5 i 10 anys segons les estimacions de les taules AMM2 i AMM3 (a, b i c). La possibilitat que estigui associada a precipitacions anteriors no sembla satisfactòria perquè, en els pocs registres disponibles, les pluges dels dies anteriors són bastant reduïdes.
- La inundació del 13 de novembre de 1997 correspon a pluges pràcticament inapreciables. Això aquí tampoc no pot ser degut a pluges acumulades de dies anteriors, perquè, almenys a les estacions amb registre, les pluges van ser majoritàriament de 0 a < 1 mm. Ara bé, pot ser deguda a pluges més localitzades, ja que no hi ha estacions i/o dades de zones com, per exemple, Portbou.
- La inundació del 12 de novembre de 1999 les pluges enregistrades a totes les estacions donen valors entre 47-72 mm, excepte a Espolla i Cabanes. En aquest cas és possible que la precipitació representativa de la zona fos d'aquesta magnitud, cosa que correspondria a un període de retorn de 2 anys per qualsevol de les estimacions de les taules AMM2 i AMM3 (a a c).
- Referent a les inundacions del 12 de gener de 1999 i del 26 de desembre del 2008, en realitat no es té constància de que es produïssin a la zona d'estudi. Per tant es podria prescindir d'aquests dos episodis. La del 1999 és un cas similar al del 1997 amb pluges pràcticament inapreciables, i la de 401 mm a Sant Pere Pescador s'interpreta com un nucli singular de precipitació i allunyada de les conques d'estudi. Per la del 2008 les pluges enregistrades a totes les estacions donen valors entre 46-82 mm, excepte a Espolla.

Taula AMM5.- Resum de la pluviometria de les inundacions associades a episodis d'un sol dia de precipitació														
any	data	Estacions											Període de retorn estimat (anys)	
		Portbou 437	Port de Llança 433K	Port de la Selva 433E	Cadaqués 433	Roses 432C	Cabanes U1	Castelló d'Empúries W1	Espolla V2	Portbou D6	Roses D4	St. Pere Pescador U2		Altres dades no oficials
1986	15 oct.	0	151		0	15								No sig. a 5 i 10
1997	13 nov.			>0.1	>0.1	0	0.7				0	0		No sig.
1999	12 gen.			0	2	5	0				0	401		No sig
1999	12 nov.			72	47		171			--	--	59	Espolla 205	2
2008	26 des.		62		62	71	49	58	139	82	68	46		2

Notes:
 en verd els valors considerats per estimar el període de retorn.
 No sig. = Dades no significatives

Pel que fa a les inundacions provocades per més d'un dia de pluja és evident que no es pot utilitzar el període de retorn del dia de la inundació de les taules AMM2 i AMM3 (a a c), ja que els períodes de retorn calculats són per pluges en 24h. També és difícil fer servir les precipitacions d'aquests episodis per acotar les freqüències en què s'assoleixen, ja que aquests valors són acumulats i no hi ha taules de períodes de retorn basats en precipitacions acumulades i a partir de les quals derivar les de les inundacions.

Per facilitar l'anàlisi es fa la taula AMM6 segregant només aquests episodis indicant el total acumulat.

Taula AMM6.- Resum de la pluviometria de les inundacions associades a episodis de més d'un dia de precipitació														
		Estacions												
any	data	Portbou 437	Port de Llança 433K	Port de la Selva 433E	Cadaqués 433	Roses 432C	Cabanes U1	Castelló d'Empúries W1	Espolla V2	Portbou D6	Roses D4	St. Pere Pescador U2	Altres dades no oficials	Total mensual estacions França *
1986	1/5 març	133	71		38	39								
1987	2-3 oct.	---	190	191	178	110							Peralada 271 Garrigue. 209	543 B (426 en 2 dies) 237 A 222 C
1989	17/18 nov.			78	40	62						55	Llança 220	294 A
1993	27oct/ 1 nov.	483	183	205	139	167	176					318	Ventalló 100	584 B 488 C
1994	10/19 oct.		438	455	322		222					550		
2005	11/18 oct.			326	287	342	---	---	223	324	303	215	Llança 188 Agullana 140	332 B 217 C
2006	12/14 set.		201	99	72	93	129	256	100	---	71	96	Llança 114	164 B
2010	9/13 oct.			165	153		165	117	173	177	210	125	Llança 92	

El nombre de casos entre el període 1986-2010 és només de 8, i s'ha tractat d'agrupar-los. Es configuren bàsicament 3 tipus:

- Tipus **a**: inferiors a 100 mm o molt propers a 100 mm, que serien: març de 1986, amb l'estació de Portbou que enregistra 133mm, i novembre del 1989.
- Tipus **b**: entre 100 i 200 mm, que serien octubre 1987, però amb el problema que no es té registrada la pluja total a Portbou, perquè es va malmetre el pluviòmetre i per tant pot ser superior al de les altres estacions. La d'octubre-novembre 1993, amb les excepcions de Portbou i Sant Pere Pescador i la de octubre de 2010.
- Tipus **c**: superiors a 200 mm, que serien: octubre 1994 i octubre 2005.
- L'episodi de setembre de 2006 estaria entre el conjunt (a) i (b).

Per tant el període 1986-2010 es podria considerar de dues maneres. La primera seria dividir el període per nombre de casos de cada tipus i resultaria que el episodis de tipus **a** i **c** es produirien amb una freqüència de 12 anys i el tipus **b** amb una de 8 anys. La segona seria dividir el període pel total de casos per obtenir el nombre de vegades que es donem pluges acumulades que provoquen inundacions i donaria una freqüència de 3 anys. La primera aproximació presenta problemes ja que els tipus **a** i **c** tindrien la mateixa freqüència i això es contradiu amb el principi bàsic de que la quantitat de precipitació és inversament proporcional a la freqüència. Tant en la primera com en la segona aproximació es dedueix la freqüència en base al nº d'inundacions i no estrictament en les precipitacions, que és el que es pretenia.

Per intentar acotar els períodes de retorn de les pluges acumulades que generen inundacions, es pot comparar els seus valors amb els de les pluges en 24h, malgrat la seva variabilitat i/o la imprecisió dels períodes de retorn i que, com ja s'ha dit, no estan previstes per a magnituds de pluja acumulada.

Les pluges més grans són les de l'octubre de 1994, que oscil·len entre 222 i 455 mm acumulats. Si aquests valors es comparen amb els de la taula AMM2 es pot deduir que, si per les pluges en 24h el període de retorn oscil·la entre 50 i 500 anys, és evident que aquestes pluges acumulades en un episodi de 10 dies hauran de ser molt més freqüents.

Per l'episodi de l'octubre 1987, que s'ha situat al grup **b** amb valors entre 110 i 190 mm acumulats (excepte l'estació de Portbou on es va malmetre el pluviòmetre) els períodes de retorn per pluges de 24 hores seria entre 5 i 10 anys i, per tant, la pluja acumulada de 3 dies d'aquest episodi també ha de ser més freqüent.

Pel que fa als valors acumulats inferiors a 100 mm, el període de retorn en totes les estacions i per a pluges de 24, és de 2 anys.

A continuació s'inclouen una sèrie de taules on es desglossen, dia a dia, els episodis més importants de pluges acumulades que han generat les inundacions.

Taula AMM7 .- Precipitació registrada a l'Alt Empordà en l'episodi del 27 d'octubre - 1 de novembre de 1993								
Estació	dia 27	dia 28	dia 29	dia 30	dia 31	dia 1	altres	Total episodi
Cabanes U1	45,8	50,4	0,6	2,6	7,4	69,4		176,2
Sant Pere Pescador U2	71,4	63	0	0,6	17,7	166,1		318,8
Portbou 437	25	135	75	3	45	200		483
Port de Llançà 433K	17	88	40	0	3	35		183
Port de la Selva 433E	83	26	0	5	28	63		205
Cadaqués 433	54	24	0	5	36	19		139
Roses 432C	55	34	0	5	13	60		167
Banyuls							584	
Cap Bear							488	
Nota: Dades d'estacions del Rosselló en mm mensuals (setembre)								

Taula AMM8.- Precipitació registrada a l'Alt Empordà en l'episodi del 10 al 19 d'octubre de 1994

Estació	dia 10	dia 11	dia 12	13-17	dia 18	dia 19	altres	Total episodi
Cabanes U1	121,8	31,4	5,2	0	64,5	0,7		222,9
Sant Pere Pescador U2	151,5	90,2	7,8	0	150,7	15,7		400,2
Llançà					175/220			175/220
Port de Llançà 433K	18	167	32	1	0	220		438
Port de la Selva 433E	5	226	36	0.1	57	131		455
Cadaqués 433	192	46	1	0	43	44		326
Roses					210			
Portbou					185			
Colera					210			
Banyuls							371	
Cap Bear							283	

Notes: 1) Hi ha uns dies de treva entre el 12 i el 18, però s'ha considerat un mateix episodi
 2) Dades d'estacions del Rosselló en mm mensuals (octubre)
 3) Les dades de Llançà resulten diferents segons la font
 4) En lletra negreta: dades de fonts diferents del Servei Meteorològic

Taula AMM9.- Precipitació registrada a l'Alt Empordà en l'episodi del 11 al 18 d'octubre de 2005

Estació/dia	11	12	13	14	15	16	17	18	Episodi
Cabanes U1	0,2	8,1	..	..	..	0,8	0	89,9	
Castelló Empúries W1	6,2	28	..	..	..	2,8	0,2	30,4	
Espolla V2	7,4	22,3	81,1	30,4	11,1	2	0	68,9	223,2
Portbou D6	25,6	56,8	70,8	17,6	28	8,2	0,2	116,8	324
Roses D4	36,2	25,8	137	27,8	16,6	6	0	54,2	303,8
Sant Pere Pescador U2	8,6	14,5	132	26	25,9	1,8	0	7,1	215,4
Port de la Selva 433E	23	56	102	22	31	0	78	12	324
Cadaqués 433	88	18	74	18	15	0	72	2	287
Roses 432C	14	43	145	30	32	0	0	58	322
Estació/mes d'octubre									
Banyuls	332								
Cap Béar	217								

Notes: 1) Manquen dades diàries en algunes de les estacions; així, doncs, no hi ha total
 2) Dades d'estacions del Rosselló en mm mensuals (octubre)

Taula AMM10.- Precipitació registrada a l'Alt Empordà en l'episodi del 12 al 14 de setembre de 2006					
Estació	dia 12	dia 13	dia 14	altres	Total episodi
Cabanes U1	2,2	116	11,6		132
Castelló d'Empúries W1	29,2	202,9	24		257,7
Espolla V2	2	80,3	17,9		100,6
Roses D4	5	35	31,4		72,2
Sant Pere Pescador U2	0,5	71,2	24,5		97,7
Port de la Selva 433E	1	44	54		99
Port de Llançà 433K	18	130	53		201
Cadaqués 433	8	21	43		72
Roses 432C	0	0	99		99
Banyuls				164	

Taula AMM11.- Precipitació registrada a l'Alt Empordà en l'episodi del 9 al 13 d'octubre de 2010						
Estació	dia 9	dia 10	dia 11	dia 12	dia 13	Total episodi
Cabanes U1	6,6	64,6	62,8	18,4	12,8	165,7
Castelló d'Empúries W1	0,1	52,7	41	14,3	9,2	118,7
Espolla V2	4,2	76,5	72,3	17,7	7,3	178,3
Portbou D6	2,5	109	26,1	13,4	29,3	180,6
Roses D4	0,2	86	50,1	42,8	31,1	210,2
Sant Pere Pescador U2	0	44,2	52,6	22,1	6,4	126,1
Port de la Selva 433E	26	93	3	42	1	165
Cadaqués 433	13	83	2	50	5	153

Amb aquestes taules es posa de manifest que les inundacions responen a diferents models de precipitació.

8.2.3.- Discussió de les freqüències d'inundació segons les precipitacions

Com a resum, de l'anàlisi de les dades de precipitació és molt important primerament assenyalar que la quantitat i qualitat de les dades de precipitació (series curtes i/o incompletes) no permet treure conclusions sòlides sobre les freqüències de les pluges que generen inundacions. Aquesta situació s'agreuja perquè moltes inundacions estan associades a dies de pluja acumulada i per això, en sentit estricte, no és poden relacionar amb els períodes de retorn que són de pluges en 24h (taula AMM2).

Un altre aspecte important és que el més adequat seria tenir com a mínim un pluviòmetre a cada conca i, com que aquest no és el cas, s'ha intentat utilitzar estacions exteriors a les conques. Per tant, encara que aquesta integració de diverses conques és la única possibilitat quan no es disposa d'estacions significatives a cada conca, cal assenyalar que els fenòmens més intensos solen ser molt localitzats. Per aquest motiu una de les estacions més interessants és la de Portbou, que podria donar el model de les precipitacions de la zona, però malauradament només hi ha 3 registres de pluges associades a inundacions, de les quals 2 són de pluges acumulades i l'altre és de 0 mm. La del Port de la Selva 433E té enregistrades més pluges associades a inundacions, però l'estació i les dades són de l'AEMET i aquesta agència considera que els resultats de l'ajust no eren significatius per calcular el període de retorn de precipitacions, tal com ja s'explica a més amunt.

Per tant, es considera que les aportacions de l'anàlisi de les precipitacions s'ha d'assumir només com unes aproximacions orientatives de les freqüències de les pluges que generen inundacions.

Totes les precipitacions causants d'inundació produïdes en un sol dia (24h) tenen un període de retorn de 2 anys en qualsevol estació. Les excepcions són les del Port de Llançà, a la desembocadura de la riera, que estaria entre els 5 i 10 anys. Les estacions de Cabanes i d'Espolla, però que ja situades fora de la zona d'estudi, també tindrien aquest mateix període de retorn, d'entre 5 i 10 anys.

Encara que en sentit estricte és incorrecte comparar els períodes de retorn basats en les pluges de 24 h amb les precipitacions acumulades causants d'inundació, aquesta comparació permet acotar unes freqüències màximes aproximades. Si es prenen els valors absoluts d'ambdues, és evident que els períodes de retorn dels valors acumulats seran més petits (hi haurà més freqüència) que els dels valors de 24h. Per les pluges acumulades inferiors a 100mm el període de retorn hauria de ser de 2 anys o menys (2 anys és el de la pluja en 24h). Per les pluges en 24h d'entre 100 i 200mm el període de retorn oscil·la majoritàriament entre els 5 i 10 anys; per tant, pel mateix valor de precipitació però de pluja acumulada el període de retorn seria menor. Per les precipitacions en 24h més grans de 200 mm els períodes de retorn varien molt segons les estacions i les fonts d'informació i per tant no sembla adequat fer-ne la comparació amb els valors acumulats.

Donades aquestes circumstàncies no seria vàlid donar uns períodes de retorn de les inundacions a partir de les precipitacions. Ara bé, dins la metodologia multiconca-multifunció aquestes aproximacions es contrastaran amb les dels efectes de les inundacions a fi d'intentar afinar sobre la gravetat i la freqüència de les inundacions.

8.3.- Dades històriques i de camp dels efectes de les inundacions

En aquest apartat s'agrupen i s'analitzen les dades històriques, així com les recollides personalment al camp després d'esdeveniments d'inundació. Les dades històriques són de diferents tipus (llibres, revistes, informes, anotacions o testimonis personals, etc.) i la seva precisió de localització o de gravetat no són homogènies. Per altra banda, tal com s'ha comentat en altres capítols, les notícies sempre o quasi sempre estan relacionades amb la presència de persones o bens a les zones afectades. Per això, hi ha conques sense dades i en altres, quan hi ha població en zona inundable, les referències són més abundants.

El cas paradigmàtic és el de la conca de Llançà on es donen dues circumstàncies que expliquen que tingui el registre més extens d'inundacions. Per una banda Nucli de la Vila (així s'anomena), que és antic, està en zona a l'abast de les inundacions. Per altre, al s. XIX el Sr. Joan Baptista Serinyana va fer un dietari o llibre de memòries amb dades d'inundacions, que ja s'han explicat a la conca de Llançà i que ara es recullen aquí donada la seva importància.

L'objectiu d'aquesta part de l'anàlisi multiconca-multifunció és intentar establir uns criteris de freqüència de les inundacions que desborden la llera o terrassa T_0 i que afecten en major o menor grau, la terrassa T_1 on hi ha la major part de la població o de les infraestructures en aquestes conques. Posteriorment, les dades dels efectes es compararan o contrastaran amb les de les precipitacions a fi d'ajustar els resultats.

En aquest apartat es recullen, de forma resumida i agrupades per cada episodi d'inundació, les principals dades sobre els elements i taules resum que poden ajudar a valorar la magnitud de la inundació (com danys, indicadors d'alçades o velocitats, etc.). Són referents als esdeveniments d'inundació de l'àrea d'estudi o que hi podrien haver tingut relació, en un primer grup les referents al segle XIX i en un segon al XX i principis del XXI.

Les primeres notícies recuperades d'inundacions les cita la Dra. Anna Ribas, de la Universitat de Girona, que les situa al **1617**. "Tanta pluja hi va haver que el varen anomenar *l'any del diluvi*" (diari el Punt, 17 d'octubre de 2010, pag 3). Tanmateix no queda clara la situació geogràfica exacta del gran aiguat, i tampoc hi queden relacionats els efectes.

8.3.1.- Efectes de les inundacions al segle XIX.

Pel que fa als esdeveniments d'aiguat durant la segona meitat del segle XIX a Llançà, es disposa dels següents dos grups de dades: les del dietari de Joan Baptista Serinyana ("llibreta de memòries"), recollides per Mn. Josep Claveguera i Canet (Claveguera, 1992 i Curbet, 2007), arxiver del Palau de Peralada i reproduïdes en el capítol de "la nostra història", en la publicació de la Festa Major de Llançà del 1992 i les dades extretes pel mateix Claveguera entre els textos de les actes dels plens de l'Ajuntament.

En la relació dels diversos esdeveniments que descriu Serinyana en els seus "dietaris" hi figuren, entre moltes altres coses, dates d'aiguats de la Vall de Llançà durant la segona meitat del segle XIX amb alguns detalls de les situacions. Tanmateix, algunes notícies resulten poc concretes, especialment pel que fa a les dates i als efectes, que són descrits de manera col·loquial. Moltes de les frases es reproduïxen aquí literalment, mantenint-ne fins i tot l'ortografia.

1847.- *Aiguat extraordinari; el pla de Llançà era un mar; ploqué seguit 4 dies i 4 nits.*

1848.- *Molta pluja: gener, febrer, març i pel l'abril ploqué 15 dies seguits.*

22 de setembre del 1849.- *Caigué un aiguat cosa horrorosa (aigua pels costers, plans i carrers de la vila, de l'alçada d'un home). D'aquest aiguat, un altre cronista (Salvi Feliu) ho descriu: a 2/4 de 5 del matí, la riera va venir molt grossa, que passava per la plaça i pel carrer de Riamera (ara Salmeron), i va trencar la paret del Gardissó.*

16 de setembre del 1850.- *Aiguat extraordinari.*

24 de març del 1861.- *Aiguat extraordinari que feu molt de mal; al carrer de Riamera l'aigua passava fins a les relleres (llindes) de les portes, i s'emportà l'oli de les cases. S'emportà camps, plans i vinyes*

8 d'octubre del 1861.- *Aiguat extraordinari, el Pla de Llançà era un mar.*

12 de desembre del 1861.- *Nou aiguat; a Llançà es negà una minyona.*

1 de novembre del 1862.- *Aiguat que esbandí el pla de Llançà.*

Octubre del 1863.- *Molts aiguats; es neguen 2 germanes a Llançà.*

Novembre del 1864.- *Aiguats que el pla de Llançà era un mar; s'emportà l'oli de dins de les cases als carrers de Riamera i Mar. No es veia cap barda pels horts.*

1872.- *Molta pluja en diversos episodis; la riera va trencar.*

17/18 d'octubre del 1876.- *Aiguat molt gros, el dia 17 una gropada a la nit, i el dia 18 gran aiguat al matí. El camí del Grill era encerclat de paret, s'omplí d'aigua i s'esbotzà les parets. Rebenta la riera grossa i el Gardissó; l'aigua s'emportà 2 cases,; la d'en Rodríguez i la d'en Trinxet s'endugué l'oli, el vi i els mobles de moltes cases; la gent es salvà nedant. S'endugué un corral, el genera de tres botigues de roba i tota la farina d'una fleca. Semblava que el món era capgirat, i alguns homes vells deien que era el pitjor aiguat que recordaven.*

23 d'agost del 1880.- *La pedregada s'endugué (?) Garbet, Madres, Terrer, Villordí, Boquer i Grifeu.*

1881.- *Gener, febrer i març: molta pluja, la riera trencà.*

1884.- *Els últims dies del mes de març ploqué part de quatre dies i quatre nits. Es deia que hi havia més de set anys que no havia plogut tant. El mes d'abril ploqué catorze dies seguits, en què cada dia ploqué més o menys.*

13 al 17 de desembre (especialment el 15) **del 1888**. *Molta pluja; el pla de Llançà era un mar.*

5/6 de gener del 1889.- *Aiguat semblant al del 15 de desembre.*(uns 22 dies abans)

1 de gener del 1890.- *La riera trenca.*

Desembre del 1891.- *La riera esbandí el pla de Llançà.*

13 de novembre del 1897.- *Tot era un mar; en una casa (mas Llop) es negaren tots (una dona i 2 criatures), i a Portbou l'aigua s'endugué un mas (Caranyana).*

16 de gener del 1898.- *La riera trenca.*

9, 10 i 11 de març del mateix 1898.- *La riera torna a trencar.*

Hi ha també algunes altres dades recollides pel mateix Josep Claveguera (Claveguera, 1992), extretes de les actes de l'Ajuntament de Llançà i recollides en el butlletí de la Festa Major de 1992. Són les següents:

13 de novembre de 1897. En l'acta del ple municipal de Llançà, del 14 de novembre hi consta: "Se da cuenta de la horrorosa tormenta caída ayer en esta Villa. Tanta agua ha caído que la situación es grave para algunas familias. Se acuerda: 1) Convocar a todo el vecindario para determinar los procedimientos en vista a la grave inundación. 2) Dirigirse al Gobierno Civil de la Provincia en vista a los desastres ocasionados por las 7 horas de lluvia continuada... quedó convertido todo el llano en un inmenso lago. Los daños son muchos y muchas familias están en la absoluta miseria. 3) Se prohíbe sacar piedras de la ribera y también hacer empalizadas o paredes para desviar las aguas de sus terrenos". Aquesta descripció coincideix amb la de Serinyana.

Els efectes d'aquest esdeveniment també foren molt importants en els nuclis de Portbou i de Colera. A Colera hi va haver una víctima mortal (Gubert, 1990). Veure les conques de Portbou, de Llançà i de Colera, en el capítol VI.

També en l'acta del 13 de desembre de 1898 s'hi diu: "se da cuenta de la suscripción popular que se abrió para remediar los males de las inundaciones del pasado día 13 del XII. Se distribuyeron sobre todo para reparar caminos: 2.500 ptas para el ensanche del camino de la estación; 500 ptas para la carretera de Colera; 500 ptas para la del Port de la Selva y 200 ptas para los caminos de Madres i Villordí". Aquí sembla que hi ha alguna dissonància de dies, o bé es parla de l'any anterior. Aquest esdeveniment no és citat per Serinyana.

Altres dades de la mateixa relació de Josep Claveguera, resulten difícils d'interpretar, ja que es comenta que els dies **17 i 18 de novembre de 1887**, un temporal de mar amb grans onades que afectaren el camí a Tifell i Sant Silvestre, camí que es troba uns 600 m de distància de la costa però a ran de la riera; es pot doncs interpretar que, al mateix temps, es produí una avinguda a la riera que afectà aquest camí.

En una altra acta de l'11 d'agost de 1889, es decideix construir un nou camí a l'estació i endegar les aigües, ja que l'avinguda de les aigües l'ha deixat en molt mal estat. No es cita doncs el dia de l'avinguda, que s'ha de suposar no llunyana en el temps.

Cap d'aquest dos darrers esdeveniments queden recollits per Serinyana.

Segons el Diari de Barcelona, el 31 de gener de 1860 "se conceden 20.000 reales del fondo de calamidades públicas para hacer menos triste la suerte de los pueblos de Llançà, Cadaqués, ambas Selvas, Garriguella i Colera". Amb aquesta frase no queda clar a quin esdeveniment es fa referència. Podria referir-se als efectes de la "llevantada" del 23 de gener de 1859, esdeveniment que el diari de Barcelona només cita com a llevantada sense més detalls.

En base a aquesta relació de dades s'ha elaborat la taula AMM12 que completa la taula L2 de la conca de Llança. A més de les ressenyes de Serinyana i de Clavaguera (1992), que són de Llançà, inclou les d'altres de conques properes. Al mateix temps és un intent de classificació dels episodis en funció de la seva gravetat. Ara bé, donada la imprecisió de les dades, no sembla vàlid establir una freqüència basada en aquestes dades, però tanmateix es considera interessant presentar aquesta proposta (s'explica més extensament al capítol de Llança).

Seria molt interessant poder establir les freqüències d'esdeveniments de la mateixa magnitud, però, donada la dificultat de fer correspondre les descripcions amb nivells de gravetat, alçades d'aigua, etc., aquesta classificació seria poc fiable. S'han fet diferents intents com per exemple classificar la gravetat de la següent manera: a) **molt greu**: és quan es tracta de l'episodi pitjor que es recorda i es registren grans danys (només hi ha el de 1876); b) **greu**: és quan es diu "és un mar" i es registren danys; c) **poc greu**: es quan es diu "és un mar" però no indiquen danys. Ara bé hi ha l'expressió "la riera va trencar" que no apareix fins el 1872 i s'utilitza fins el 1898, coincidint precisament amb el període en que només hi ha un episodi descrit com a "molta pluja...era un mar", el 1888. És a dir, aquestes dues expressions serien equivalents o no? "És un mar" només és degut a la pluja? La taula AMM12 és un intent de classificació segons els criteris plantejats en aquest mateix paràgraf. De tota la relació recollida a la taula cal remarcar **l'esdeveniment del 1876, ja que és el més greu de tot aquest període de registre.**

Taula AMM12: Resum d'esdeveniments al segle XIX				
Episodi d'inundació			Llança (segons Serinyana i Clavaguera 1992)	Altres conques
dia	mes	any	Efectes	Efectes
?	?	1847	És un mar	
?	gener, febrer, març i abril	1848	Molta pluja	
22	setembre	1849	Danys	
16	setembre	1850	Aiguat extraordinari	
24	març	1861	Danys	
8	octubre	1861	Aiguat extraordinari, és un mar	
12	desembre	1861	Aiguat + 1 ofegat >>	
1	novembre	1862	La riera esbandí el pla ¿és similar a "era un mar"?>>No danys	
?	octubre	1863	Molts aiguats + 2 ofegats	
?	novembre	1864	Danys + es un mar + alçada aprox 80cm (alçada tanques)	
?	?	1872	La riera va trencar	
17/18	octubre	1876	Danys + el pitjor que es recorda	La Selva de Mar Danys: pont i paret. (Quintana, 1983)
23	agost	1880	Pedregada	l'aigua s'endugué: Garbet, Boquer i Grifeu (Serinyana)
?	gen feb març	1881	La riera trenca	
17 i 18	novembre	1887	Temporal de mar i pluja i possiblement inundació + danys	
13 a 17	desembre	1888	Molta pluja, era un mar	
5/6	gener	1889	Pluja. Obres de reparació però no se sap de quin aiguat	
1	gener	1890	La riera trenca	
?	desembre	1891	La riera esbandí el pla ¿sim era un mar?>>No danys	
13	novembre	1897	Es un mar>> 3 ofegats al mas Llop). 7 hores pluja + Danys	Portbou danys. Colera gran inundació (Gubert, 1990)
16	gener	1898	La riera trenca	
9, 10 i 11	març	1898	La riera trenca	
13?	desembre? (data dubtosa)	1898?	Reparació camins però no se sap quin aiguat	

El significat de la coloració de la taula és el següent:
Vermell = episodi **molt greu**: quan es tracta de l'episodi pitjor que es recorda i es registren grans danys (només hi ha el de 1876);
Fúcsia = episodi **greu**: quan es diu "és un mar" i es registren danys;
Groc i Blau = **poc greu**: es quan es diu "és un mar" o la "riera trenca" però no indiquen danys.
Gris = sense classificació

En canvi, a la taula AMM13, elaborada amb les mateixes dades, s'ha optat per considerar un sol criteri: que els episodis ressenyats a la conca de Llança, **corresponen a crescudes que han desbordat la T₀ i han inundat la T₁, és a dir, només indicaria la freqüència amb que la riera inunda la T₁ amb diferents nivells d'aigua, sense fer distincions de la seva gravetat** (s'han eliminat els que s'interpreten exclusivament de pluja, sense desbordament).

Taula AMM13: Ruptura de la riera de Llançà (o de la Valleta) durant el segle XIX

dia	mes	any	Temps des de la riuada anterior
?	?	1847	
	gen feb març i abril	1848	1 any
22	set	1849	poc més d'un any
16	set	1850	1 any
24	març	1861	11 anys
8	oct	1861	7 mesos
12	des	1861	2 mesos
1	nov	1862	11 mesos
	oct	1863	11 mesos
	nov	1864	13 mesos
		1872	8 anys
17/18	oct	1876	4 anys
23	agost	1880	4 anys
	gen feb març	1881	5 mesos
17 i 18	novembre	1887	6 anys
13 a 17	desembre	1888	1 anys
5/6	gener	1889	1 mes
1	gener	1890	1 any
	desembre	1891	1 any
13	nov	1897	Uns 8 anys
16	gener	1898	Uns 2 mesos
9, 10 i 11	març	1898	Uns 2 mesos

Discussió de les freqüències d'inundació segons les dades històriques del segle XIX

En base a la taula anterior, referida únicament a Llançà, es veu que el nombre de registres és important, tot i que l'ocupació antròpica de la part baixa de la conca era sensiblement menor que en l'actualitat. Això, tal com ja s'ha comentat, és degut a que part d'aquesta població ha estat sempre situada en zona inundable i també a que hi havia una persona afeccionada a recollir la història i fets de Llançà.

D'aquesta taula AMM13 es dedueix que:

- En els 51 anys referenciats, entre 1847 i 1898, l'espai més llarg sense desbordament de la riera de Llançà fou 11 anys, entre els anys 1850 i 1861, però és un període que es "recupera" el mateix 1861, amb 3 aiguats en un sol any: març, octubre i desembre, seguint els anys 1862, 1863 i 1864, amb una inundació cada any.
- En 4 mesos de separació es produeixen 3 inundacions, des de finals del 1897 a primers del 1898
- En menys d'un mes es produeixen 2 aiguats amb inundació (desembre 1898 i gener 1889),
- També en el període 1847-1850 es produí un aiguat cada any.

En resum durant aquests 51 anys (1847-1898) les freqüències d'inundació oscil·len entre 1 mes i 11 anys. Si es fa un promig del conjunt, on s'han produït un total de 22 rierades, resulta una freqüència mitjana de 1 rierada cada 2,3 anys.

Aquesta freqüència fa referència al desbordament de la terrassa T_0 , sense tenir en compte la gravetat de cada cas, és a dir poden ser inundacions de pocs centímetres fins a més d'un metre de gruix de làmina d'aigua sobre la terrassa T_1 . El tema de la gravetat es valora en la taula AMM12, i cal destacar que la inundació més greu d'aquest període va ser el 1876.

8.3.2.- Efectes de les inundacions als segles XX-XXI

Durant els segles XX i XXI s'han recollit diversos documents, testimonis i dades de reconeixement de camp durant aquesta recerca. La informació més abundant és la de la conca de Llança, seguida per la de Colera i Portbou, que precisament totes tres són les que tenen més població situada en àrees exposades a inundació, des d'abans del desenvolupament recent i molt especialment Llança. Segueixen amb menys dades Boquer i Garbet. Port de la Selva només té dades recents degut al desenvolupament, des dels anys 90, en sectors inundables. Les altres conques, amb la població i infraestructures majoritàriament fora de l'abast de les inundacions, pràcticament no tenen informació.

Paradoxalment, durant el segle XX, es tenen menys notícies concretes, però hem elaborat un quadre semblant al del segle XIX, amb les dades disponibles. Alguns dels esdeveniments no són citats exactament a l'àrea d'estudi, però per la seva amplitud podrien haver afectat aquestes conques encara que no se n'hagi trobat cap record ni cita escrita.

Així, s'ha confeccionat una taula molt resumida dels efectes de les inundacions, una petita explicació de cada una d'elles i una valoració de les dades.

Taula AMM14.- Esdeveniments a totes les conques, Segles XX i XXI

dia	mes	any	Portbou	Pi	Colera	Garbet	Grifeu	Boquer	Llançà	La Vall	La Selva	Port S.	Granyera	Altres conques	*Anys
?	?	1913	Pluges importants (llibret 2000)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
29	set	1917	--	--	--	--	--	--	**	--	--	--	--		4
?	?	1919	--	--	rierada	--	--	--	--	--	--	--	--		2
30	set	1920	Pluges importants	--	Inund. a Molinàs	--	--	--	--	--	--	--	--		1
15	des	1933	--	--	--	Pluges i danys	--	--	Afecta sense dades	--	--	--	--	Afecta altres poblacions de la comarca	13
17-18	oct	1940	--	--	--	--	--	--	Danys ??	--	--	--	--	Sant Lluç	7??
17	oct	1962	--	--	--	--	--	--	Inundació a la Vila	--	--	--	--		22??
23	oct	1965	--	--	rierada	--	--	--	--	--	--	--	--		3
?	?	1966	--	--	--	--	--	--	Inundació a la Vila	--	--	--	--		1
?	març?	1969	--	--	--	--	--	--	Inundació a la Vila	--	--	--	--		3
?	?	1975	--	--	--	--	--	--	Inundació a la Vila Gardissó	--	--	--	--		6
5	gen	1977	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Cau el pont de la ctra	--	--	2
?	?	1982	--	--	rierada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5
1-5	març	1986	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Alt Empordà en general	
15	oct	1986	--	--	--	--	--	--	--	--	--	inund	--		4
3	oct	1987	La més greu del segle. Danys	--	La més greu del segle. Danys	--	--	La més greu del segle. Danys	La més greu del segle. Danys	--	--	Danys sense concretar	--	Molt greu a la zona i a la Côte Vermeille	1
18	nov	1989	--	--	Pluja; la canalitzat no desborda	--	--	danys	Afecta Port, camins i valls afluent	--	--	Danys sense concretar	--		2

(continua)

Taula AMM14.- Esdeveniments a totes les conques, Segles XX i XIX

(continuació)

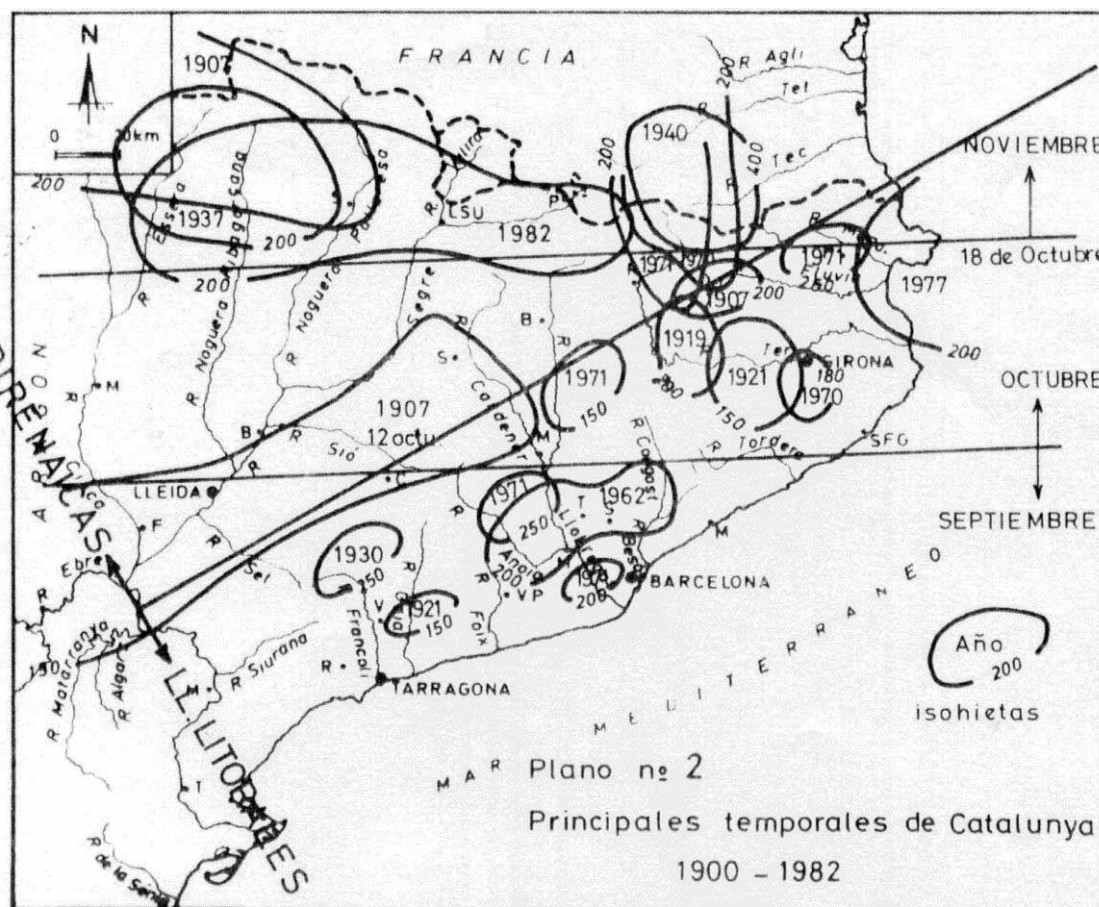
dia	mes	any	Portbou	Pi	Colera	Garbet	Grifeu	Boquer	Llança	La Vall	La Selva	Port S.	Granyera	Altres conques	*Anys
1	nov	1993	Danys Soterrament desborda	--	la canalitzat no desborda	danys	--	danys	Molts danys Carrers i ctra.	--	--	--	--		4
18	oct	1994	Pluges. Soterrament no desborda	--	--	Pluges i danys	--	Danys. Liris i St. Carles	Danys Vila, Port, Valleta, Madres	--	--	sector depurador a fins el mar	sector depuradora fins el mar		1
13	nov	1997	Rierada Soterrament no desborda	--	la canalitzat no desborda	--	--	Av. Mestral	Horts de la Vila i del Port	--	--	--	--		3
12	nov	1999	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Espolla destrucció pont i altres danys. Afectacions a vessant N Pirineus	
18	oct	2005	Talls camins. Soterrament no desborda		la canalitzat no desborda	--	--	St Carles	Afecta; no detalls	--	--	sector depurador a fins el mar	sector depuradora fins el mar		8
12/14	set	2006	Pluges Soterrament no desborda	Danys greus	pluja	--	--	Danys a St Carles.	Danys al Port i a la Vila	--	--	--	--		8 m
13	oct	2010	Pluges	pluges	pluges	pluges	pluges	pluges	pluges	pluges	pluges	sector depurador a fins el mar	--		4

Notes:

- a) * Anys: lapse de temps que separa dos episodis d'inundació a totes o alguna de les conques de la zona d'estudi.
- b) ** Només es diu que els "antics" la consideraven la més greu del segle
- c) *** Construcció de l'embassament
- d) -- Indica que no hi ha dades
- e) pluja o pluges: indica que les dades registren que hi ha pluges, però no es produeixen danys.

Com a dades complementàries a la taula anterior es resumeix la següent informació (que es pot ampliar amb la recollida a cada conca):

- **1913.** El llibre "Portbou imatges i records" (2000) cita pluges importants, sense concretar la data.
- **1917.** Aiguat de Sant Miquel. Informacions no contrastades citen que els "antics" consideraven la pitjor inundació del segle, però no se'n sap cap detall.
- A Colera es recorda que el "antics" consideraven l'any **1919** com un any amb una rierada molt important, però no en queden més dades, ni de la data, ni dels efectes, ni dels danys.
- **30 de setembre de 1920.** Important aiguat a Colera i Molinàs. S'enviaren telegrams des de l'ajuntament (?). Hi ha alguna cita de Gubert (2000) a la conca de Colera-Molinàs.
- **15 de desembre del 1933.** Segons la Vanguardia del dia 20, el governador civil va a visitar les poblacions més afectades pels aiguats: Castelló d'Empúries, Sant Pere Pescador, Llançà, Verges, Vilabertran, Peralada i Torroella. No es descarta que també afectés altres poblacions i/o conques menors.
- **17 i 18 d'octubre del 1940,** anomenat l'aiguat de Sant Lluç. Hi ha dades de tots dos empordans i del Rosselló i Vallespir. Un diari actual (el Punt comarques gironines del 17 d'octubre de 2010) dona referències aproximades de pluges de 1.000 mm a la vall del Tec (Vallespir) i suposa que ha de ser la mateixa quantitat que hauria caigut al sud dels Pirineus. Cita danys a les indústries i explotacions agrícoles de diverses poblacions, entre elles Llançà. Així, per una banda, no hi ha dades específiques i, per altra, el nucli de la precipitació no va afectar les conques de l'àrea d'estudi, com es pot veure en el mapa de Nóvoa (1984).



Mapa amb la distribució dels principals episodis de precipitació (Novoa, 1984)

Segons declaracions de la Dra. Anna Ribas, de la Universitat de Girona, les pluges del 1940 foren les més importants del segle XX a les comarques gironines, tant per la seva magnitud com per l'extensió de l'àrea afectada. (el Punt 17 d'octubre de 2010, pag 3). Però vista la distribució del mapa de Nóvoa, sembla evident que deurien funcionar només les conques amb capçaleres situades al W de la zona d'estudi.

- **17 d'octubre del 1962.** Inundació del nucli de la Vila de Llançà, citada al Butlletí de Festa Major d'Estiu, de 1992 i que inclou una fotografia del carrer de Salmerón.

- **23 d'octubre del 1965.** La Vanguardia cita rierades a molts llocs, entre els quals inclou Colera, però sense especificar res més, ni data ni danys. Segons Pou (1994) un vehicle va ser arrossegat per l'aigua a la carretera de Figueres a Llançà (sense especificar més), i morí el seu únic ocupant.

- **1966.** Nova inundació del nucli urbà de la Vila de Llançà, també citada en el Butlletí de Festa Major d'Estiu, 1992, on no es concreta la data, però s'adjunta una foto del mateix carrer de Salmeron. Podria ser el mes d'octubre, que fou el mes més plujós de l'any segons les estacions meteorològiques del Rosselló.

- **1969.** Inundació del nucli urbà de la Vila de Llançà. No s'ha trobat la data concreta, però podria ser pel març, mes en el que a Portvendres es registren 271 mm mensuals.

- **1975.** Inundació del nucli urbà de la Vila de Llançà, especialment pel desbordament del rec de Gardissó. No s'ha trobat la data concreta.

- **5 de gener de 1977:** segons Pou (1994) al Port de la Selva cauen 360 mm en 12 hores. La rierada del Port de la Selva fa caure el pont de 3 ulls, segons informació de Miquel Puignau. Després es construeix l'existent actualment. En el mapa de la pàgina anterior Nóvoa (1984) situa una isohieta de 200 mm en aquest sector del cap de Creus.

- **1982.** Temporal que va afectar la conca de Colera, malmetent el camí de Garbet, el camí de Molinàs i la pujada a l'estació. Per la situació dels punts afectats, s'intueix que es tracta d'un temporal de pluja i no de mar. No s'ha trobat la data exacta.

- **1-5 de març del 1986:** Desbordament generalitzat dels rius de l'Alt Empordà: Llobregat, Orlina, Muga, Fluvià, Manol. No hi ha dades d'afectacions a la zona.

- **15 d'octubre del 1986.** Pou (1994) apunta que els danys al Port de la Selva foren d'entre 35 i 39 milions de pessetes. Tanmateix, no s'ha trobat altres dades d'efectes concrets a Llançà ni en d'altres conques de l'àrea d'estudi.

- **3 d'octubre del 1987.** És l'esdeveniment més greu del segle, segons les dades obtingudes. Afecta Portbou, Colera, Boquer, Llançà i Port de la Selva.

A Portbou i Colera els danys han estat explicats per nombrosos veïns i fins i tot filmats per un videoaficionat, en totes dues poblacions. Per a més dades, consultar els esdeveniments als corresponents capítols de cada conca. A la Côte Vermeille a la vessant N del Pirineu hi va haver inundacions importants (Jour. Offic. Republique Française 16 janvier 1988, p. 778).

- **18 de novembre del 1989.** A Llançà cauen 220 mm en poques hores (des de la matinada fins a mig matí). Segons comunicacions verbals de Jaume Giralt, dies abans ja havia plogut amb gran intensitat sobre tota la costa, i varies poblacions veïnes havien sofert inundacions: el Port de la Selva, Cadaqués o Roses. Els pitjors efectes foren per a la platja del Port de Llançà, els camins del Boquer, de Villordí i de Madres i els marges de la riera de Valleta foren afectats greument en diferents llocs. Crescuda considerable de la riera de Colera, sense data exacta i sense que arribi a desbordar a la població, perquè ja està canalitzat (veure detalls a la conca).

1 de novembre del 1993. És un esdeveniment important. Afectà, com a mínim, Llançà, Portbou, Colera i Garbet, ja que en aquestes hi ha registres. A Llançà es registren molts danys, per exemple al nucli del Port, al passeig i als horts. A la població de Portbou s'inunda la

Rambla i els baixos dels edificis. Inundació al sector de Sant Carles a la conca del Boquer. A Garbet afectat però sense més precisions. A la població de Colera la riera no arriba a desbordar però arriba quasi al límit. Veure més detalls i fotos als capítols corresponents de cada conca.

- **18 d'octubre del 1994.** També va afectar com a mínim les conques de Garbet, Boquer, Llançà, Port de la Selva, Granyera. A Portbou només hi ha registre de pluges però no de danys i a Garbet afectació però sense precisions. A Boquer danys especialment al sector dels Lliris i de Sant Carles. A Llançà danys i moltes afectacions i inundacions, com per exemple el centre de la Vila, el nucli del Port, diversos carrers i també rieres afluent com a La Valleta i Madres (veure detalls i fotos). A Port de la Selva afectació sector de la depuradora, carrer Selva de Mar i veïnat, fins la platja per les aigües de la riera de Port de la Selva i la de Granyera.

- **13 de novembre de 1997.** Afecta Portbou i especialment Colera arriba quasi al límit de la canalització (veure aquesta conca). A Llançà també es torna a inundar el sector dels horts de la Vila i del Port; també el sector de Sant Carles, Av. Mestral, per desbordament del rec del Boquer. Tanmateix, a les estacions de Roses, Cabanes i Sant Pere Pescador, es registren 0 mm de pluja, és a dir que es va tractar d'un fenomen molt localitzat.

- **12 de gener de 1999.** No hi ha notícies concretes ni especials de l'àrea d'estudi, però a Sant Pere Pescador es compten 401 mm en un dia.

- **12 de novembre de 1999,** Aiguat de Sant Aureli; a Espolla va haver-hi danys i la gran crescuda va destruir el pont sobre el riu Orlina, segons consta al pont reconstruït. Segons dades històriques del departament francès dels Pirineus Orientals, aquest episodi afectà també extenses superfícies del costat francès dels Pirineus. Ara bé, no hi ha dada ni referència d'efectes ni a Llançà, que ja tenia el nucli antic en àrea exposada, ni d'altres conques de l'àrea d'aquest estudi, per tant o bé no hi va haver inundació o va ser molt petita.

18 d'octubre de 2005. Segons la Vanguardia del 19, inundacions a l'Alt i Baix Empordà amb algun detall i foto i El Punt també la registre. Van ser afectades com a mínim les conques de Portbou, Colera, Boquer, Llançà i Port de la Selva. A Portbou, el pantà es va desbordar i obligà a tallar la carretera d'accés a la presa. També afecta la conca de Colera sense desbordar la canalització (amb un marge de més de 1 m fins la coronació), a la del Boquer hi ha referència a la inundació del sector de Sant Carles i a la de Llançà afecta sector del Port, sense més detalls. Al Port de la Selva hi ha dades d'inundació de la part baixa i nova de la població. El desbordament de la riera de Rubiés, per exemple, obliga a evacuar alguns veïns i tallar la carretera de Cadaqués. La Vanguardia inclou una foto d'un habitatge inundat als baixos del nº 14 de la carretera de Cadaqués. Es compten 80 mm en dues hores de pluja (de 5 a 7 del matí). Es diu que la riera de Rubiés està molt bruta, amb runes i vegetació cosa que ajuda al desbordament. Els aportacions del rec de Granyera contribueixen a la inundació del sector.

- **12-14 de setembre de 2006.** La inundació és important. A la conca de Portbou pluges sense notícies de danys. En canvi la petita riera del Pi desborda, afecta a la població de Portbou, és molt greu i l'únic registre d'inundació d'aquesta riera. A Llançà afecta el nucli del Port i sectors de la Vila i també hi ha danys a la conca del Boquer.

- **26-27 de desembre del 2008.** Important llevatada, amb greus conseqüències a ran de costa per la magnitud de les ones. Al mateix temps hi va haver pluges considerables, però sense danys per desbordament.

- **9-13 d'octubre de 2010.** És un episodi que va del 9 al 13 d'octubre, amb els màxims el dia 10. Totes les rieres porten aigua sense cap efecte ni dany, excepte al Port de la Selva. És doncs a la conca del Port de la Selva on la matinada del dia 13, després d'una pluja de 31,1 mm a l'estació de Roses la riera de Romanyac o de Rubiés es desborda a nivell de la depuradora, afectant el sector de l'aparcament del mercat i els baixos del carrer de la Selva i de la carretera de Cadaqués fins a la platja. Aquest episodi s'ha de considerar realment (ja que es va fer un reconeixement personal de totes les conques) com una inundació absolutament puntual de Port de la Selva associada a causes antròpiques (veure conca del Port de la Selva).

Discussió de les freqüències d'inundació segons les dades històriques dels segles XX i XXI

Primer de tot cal recordar que a les conques de la Vall i de la Selva de Mar, les zones poblades no estan en zona inundable. Per tant és lògic que no hi hagi referències històriques de desbordaments, ni d'inundació, ni d'ocupació de la terrassa T_1 per les aigües, encara que és d'esperar que es produeixin alguna vegada.

La conca de Garbet només tenia una mínima població estacional (un càmping i un restaurant, actualment en fase d'eliminació per aplicació de la llei de costes), i això també explica els pocs registres d'afectacions, però per contra hi ha possibilitats que se n'hagin produït sense quedar-ne constància.

La conca del Pi i la conca de Granyera són petites (0,2 i 0,1 km², respectivament), tenen població a ran de desembocadura i han enregistrat molt pocs episodis. La del Pi només l'any 2006, sense notícies anteriors, i cal recordar que no té terrasses i forma un petit con en arribar a la terrassa T_1 de la conca de Portbou, i està localitzada a la part final, dins de la població de Portbou. Aquest escenari es pot interpretar com que és una conca tan petita que només respon violentament quan el nucli de la tempesta es situa a la capçalera i/o es produeix una obstrucció del soterrament. La de Granyera és un cas similar a l'anterior. En tots dos casos cal tenir en compte que són conques que afecten nuclis de població inclosos en altres conques de més envergadura i que per tant els seus efectes i la seva percepció de danys està menys valorada. Per exemple si hi ha una inundació a Portbou es parlarà de la riera de Portbou i rarament de la del Pi, encara que en sigui la causant.

La conca de Grifeu només té notícia de danys el 1880. Ara bé, donades les característiques de la conca, de les terrasses i de la mida dels ponts, resulta difícil acceptar que no s'hagin produït danys en el segle XX. Per altra banda està situada entre les conques de Garbet i del Boquer, que sí que han estat afectades.

Totes aquestes informacions ens porten a considerar els registres d'inundacions i danys de les conques de Portbou, Colera, Boquer, Llançà i el Port de la Selva com a representatives dels efectes de les inundacions del conjunt de la zona d'estudi.

En aquestes conques, el segle XX i fins l'any 1962, pràcticament no hi ha dades. Entre 1962 i 1975 hi ha referències a Llançà i una a Colera. A partir del 1975 fins al 1987 hi ha una referència a Colera, una al Port de la Selva i una de general a tot l'Alt Empordà. En aquest període hi ha un canvi important a la conca de Portbou que és la construcció de l'embassament el 1975.

És a partir del 1987 que les informacions són més generalitzades.. És un període relativament curt, però cal valorar el fet que a les conques no s'hagin produït transformacions antròpiques que modifiquin significativament el tipus de resposta hidrològica. No s'ha urbanitzat ni impermeabilitzat superfícies dels vessants, i les actuacions que s'han realitzat a les zones baixes de les rieres han tendit a minimitzar o controlar els desbordaments (per exemple la canalització de Colera).

En aquest període de 1987 a 2010 l'interval que separa les inundacions varia entre 8 mesos i 8 anys, tal com es pot veure a la taula AMM14, però predominen els d'entre 1 i 4 anys. Si es fa el promig de temps durant aquests 23 anys en què el nombre d'episodis enregistrats a les conques varia entre 3 i 7, dona unes freqüències promig de 3,2 a 7,6 anys, segons la conca. Si es fa el promig pel conjunt de les conques, amb un total de 8 episodis la freqüència mitjana d'inundació resulta inferior a 3 anys (2,87 anys)

Aquests resultats que s'acaben d'exposar es consideren doncs prou representatius dels segles XX i principis del XXI.

Aquesta freqüència fa referència al desbordament de la terrassa T_0 , sense tenir en compte la gravetat de cada cas, és a dir que poden ser inundacions de pocs centímetres fins a més d'un metre de gruix de làmina d'aigua sobre la terrassa T_1 . El tema de la gravetat s'indica en la taula AMM14 i cal destacar que la inundació més greu d'aquest període va ser el 1987.

8.4.- Valoració multiconca-multifunció de les freqüències d'inundació en base als episodis històrics i a les precipitacions durant el conjunt dels segles XIX, XX i XXI.

En aquest apartat es fa una valoració dels resultats de l'anàlisi multiconca de les precipitacions i de les dades històriques dels efectes dels episodis d'inundació (ja discutits als apartats anteriors) a fi d'establir un rang de freqüències d'inundació.

L'anàlisi de les freqüències d'inundació derivades dels efectes de les inundacions, exposades en les discussions anteriors, permet destacar que el promig d'anys que separa una inundació de la següent pel segle XIX és de 2,3 anys, només amb les dades de la conca de Llançà, que és l'única que té informació significativa.

Pels segles XX i XXI, i considerant el període significatiu 1987-2010 aquest promig, pel conjunt de totes les conques és de 2,87 anys. Si només es considera la conca de Llançà, aquest promig és de 3,2 anys. Veure la taula següent.

Taula AMM15: Resum de les freqüències d'inundació a la zona d'estudi			
	s. XIX (dades de Llançà)	s. XX – XXI (a la conca de Llançà)	s. XX – XXI (al conjunt de les conques)
Freqüència promig	2,3 anys	3,2 anys	2,87 anys
Rang de variació	1 mes a 11 anys	8 mesos a 8 anys	8 mesos a 8 anys

Tal com ja s'ha assenyalat, aquesta freqüència indica el desbordament però no la gravetat de l'episodi ni el gruix de la làmina d'aigua que ocupa la terrassa T_1 . En aquest sentit cal destacar que els episodis més greus enregistrats són els de 1876 i de 1987. Això dona una separació de 111 anys, però no es pot saber si són comparables, ja que no es tenen prou detalls. De tota manera se sap que en la primera la gent va haver de sortir nedant i l'aigua es va emportar dues cases i de la segona hi ha videos amb gruixos visibles importants d'aigua i d'arrossegalls així com de danys. Un altre episodi situat al 1917, segons la gent de Llançà, els seus avis deien que va ser l'aiguat pitjor del segle. Si aquest episodi fos d'una gravetat semblant, la freqüència d'aquests episodis greus passaria a 37 anys. De totes maneres no es pot fer una classificació més detallada en base als danys o al nivell d'aigua perquè no hi ha dades suficients. Això queda palès a la **taula AMM12**, que és un intent de classificar les inundacions del segle XIX.

Pel que fa a les dades de precipitació, del seu anàlisi es dedueix que la quantitat i qualitat de les dades de precipitació (series curtes i/o incompletes) no permet treure conclusions sòlides sobre les freqüències de les pluges que generen inundacions. Aquesta situació s'agreuja perquè moltes inundacions estan associades a dies de pluja acumulada i per això, en sentit estricte, no és poden relacionar amb els períodes de retorn que són de pluges en 24h (taula AMM2).

Ja a l'apartat 8.2.3. es considera que les aportacions de l'anàlisi de les precipitacions s'ha d'assumir només com unes aproximacions orientatives de les freqüències de les pluges que generen inundacions.

Per intentar acotar les freqüències d'inundació s'ha fet una correlació incorrecta en s.s., però que aporta informació. S'han comparat els valors absoluts de les pluges acumulades associades a les precipitacions amb els períodes de retorn dels mateixos valors per pluges de 24h. Si es prenen els valors absoluts d'ambdues, és evident que els períodes de retorn dels valors acumulats seran més petits (hi haurà més freqüència) que els dels valors de 24h. Així, per les pluges acumulades inferiors a 100mm el període de retorn hauria de ser de 2 anys o menys (2 anys és el de la pluja en 24h). Per les pluges en 24h de entre 100 i 200mm el període de retorn oscil·la majoritàriament entre els 5 i 10 anys; per tant, pel mateix valor de precipitació

però de pluja acumulada el període de retorn seria menor. Per les precipitacions en 24h més grans de 200 mm els períodes de retorn varien molt segons les estacions i fonts d'informació i per tant no sembla adequat fer-ne la comparació amb els valors acumulats. Ara bé, tal com s'ha explicat, les precipitacions que aquí es contempen son totes les que provoquen el desbordament de la terrassa T_0 i inunden amb major o menor gravetat la T_1 . Per tant, en cas de que es fes aquesta comparació i suposant que donessin baixes freqüències s'haurien d'interpretar com corresponent a pluges associades a inundacions més importants/greus.

Finalment, doncs, es pot afirmar que, en base a les dades històriques dels efectes de les inundacions, les freqüències amb que desborda la terrassa T_0 i ocupa la T_1 , com a promig és de l'ordre de 3 anys, En qualsevol cas, ni prenent la màxima separació entre episodis, no superaria els 8 anys (excepte entre 1850 i 1861, que fou de 11 anys a Llançà).

Aquestes conclusions en base a l'anàlisi multiconca de les dades històriques tenen més pes que les de les dades pluviomètriques, però no les contradiuen sinó que les recolzen.

CAPÍTOL IX - CONCLUSIONS

Els aspectes sobre els que es considera que s'ha obtingut conclusions i amb les que es fan aportacions són:

9.1.- Sobre el canvi climàtic

S'ha buscat referències per poder preveure comportaments en futurs escenaris. S'ha buscat indrets amb possibilitats d'estudiar registres sedimentaris de materials granulomètricament fins i de naturalesa orgànica que permetessin datacions. Els resultats dels sondatges varen ser infructuosos a causa de la naturalesa dels sediments, que foren massa grollers i poc orgànics per a permetre una datació. A partir de l'experiència aportada per aquest estudi es pot afirmar que les conques de la zona tenen unes condicions que no propicien la formació i/o conservació de seqüències detritico-orgàniques que permetin establir i datar els canvis climàtics. Aquestes condicions són l'escassa humitat de l'entorn climàtic, que no permet el desenvolupament de mollereres (torberes) en capçalera, que registrin tant els episodis de predomini de la dinàmica fluvial, com els episodis d'estabilitat de vessant, més orgànics.

9.2.- Sobre la zonificació de les àrees inundables

Com a conclusions referents a la zonificació de les àrees inundables, cal dir que, inicialment es van estudiar les normatives i les directrius relatives a la inundabilitat en diferents marcs (europeu, estatal i autonòmic) a fi d'aplicar-les a la zona d'estudi. Es va observar que, majoritàriament, les tipologies d'inundabilitat, diferenciades fins l'actualitat, es basen en el funcionament dels grans rius i els criteris establerts consideren com a base la dinàmica fluvial de les grans conques.

Durant la recerca s'ha intentat aplicar tipologies establertes actualment, però finalment s'ha arribat a la conclusió que els estudis fets en grans rius han portat a establir unes normatives i unes directives que no resulten extrapolables a conques molt petites, de funcionament "flash flood" i en zones de clima mediterrani.

Aquesta conclusió ha estat possible després de fer l'anàlisi del comportament de les conques de la zona d'estudi i de les característiques dels seus elements concretats en les cartografies de cada conca. A partir d'aquí es va plantejar quina zonificació era possible i com arribar-hi.

9.3.- Sobre els factors de la incertesa característics de les conques

En el desenvolupament de la tesi es va considerar necessari tractar el tema de la incertesa. Així, s'ha identificat i concretat els elements de la incertesa característics de les conques i que varien de l'una a l'altre. Es poden resumir en:

- Deficiència i/o insuficiència dels elements que permetrien obtenir resultats vàlids de cabals i la comprovació de les distorsions derivades de la seva aplicació.
- Insuficiència de dades pluviomètriques i/o d'altres dades que permetrien obtenir resultats vàlids dels episodis de precipitació relacionats amb les inundacions.
- Deficiència i/o insuficiència de dades de registre històric, segons les conques, per una o varies de les següents causes: a) l'absència de dades en certs períodes o localitats degut a que la població no ocupava zones inundables, b) la "desmemòria" de molts dels habitants que han presenciats els esdeveniments sovint ajudada pel relatiu desig d'oblit, c) la transformació dels fets associada al pas del temps que magnifica o minimitza els fets d) la destrucció o no generació de documents per guerres o conflictes i e) la irregularitat de la distribució del poblament, ja que els nuclis de població es concentren preferentment al tram final, a ran de les desembocadures. A partir d'informacions històriques es pot arribar a estimar períodes de

retorn, cabals d'inundacions històriques i comprovar la validesa o les distorsions derivades de l'aplicació d'altres mètodes de càlcul.

- Incertesa en la predicció temporal dels episodis d'inundació degut a la mida de les conques i la seva relació amb el desplaçament i posició de les tempestes més intenses (com més intensa és la tempesta més petita és la mida del seu nucli). Això, fa difícil establir la possible coincidència i el moment en que es poden produir els episodis d'inundació.

- Rapidesa i variabilitat de la resposta hidrològica de la que deriva el reduït lapse de temps per actuar davant la crescuda. La ràpida resposta de les conques de tipus flash-flood de la zona és funció de la mida de la conca, el pendent i el grau d'impermeabilitat del substrat. A més, el cronograma de la crescuda pot variar segons les condicions d'humitat anteriors a l'episodi.

Per tant, la incertesa derivada de la normal imperfecció de la predicció temporal, la rapidesa i variabilitat de la resposta hidrològica, a les conques objecte d'aquest estudi i per extensió a totes les conques d'aquest tipus, porten a aconsellar la necessitat de prioritzar i emfatitzar la predicció espacial.

D'aquest escenari d'incertesa es desprèn la necessitat de buscar i proposar camins per reduir-la.

La incorporació de l'anàlisi de la incertesa, en si és una innovació millora del "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de les zones inundables".

9.4.- Sobre el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables"

El "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" es va escollir com el mètode més apropiat per aquesta tipologia de conques. Permet fer la zonificació sense necessitat de disposar de dades de cabals o de precipitacions, no existents o molt deficientes en aquestes conques.

Una vegada aplicat aquí s'ha comprovat que és el mètode més adient.

A la cartografia geomorfològica integrada es van analitzar les terrasses com els indicadors fonamentals en la identificació i cartografia de zones inundables. Es van diferenciar dues terrasses la T_0 o llera i la T_1 o superior.

A partir d'aquesta cartografia geomorfològica integrada i de tota la resta d'informacions s'ha arribat a establir una classificació qualitativa de la inundabilitat: inundabilitat alta, inundabilitat mitja i inundabilitat baixa. Aquesta classificació s'ha concretat en la cartografia d'inundabilitat, complementada amb altres elements d'interès relacionats amb la inundabilitat (zona protegida, línies de circulació preferent, punts crítics, etc.)

Tanmateix, la incorporació de l'anàlisi de la incertesa, ha permès detectar unes limitacions en el mètode, degut fonamentalment a les incerteses associades a aquestes conques. La principal limitació és la dificultat/impossibilitat de d'arribar a establir freqüències quantitatives d'inundació. Aquest mètode esta concebut per aplicar-lo a nivell de conca individual. Aquesta aproximació individual per a cada conca s'ha vist insuficient donat el grau d'incertesa manifest en moltes de les conques.

Donada aquesta situació es planteja i proposa una innovació en el mètode: l'anàlisi multiconca-multifunció.

L'anàlisi multiconca-multifunció consisteix bàsicament en reunir i combinar les dades parcials de que es disposi de cada una de les conques. Aquestes dades són els elements o funcions que poden aportar informació per establir i acotar freqüències quantitatives d'inundació. Els motius principal que ho avalen són la gran proximitat de les conques, així com les grans semblances topogràfiques, microclimàtiques i d'extensió que condicionen el seu comportament.

Aquí, les dades que permeten abordar les freqüències quantitatives són les precipitacions, associades a les inundacions i les dades històriques dels efectes.

9.5.- Sobre la determinació de la freqüència de les inundacions per l'anàlisi multiconca-multifunció i les seves implicacions

L'anàlisi multiconca-multifunció s'ha basat aquí en les precipitacions associades a les inundacions i en les dades històriques dels efectes. Els resultats relatius a les freqüències quantitatives són:

a) Referent a les precipitacions

- La freqüència de les inundacions en funció de les precipitacions no resulta ara i aquí prou significativa, a causa de la quantitat i la qualitat de les dades disponibles (sèries curtes i incompletes), per a concloure sobre aquesta qüestió. Aquest fet es complica perquè moltes inundacions deriven d'un episodi d'acumulació de precipitacions de més d'un dia, arribant fins a 10 dies. En canvi els períodes de retorn es calculen per les pluges en 24 hores.

Les anàlisis de les precipitacions resulten doncs aproximacions orientatives de les freqüències de les pluges que originen inundacions.

Dintre dels períodes de temps dels que es disposa de dades prou representatives, les precipitacions enregistrades en 24 h que originen inundacions tenen un període de retorn de 2 anys, amb excepció del sector de l'estació del Port de Llançà. que estaria entre els 5 i 10 anys.

b) Referent a les dades històriques dels efectes

S'ha considerat inundació el desbordament de la terrassa T_0 , i que s'extén sobre la terrassa T_1 , sense considerar la gravetat de cada cas ni el gruix de la làmina d'aigua (pot ser de pocs centímetres a més de 80cm).

La valoració de les freqüències d'inundació, s'ha basat en dos conjunts, perquè entremig hi ha un lapse de temps sense informació. Aquests conjunts són: per una banda les dades del segle XIX i, per altra, les de la segona meitat del segle XX i la part del XXI,

Pel que fa al segle XIX, les dades recollides en la taula AMM13 del capítol VIII, permeten concloure que, en els 51 anys dels que es tenen dades (1847-1898), s'han produït 22 rierades, amb unes freqüències d'inundació que varien entre 1 més i 11 anys, però que donen un valor mig de 1 rierada cada 2,3 anys.

Si es fa la mateixa consideració amb les dades corresponents al segle XX i la part del XXI (taula AMM14 del capítol VIII), el període amb més quantitat de dades i més representatives és el de 1987 a 2010 (23 anys i 8 episodis) amb una freqüència de 3,2 a 7,6 anys, segons la conca, i amb un interval promig, de conjunt, de 2,87 anys.

Com a resum de les freqüències d'inundació en tota l'àrea i en els períodes de temps dels segles XIX, XX i la part del XXI, es recull en la taula AMM15 del capítol VIII, (que reproduïm aquí).

Taula AMM15: Resum de les freqüències d'inundació a la zona d'estudi			
	s. XIX (dades de Llança)	s. XX – XXI (a la conca de Llança)	s. XX – XXI (al conjunt de les conques)
Freqüència promig	2,3 anys	3,2 anys	2,87 anys
Rang de variació	1 mes a 11 anys	8 mesos a 8 anys	8 mesos a 8 anys

Així, es pot afirmar, en base a les dades de precipitacions i històriques dels efectes, que les freqüències amb què hi ha desbordaments de la T_0 i inundació de la terrassa T_1 , és de l'ordre dels 3 anys com a promig.

L'anàlisi multiconca-multifunció ha permès doncs acotar les freqüències d'inundació en les conques d'estudi. Aquesta aproximació és extrapolable i aplicable a altres conques de característiques similars.

Així, referent a la zonificació autonòmica de Catalunya (Decret 305/2006, Reglament de la llei d'urbanisme), el desbordament es produeix, a la zona d'estudi, amb més freqüència de la que s'estableix com a període de retorn de T_r 10 per delimitar el "Zona fluvial". Aquí, el primer i més greu nivell d'inundabilitat correspondria al que s'ha anomenat zona d'inundabilitat alta. Pel que fa a les altres dues zones, corresponents al "sistema hídric" i la "zona inundable", queden unides en una sola, ja que son les aigües que desborden el nivell d'inundabilitat alta, ocupen una sola zona, la terrassa T_1 . Aquesta ocupació és independent del gruix d'aigua que hi desbordi. La làmina d'aigua tindrà més gruix com més gran i menys freqüent sigui la rierada.

Totes aquestes conclusions porten a deduir que les consideracions que s'inclouen en les diferents normes i directives que componen el marc legal referent a les inundacions, no s'adaptin al funcionament de les conques de petites superfícies i de règims pluviomètric molt irregulars, fet que significa que s'haurien de contemplar circumstàncies i situacions especials en sectors amb aquestes característiques.

Considerem doncs que aquesta conclusió és una aportació més a l'estudi d'aquesta tipologia de conques, aportació que confiem que permeti l'adaptació del marc legal i la inclusió d'aquestes variants dins de les normatives.

ANNEX 1 - MARC LEGAL DE LA INUNDABILITAT: CRITERIS I LEGISLACIÓ

En aquest apartat es presenta un recull dels criteris i de la legislació vigent en el moment de redactar aquesta memòria, sobre la inundabilitat, es a dir, la classificació i zonificació de les inundacions, dins l'àmbit territorial del treball. L'evolució dels criteris i de la mateixa legislació estan recollits en nombrosos documents, com els preàmbuls de les lleis o en articles o guies metodològiques (per exemple: Informe RISKCAT del 2008).

Nota explicativa dels apartats: els texts legals es reproduïxen en l'idioma original l'estructura i es conserva el disseny a fi de mantenir tots els matisos. Sovint les traduccions alteren, en major o menor grau, alguns aspectes o conceptes.

1. Nivell Unió Europea

Directiva europea de les inundacions 2007

La principal referència a nivell europeu es la coneguda com a "Directiva europea de les inundacions" que va ser publicada l'any 2007 ("Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeu y del Consejo de octubre del 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación").

Aquesta Directiva defineix el concepte d'inundació com " anegamiento temporal de terrenos que no estan normalmente cubiertos por el agua. Incluye las inundaciones ocasionadas por ríos, torrentes de montaña, corrientes intermitentes del Mediterráneo y las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras, y puede excluir las inundaciones de las redes de alcantarillado."

Pel que fa a la cartografia de la perillositat d'inundació estableix 3 escenaris:

- "a) baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos;
- b) probabilidad media de inundación (periodo de retorno \geq 100 años);
- c) alta probabilidad de inundación cuando proceda."

És important destacar que el criteri de zonificació és la freqüència d'inundació, però a l'escenari **a** i en el **c** son probabilitats qualitatives i l'únic definit numèricament és el **b**, que té un període de retorn \geq 100 anys.

Més endavant afegirà que per cada escenari s'indican:

- "a) extensión de la inundación;
- b) calados o nivel de agua, según proceda;
- c) cuando proceda la velocidad de la corriente o el caudal de agua correspondientes.

Pel que fa als elements que s'han de cartografiar per cada escenari només és obligatori el de l'extensió de la inundació.

2. Nivell Estat Espanyol

Els dos textos legals més importants a nivell de l'Estat Espanyol són el Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH) i la transposició al dret espanyol de la Directiva europea de les inundacions (comentada a l'apartat anterior). Altres lleis com per exemple la "Ley del Suelo" del "Real Decreto legislativo 2/2008 de 20 de junio por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo), fan referència sobretot a les obligacions, limitacions i condicionaments urbanístics en relació amb les inundacions, però no tracten específicament els criteris per establir la perillositat d'inundació o inundabilitat. Ara bé, es interessant destacar en aquesta llei

el següent: "... la necesidad de incluir en los instrumentos de ordenación territorial mapas de riesgos naturales... En particular se determina *ex lege* la situación de suelo rural de todo aquel que sea susceptible de albergar riesgos de inundación..."

2.1. "Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril"

Aquest real decret te entre els seus objectius "la protección de las personas y bienes, y el medio ambiente, a través de la modificación de la normativa sobre inundaciones".

Més endavant aclareix que incorpora criteris de la Directiva europea de les inundacions pel que fa a les zones inundables, però especifica que no n'és una transposició.

Dels diferents aspectes d'aquest Real Decret es destaquen alguns punts dels articles relacionat amb el nostre treball, per tant no es recullen els aspectes dels usos permesos i/o de la gestió del risc.

- "El artículo 4 queda redactado del siguiente modo:
 1. Alveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 -del texto refundido). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a las características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.
 2. Se considera como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta el apartado 1".
- "El artículo 6 queda redactado del siguiente modo:
 1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de las aguas bajas.
 2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:
 - a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.
 - b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen."
- "El artículo 9 queda redactado del siguiente modo:

(Nota: no es recull el punt 1, perquè fa referència a les activitats i usos del sòl dins la zona de policia).

"2. Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del Texto Refundido de la Ley de aguas, la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de protección de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismos de cuenca aquellas actividades vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobrelevación mayor de 0,3m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con la misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobrelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5m en las zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.”

- “El artículo 14 queda redactado del siguiente modo:
1. Se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo periodo estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como a las series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas, a menos que el Ministerio del Medio Ambiente, a propuesta del organismo de cuenca fije, en expediente concreto, la delimitación que en cada caso resulte más adecuada al comportamiento de la corriente.”

2.2. “Directiva europea de les inundacions” al dret espanyol, desenvolupada al “Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión del riesgo de inundación”.

Aquest és l'altre document important dins l'àmbit espanyol és (tal com s'ha indicat a al principi) . Dels capítols I i III recollim algunes definicions del capítol 3 i 8 respectivament, que fan referència a les inundacions per rius i torrents.

- “Capítulo I

Artículo 3. Definiciones.

A los efectos de este real decreto y sin perjuicio de la aplicación en lo que proceda de las definiciones contenidas en la legislación de aguas, costas y protección civil, se entiende por:

- a) Avenida: Aumento inusual del caudal de agua en un cauce que puede o no producir desbordamientos e inundaciones.
- b) Inundación: Anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos de agua ocasionadas por el desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes de agua continuas o intermitentes, así como las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición.
.....
- g) Peligrosidad de inundación: Probabilidad de ocurrencia de una inundación, dentro de un periodo de tiempo determinado y en un área dada.

h) Período de retorno: Inverso de la probabilidad de que en un año se presente una avenida superior a un valor dado.

.....

m) Zona inundable: se considera zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, así como las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición. Estos terrenos cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión.

.....

o) Zona de flujo preferente: Es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de período de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río y la acción combinada con el mar en la zona de transición.”

- “Capítulo III

“Artículo 8. *Mapas de peligrosidad por inundación.*

1. Para cada demarcación hidrográfica se elaborarán mapas de peligrosidad por inundación para las zonas determinadas con arreglo al artículo 5. Estos mapas contemplarán, al menos, los escenarios siguientes:

- a) Alta probabilidad de inundación cuando proceda
- b) Probabilidad media de inundación (período de retorno mayor o igual a 100 años.
- c) Baja probabilidad de inundación o escenario de eventos extremos (período de retorno igual a 500 años).

.....

3. Para cada uno de los escenarios anteriores los mapas deberán contener:

- a) Extensión previsible de la inundación y calados del agua o nivel de agua, según proceda.
- b) En aquellos casos en que se considere necesario, se podrá incluir también información adicional relevante como los caudales y/o velocidades máximas alcanzadas por la corriente en la zona inundable.

.....

4. Adicionalmente, en los mapas de peligrosidad se representará la delimitación de los cauces públicos y de las zonas de servidumbre y de policía, la zona de flujo preferente en su caso, la delimitación de la zona de dominio público marítimo-terrestre, la ribera del mar en caso de que difiera de aquella y su zona de servidumbre y de protección.”

D'aquests dos real decrets considerem necessari fer algun comentari.

De la transposició que de la “Directiva europea de inundacions” al dret espanyol cal destacar que marca els mateixos tipus d'escenari que la directiva, ara bé hi ha una diferència pel que fa a la probabilitat baixa o escenari d'esdeveniment extrems. La directiva europea no defineix numèricament la probabilitat baixa, en canvi a la transposició espanyola es concreta que el període de retorn és igual a 500 anys. Altres diferències són el major nombre de detalls i especificacions que es relacionen amb “Ley de Aguas”

Del Real Decret de 2008 relatiu a la “Ley de aguas” cal destacar que, la modificació que legisla, incorpora els conceptes de: “zona de flujo preferente”, “envolvente de la zona de intenso

desagüe” i “zona peligrosa para las personas”. A més introdueix per primera vegada a nivell estatal la necessitat de tenir en compte les informacions històriques i geomorfològiques.

Finalment és necessari fer algun comentari crític sobre la determinació per amplades fixes de la “zona de servidumbre” i de la “zona de policia” ja que per una banda les morfologies i amplades dels cursos són molt variades i per altra molts cursos no són simètrics en secció transversal. També presenta problemes la determinació de “màxima crecida ordinaria” que queden perfectament evidenciats en la seva pròpia definició “*la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos*”.

3. Nivell autonòmic de Catalunya

A Catalunya hi ha legislació que fa referència a protecció civil, els usos del sòl i la gestió del territori en front als riscos i específicament al d’inundació. Ara bé, el document més important pel que fa als criteris de zonificació és el “Decret 305/2006, de 18 de juliol, pel qual s’aprova el Reglament de la Llei d’urbanisme”.

3.1 “Decret 305/2006, de 18 de juliol, pel qual s’aprova el Reglament de la Llei d’urbanisme”

A continuació hi ha un recull dels punts del decret relacionats amb els criteris generals per determinar les zones inundables en els estudis d’inundabilitat. Corresponen al “Títol preliminar” de l’Annex i concretament l’article 6 del capítol II i al “Títol vuitè”, capítol III i concretament, dins de les “Disposicions transitòries” a la Segona disposició.

“Article 6

Directriu de preservació front als riscos d’inundació

6.1 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 de sistema hídic i la zona inundable per episodis extraordinaris.

6.2 La zona fluvial és la part de la zona inundable que inclou la llera del riu i les seves riberes i que l’instrument de planificació hidrològica corresponent delimita d’acord amb l’avinguda per al període de retorn de 10 anys, 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 pot admetre cap ús, llevat d’aquells previstos a la legislació aplicable en matèria de domini públic hidràulic.

6.3 La zona de sistema hídic és la part de la zona inundable que l’instrument de planificació hidrològica corresponent delimita d’acord amb l’avinguda per al període de retorn de 100 anys, tenint en compte els requeriments hidràulics i ambientals i respectant la seva continuïtat.

En la 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 alteració del règim de corrents en cas d’avinguda.”

(Nota: a l’últim paràgraf d’aquest punt 6.2 contempla l’excepció en el planejament i els usos compatibles, que deixen 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 dels usos establerts per l’indicat planejament”).

“6.4 La zona inundable per episodis extraordinaris és la part de la zona inundable que l’instrument de planificació hidrològica corresponent delimita a partir de l’avinguda per al període de retorn de 500 anys.”

.....

“Disposicions transitòries

Segona

Estudis d'inundabilitat en cas de manca d'instrument de planificació hidràulica aprovat

1. Quan no es disposi del corresponent instrument de planificació sectorial aprovat per l'administració hidràulica competent que delimiti les zones inundables, el planejament urbanístic que inclogui en el seu àmbit terrenys emplaçats en zones potencialment inundables ha d'incorporar, com a document integrant de l'informe ambiental, un estudi d'inundabilitat, que ha de ser informat favorablement per l'administració hidràulica competent en el si de la tramitació del pla. En aquest estudi que s'ha de realitzar sobre cartografia digital, s'han de determinar les zones inundables d'acord amb els criteris que s'estableixen als apartats següents.

2. Als efectes de l'apartat anterior, la zona fluvial es determina:

a) Amb caràcter general per l'avinguda de període de retorn de 10 anys.

b) En cas de zones planeres en que l'avinguda de període de retorn de 10 anys i la vegetació de ribera associada assoleixin amplades superiors a 100 metres respecte al límit de la llera, la zona fluvial es fixa en 100 metres.

c) En aquells cursos fluvials endegats entre motes es pren com a referència, per a la delimitació de la zona fluvial, la contramota externa.

3. Als efectes de l'apartat 1, la zona de sistema hídic es determina:

a) Amb caràcter general per l'avinguda de període de retorn de 100 anys, sense tenir en compte aquest càlcul l'existència de les motes, quan n'hi hagi.

b) En cas de zones planeres en que l'avinguda de període de retorn de 100 anys assoleixi amplades superiors a 100 metres respecte al límit de la llera, el sistema hídic no superarà aquests 100 metres.

c) En cas de zones de muntanya, la delimitació de la zona de muntanya derivada de l'avinguda de període de retorn de 100 anys es pot corregir tenint en compte les característiques fisiogràfiques i hidrològiques específiques.

4. Als efectes de l'apartat 1, la zona inundable per episodis extraordinaris es determina per l'avinguda de període de retorn de 500 anys. En aquells casos en que no es pugui disposar de modelització hidràulica es pot emprar la delimitació geomorfològica de les zones potencialment inundables.”

Aquest document del Govern autonòmic de Catalunya és de l'any 2006 i per tant anterior a la “Directiva europea d'inundacions” i naturalment a la transposició al dret espanyol, o el real decret que modifica el text refós de la “Ley de Aguas”. Els criteris bàsics però són coherents. Ara bé, els aspectes que considerem més problemàtics són els que fan referència a les limitacions d'amplada a 100m tant per la franja corresponent a la “Zona fluvial” com al “Sistema hídic”. És un criteri que no té una justificació des del punt de vista natural. És una situació similar a la “Ley de aguas” amb la “Zona de servidumbre” de 5 m i la “Zona de policia” de 100 m, però que aquesta última es pot ampliar, segons els criteris exposats anteriorment al tractar aquesta llei.

4. Consideracions

Amb aquest recull queda manifest la creixent atenció al tema de les inundacions i les millores que s'han fet en els darrers anys. Ara bé, encara queden problemes pendents.

Hi ha una sèrie de problemes que es podrien anomenar pràctics com per exemple l'obtenció de paràmetres vàlids i que realment reflecteixin el comportament del riu (com queda palès al capítol corresponent a la incertesa) o la identificació dels límits reals que estableixen les diferents normatives o directives.

Per altre banda hi ha els problemes de incoherència entre les característiques de la naturalesa i les legislacions, com és cas de les amplades regulades per llei que no coincideixen necessàriament amb les morfologies i mides de les valls fluvials.

Però, més enllà d'aquests problemes, hi ha un que ni tant sols està plantejat, és el de la inundabilitat en rius petits, rieres i especialment els de règim efímer i/o amb respostes tipus flash-flood. Això pot ser degut a que fins no s'han plantejat les diferències entre grans rius i rieres i també que a nivell de territori, evidentment ocupen un espai més reduït. Com es veurà

en el desenvolupament d'aquesta tesi aquest problema ha estat molt present i ha estat objecte de reflexió i recerca que han derivat en una sèrie resultats i propostes.

Finalment cal considerar que aquest capítol sobre criteris i legislació sobre inundabilitat conté els principals punts referits a la zonificació espacial de la perillositat d'inundació. El marc legal és molt complex, els documents son molt nombrosos i estan en diferents àmbits. Per tenir una informació molt acurada i completa, fins el 2008, és bàsic l'informe d'expertesa d'Eduard de Ribot "El marc legal en matèria de riscos naturals a Catalunya" que forma part de l'estudi anomenat "RISKCAT els riscos naturals a Catalunya" (2008), en el que s'inclou el d'inundació i que va ser encarregat pel CADS (Consell Assessor del Desenvolupament Sostenible de la Generalitat de Catalunya). L'informe executiu (que es refereix als diferents riscos i al marc legal) es pot trobar en xarxa a la pàgina web del CADS i complet a les dependències d'aquest organisme.

RESUM

Situació.

Els treballs d'aquesta tesi es centren geogràficament en el sector del NE de Catalunya, i concretament entre el cap de Creus i la frontera amb França.

Es tracta d'una zona amb conques torrencials petites però en les que s'originen inundacions amb una certa freqüència i sovint amb danys importants. Comprèn 11 conques distribuïdes en els termes municipals de Portbou, Colera, Llançà, la Selva de Mar i el Port de la Selva. Les conques presenten unes diferències entre si, però també moltes similituds, ja que es troben en una àrea amb pluges abundants en períodes curts de precipitació. Tenen també un pendent del perfil longitudinal molt brusc, amb els cims de capçalera al voltant dels 600 m. En conseqüència s'originen avingudes sobtades o rierades (flash flood).

Geològicament es tracta d'una àrea bastant homogènia, en la que la major part del territori correspon a esquistos i pissarres paleozoïques (cambroordovicianes). Hi ha un petit retall granític en el sector meridional del tram mig de la conca de Llançà. Al fons de les valls els sediments al·luvials han originat les formes recents de tipus terrassa, que aporten informació al respecte de la dinàmica hídrica dels torrents. Hi ha zones recobertes per materials antròpics de recent aportació amb diferents finalitats.

Finalitats de l'estudi.

Les finalitats es van basar en la cerca del coneixement de la dinàmica dels torrents, de cara a la identificació i determinació de les zones vulnerables als perills d'inundació. Dins d'aquest marc es buscava determinar la freqüència i la magnitud de les inundacions, correlacionant-les amb les característiques geomorfològiques i antròpiques del sistema fluvial.

Posteriorment els objectius es van ampliar amb l'anàlisi de la incertesa ja que aparegué aquest problema, de manera general en temàtiques del medi natural i també en la mateixa zona d'estudi. Així es va plantejar determinar el perquè es produeixen aquestes incerteses (aleatòria i epistèmica) i posteriorment mirar de reduir-les.

D'aquí va sorgir la necessitat d'innovar i millorar la metodologia d'identificació i cartografia de zones inundables.

També es va abordar el problema del canvi climàtic.

Metodologia.

Com a base del treball es va escollir el "Mètode geomorfològic integrat d'identificació i cartografia de zones inundables" o "Mètode geomorfològic integrat".

Els primers passos de la recerca van ser l'elaboració de la cartografia geomorfològica integrada, de la qual se n'ha derivat la cartografia d'inundabilitat de cada conca. Aquestes cartografies han estat informatitzades mitjançant el programa ArcGIS, i es presenten, a escala 1:3000, en el Volum 2 d'aquest treball, i classificats per conques, començant pel N (la frontera) i acabant per l'E (cap de Creus). Els treballs de camp han estat complementats amb la recollida de dades històriques referents a esdeveniments ocorreguts en el passat.

Amb l'aplicació del Mètode geomorfològic integrat, i a rel de l'aparició de la incertesa abans descrita, es va anar a buscar innovacions i a plantejar la problemàtica de manca de dades prou generals mitjançant l'anàlisi de tipus multiconca-multifunció.

Resultats i conclusions

Amb el “Mètode geomorfològic integrat” es van identificar, cartografiar i analitzar els elements indicadors de zones inundables, especialment les terrasses, de les quals, en totes les conques, s'en van diferenciar dues: la T_0 o llera i la T_1 o superior.

Les incerteses que apareixeren en l'anàlisi es centraven especialment en els càlculs dels cabals dels torrents en moments punta, però també en les determinacions dels períodes de retorn T_r de les inundacions. Les incerteses es donen, essencialment, a causa de: a) la insuficiència de dades que permetin els càlculs dels cabals i les distorsions derivades de la seva aplicació; b) la insuficiència de dades pluviomètriques; c) la insuficiència de dades en el registre històric; d) la desigualtat en la distribució de la població; e) la imperfecta predicció dels episodis d'inundació a causa de la mida de les conques; i f) la rapidesa i variabilitat de la resposta hidrològica, que fan que el temps d'actuació davant la crescuda sigui molt reduït.

Pel que fa a les tipologies de zones inundables, s'ha estudiat les normatives d'àmbit europeu, estatal i autonòmic, amb la finalitat d'aplicar-les a la zona d'estudi. Aparegueren problemes d'aplicabilitat, ja que es basen en el funcionament de grans rius. Els resultats de les conques extenses i de crescuda relativament lenta no encaixaven amb els de les conques petites que tenen avingudes brusques de tipus “flash flood”. Tampoc coincidien en els períodes de retorn ni amb les zonificacions de “Zona Fluvial”, “Sistema hídic” i “Zona Inundable”.

És a partir de la cartografia geomorfològica integrada i de tota la resta d'informacions que s'ha arribat a establir una classificació qualitativa de la inundabilitat: inundabilitat **alta**, inundabilitat **mitja** i inundabilitat **baixa**. És la classificació que queda recollida en la cartografia d'inundabilitat, complementada amb altres elements d'interès que hi van relacionats (zona protegida, línies de circulació preferent, punts crítics, etc.).

En relació al canvi climàtic s'han buscat referències per poder preveure comportaments en futurs escenaris. S'ha buscat indrets amb possibilitats d'estudiar registres sedimentaris de materials granulomètricament fins i de naturalesa orgànica que permetessin datacions.

L'anàlisi multiconca-multifunció, s'ha basat en dos aspectes principals: la magnitud de les precipitacions, i les dades històriques dels efectes de les inundacions. Ha permès la quantificació de les freqüències d'inundació, prenent els períodes dels quals es disposa de més informacions i que són més representatives. S'ha obtingut un promig de 3 anys de temps de separació entre inundacions o període de retorn. El concepte d'inundació es considera, aquí, que les aigües desbordin de la llera del torrent ocupada per la terrassa inferior T_0 , i passin a ocupar l'àrea de la terrassa superior T_1 . En aquest concepte no es té en consideració el gruix d'aigua desbordada ni la magnitud dels efectes ni dels danys ocasionats.

De tot el conjunt de treballs, ha sigut possible la formulació de conclusions referents a:

- les possibilitats de zonificació de les àrees inundables,
- la reducció dels factors d'incertesa característics de les conques
- la introducció de millores en el Mètode geomorfològic integrat d'identificació i la cartografia de les zones inundables
- la determinació de la freqüència de les inundacions mitjançant l'anàlisi multiconca-multifunció, basat en dos aspectes principals: la magnitud de les precipitacions, i les dades històriques dels efectes de les inundacions

Nota:

L'estructura d'aquest treball de tesi doctoral desglosa les dades en dos volums. El primer volum comprèn la totalitat dels textos, i el segon només la cartografia: la geomorfològica integrada i la d'inundabilitat, classificades per conques i amb les corresponents llegendes de simbologies gràfiques.

RESUMEN

Situación

Los trabajos de la presente tesis de investigación se centran, geográficamente, en el sector del NE de Cataluña, y concretamente entre el cabo de Creus y la frontera con Francia.

Se trata de una zona con cuencas torrenciales pequeñas pero en las que se originan inundaciones con una cierta frecuencia, y, a menudo, causan daños importantes. Comprende 11 cuencas distribuidas en los términos municipales de Portbou, Colera, Llançà, la Selva de Mar y el Port de la Selva. Las cuencas presentan unas diferencias entre sí, pero también muchas similitudes, ya que se encuentran en una área sujeta a lluvias abundantes en periodos cortos de precipitación. Tienen también una pendiente del perfil longitudinal muy brusca, con las cimas de cabecera alrededor de los 600 m. En consecuencia se originan avenidas repentinas o “rieladas” (flash flood).

Geológicamente se trata de un área bastante homogénea, en la que la mayor parte del territorio corresponde a esquistos y pizarras paleozoicas (cambroordovicienses). Existe un pequeño retazo granítico en el sector meridional del tramo medio de la cuenca de Llançà. Al fondo de los valles los sedimentos aluviales han originado formas recientes de tipo terraza. Hay zonas recubiertas por materiales antrópicos aportados recientemente con diversas finalidades (rellenos).

Finalidades del estudio

Las finalidades se basaron en la búsqueda del conocimiento de la dinámica de los torrentes, de cara a la identificación y determinación de las zonas vulnerables ante los peligros de inundación. Dentro de este marco se buscaba determinar la frecuencia y la magnitud de las inundaciones, correlacionándolas con las características geomorfológicas y antrópicas del sistema fluvial.

Posteriormente los objetivos se ampliaron con el análisis de la incerteza al aparecer dicho problema, de una manera general en temas de medio natural y también en la misma zona de estudio. Así se planteó determinar el porqué se producen estas incertezas (aleatoria y epistémica), y posteriormente mirar de reducirlas.

De aquí surgió la necesidad de innovar y mejorar la metodología de identificación y cartografía de zonas inundables.

También se abordó el tema del cambio climático.

Metodología.

Como base del trabajo se escogió el “Método geomorfológico integrado de identificación y cartografía de zonas inundables” o “Método geomorfológico integrado”.

Los primeros pasos de la investigación fueron la elaboración de la cartografía geomorfológica integrada, de la cual se ha obtenido la cartografía de inundabilidad de cada cuenca. Estas cartografías han sido informatizadas mediante el programa ArcGIS, y se presentan, a escala 1:3000 en el Volumen 2 del presente trabajo, y han sido clasificados por cuencas, empezando por el N (la frontera) y acabando por el E (cabo de Creus). Los trabajos de campo han sido complementados con la recopilación de datos históricos referentes a acontecimientos ocurridos en el pasado.

Con la aplicación del método Geomorfológico integrado, y a raíz de la aparición de la incerteza anteriormente descrita, se buscaron también innovaciones y se planteó la problemática de la falta de datos suficientemente generales, amplios y representativos mediante el análisis de tipo multicuenca-multifunción.

Resultados y conclusiones

Con el “Método geomorfológico integrado” se han identificado, cartografiado y analizado los elementos indicadores de zonas inundables, especialmente las terrazas, de las cuales, en todos los cuencas, han diferenciado dos: la T_0 o lecho y la T_1 o superior.

Las incertezas que aparecen en el análisis se centraron especialmente en los cálculos de los caudales de los torrentes en momentos punta, pero también en las determinaciones de los periodos de retorno T_r de las inundaciones. Las incertezas aparecen, esencialmente, por: a) insuficiencia de datos que permitan el cálculo de los caudales y las distorsiones derivadas de su aplicación; b) insuficiencia de datos pluviométricos; c) insuficiencia de datos en el registro histórico; d) desigualdad en la distribución de la población; e) imperfecta predicción de los episodios de inundación a causa de la pequeña medida de las cuencas; y f) la rapidez y variabilidad de la respuesta hidrológica, que hace que el tiempo de actuación ante la crecida sea muy reducido

Por lo que se refiere a las tipologías de zonas inundables, se han estudiado las normativas de ámbito europeo, estatal y autonómico, con la finalidad de aplicarlas a la zona de estudio. Aparecieron problemas de aplicabilidad, ya que se basan en el funcionamiento de grandes ríos. Los resultados entre las cuencas extensas y de crecida relativamente lenta no encajan con los de las cuencas pequeñas que tienen avenidas bruscas de tipo “flash flood”. Tampoco coinciden en los periodos de retorno ni en las zonificaciones de Zona Fluvial, Sistema hídrico y Zona Inundable.

Es a partir de la cartografía geomorfológica integrada y de la totalidad de las informaciones recopiladas que se ha llegado a establecer una clasificación cualitativa de la inundabilidad: inundabilidad **alta**, inundabilidad **media** e inundabilidad **baja**. Es la clasificación que queda recogida en la cartografía de inundabilidad, complementada con otros elementos de interés que con ello se relacionan (zona protegida, líneas de circulación preferente, puntos críticos, etc.).

En lo que concierne al cambio climático se han buscado referencias para poder prever comportamientos en futuros posibles escenarios. Se ha buscado de localizar lugares con posibilidades de poder estudiar registros sedimentarios de materiales granulométricamente finos y de naturaleza orgánica que permitieran dataciones.

El análisis multicuenca-multifunción, se ha basado en dos aspectos principales: la magnitud de las precipitaciones, y los datos históricos de los efectos de las inundaciones. Ello ha permitido la cuantificación de las frecuencias de inundación, tomando los periodos de los que se dispone de mayor información y que resultan más representativas. Se ha obtenido un promedio de 3 años de tiempo de separación entre inundaciones. El concepto de inundación considera aquí que las aguas no pueden ser contenidas en el lecho de los Torrents ocupado por la terraza T_0 , desbordando y ocupando el espacio de la terraza T_1 , sin tener en cuenta la altura de la lámina de agua desbordada ni los efectos ni daños ocasionados.

Del conjunto de trabajos, ha sido posible la formulación de conclusiones referentes a:

- las posibilidades de zonificación de las áreas inundables,
- la reducción de los factores de incerteza característicos de las cuencas
- la introducción de mejoras en el método geomorfológico integrado, que incorpora la identificación y la cartografía de las zonas inundables
- la determinación de la frecuencia de las inundaciones mediante el análisis multicuenca-multifunción, basado en dos aspectos principales: la magnitud de las precipitaciones, y los datos históricos de los efectos de las inundaciones.

Nota:

La estructura de este trabajo de tesis doctoral desglosa los datos en dos volúmenes. El primero contiene la totalidad de los textos, mientras que el segundo recoge la cartografía geomorfológica integrada y la de inundabilidad, reunidas por cuencas y con las correspondientes leyendas de símbolos gráficos.

RESUMÉ

Situation

Du point de vue géographique, es travaux de cette thèse de recherche, mettent l'accent sur le secteur du NE de la Catalogne, et plus particulièrement, le secteur compris entre le cap de Creus et la frontière française.

C'est une étendue de petites cuvettes torrentielles où les inondations s'y produisent avec une certaine fréquence et causent souvent d'importants dégâts. Elle comprend les municipalités de Portbou, Colera, Llançà, la Selva de Mar et le Port de la Selva. Les cuvettes montrent certaines différences, mais aussi de nombreuses similitudes, puisqu'elles se trouvent dans une zone où les précipitations sont abondantes mais de très courte durée. Elles montrent aussi une pente très abrupte de profil longitudinal, et leur sommet se trouve à 600m environ. Il s'y produit donc très fréquemment des crues soudaines ou "crues-éclair" (flash flood).

Du point de vue géologique, il s'agit d'une zone relativement monotone, où la plupart du territoire est formé de schistes et d'ardoises du Paléozoïque (cambroordoviennes). Il y a un petit secteur de granit au sud de la cuvette de Llançà. Au fond des vallées des sédiments alluviaux ont créé les formes en terrasse. Il y a certaines parcelles de terrain où la géologie naturelle est couverte par des matériaux anthropiques récents (ramblais).

Objectifs de l'étude

Les objectifs sont basés sur la recherche de la connaissance de la dynamique des torrents, pour identifier et déterminer les zones vulnérables aux dangers d'inondation. C'est dans ce cadre que nous prétendons déterminer la fréquence et l'ampleur de ces inondations et la corrélation avec les caractéristiques anthropiques et géomorphologiques du système torrentiel.

Par la suite, les objectifs se sont élargis vers la réduction des facteurs d'incertitude et la manière d'essayer de trouver quelques symptômes concernant le changement climatique dans le passé.

Méthodologie.

La «méthode géomorphologique intégrée pour l'identification et la cartographie des zones inondables» a été choisie comme base de travail. C'est avec cette cartographie ont été identifiés, cartographiés et analysés les éléments indicateurs des zones inondables, surtout les terrasses. D'entre toutes les cuvettes, nous en avons différencié deux: la T_0 ou lit du torrent, et la T_1 supérieure.

Le travail a commencé par la préparation de la cartographie géomorphologique intégrée, qui montre la cartographie des inondations de chaque cuvette. Ces cartes ont été informatisées par le programme ArcGIS et se présentent, sur une échelle de 1:3000, dans les annexes au volume 2 de ce travail, et a été classé par bassins, tout en commençant par le N (frontière) et en terminant avec E (cabo de Creus). Le travail de terrain a été complété par la collecte de données historiques se rapportant aux événements survenus dans le passé.

Un des premiers pas de recherche fut l'élaboration de la «cartographie géomorphologique intégrée» de laquelle a été obtenue la cartographie d'inondabilité de chaque cuvette. Ces cartes ont été informatisées par le programme ArcGIS et se présentent, sur une échelle de 1:3000, dans le volume 2 de cet article, et ont été classés par bassins, en commençant par le N (frontière) et en finissant par E (cap de Creus). Les travaux sur le terrain ont été complétés par la compilation de données historiques se rapportant aux événements survenus dans le passé.

Lors de la première approche, le problème de l'incertitude apparaît déjà, aussi bien dans les domaines de l'environnement naturel en général comme dans la même zone d'étude. Ceci nous amène à chercher et à déterminer pourquoi ces incertitudes se produisent (aléatoire et épistémiques) et aussi à trouver les possibilités de les réduire. Les incertitudes se concentrent surtout sur les calculs des débits des cours d'eau à l'instant maximum mais aussi à déterminer les périodes de retour T_r des inondations. Les incertitudes se produisent essentiellement à

cause de: a) le peu de données disponibles permettant le calcul des flux et des distorsions découlant de son application; b) l'insuffisance des données pluviométriques; c) l'insuffisance des données dans le dossier historique; (d) l'inégalité dans la répartition de la population. e) la prédiction imparfaite des épisodes d'inondation en raison de la petite surface des cuvettes ; et f) la vitesse et la variabilité de la réponse hydrologique qui réduit considérablement le temps d'agir lorsque la crue des torrents apparaît.

Résultats

Avec la mise en œuvre de la méthode géomorphologique intégrée, suite à l'émergence de l'incertitude décrite précédemment, l'innovation est également cherchée dans la « méthode intégrée géomorphologique pour l'identification et la cartographie des zones inondables » et a montré le problème du manque de données suffisamment générales, larges et représentatives grâce à l'analyse de type « multicouche-multifonction » .

En ce qui concerne les typologies de zones inondables, les réglementations établies en Europe, en Espagne et en Catalogne ont été étudiées pour essayer de les appliquer dans la zone d'étude. Dans tous les cas, des problèmes d'applicabilité apparaissent, car elles sont basées sur la dynamique des bassins de grands fleuves. Entre grands bassins, de crues et inondations relativement lentes et les petits bassins ou cuvettes, qui ont des crues soudaines de type «flash flood», les dynamiques ne sont pas les mêmes. Et elles ne coïncident pas non plus pour les périodes de retour, ni avec le zonage établi de « zone fluviale », « système hydrique » et « zone inondable ».

C'est sur la base de la cartographie géomorphologique intégrée et de tous les renseignements recueillis que nous avons établi une classification qualitative de l'inondation: inondabilité **élevée, moyenne et faible** C'est la classification qui est recueillie dans la cartographie d'inondation, complétée par d'autres points d'intérêt qui s'y rapportent (zone protégée, lignes d'écoulement préférentiel, points critiques, etc..).

En ce qui concerne le « changement climatique », des références ont été recherchées dans le passé, pour essayer de prédire le comportement à l'avenir. Nous avons essayé de localiser les endroits avec la possibilité d'étudier les séries sédimentaires de matériaux fins et de nature organique, permettant de dater. Les résultats des sondages se sont révélés infructueux en raison de la nature des sédiments de la zone choisie, qui étaient peu organiques et trop grossiers pour permettre une datation.

Conclusions.

Les résultats de l'ensemble de ce travail et de collecte des données, ont permis d'arriver à la formulation de conclusions concernant:

- les possibilités de zonage des zones inondables,
- la réduction des facteurs d'incertitude caractéristiques des bassins ou cuvettes
- l'introduction des améliorations dans la « méthode géomorphologique intégrée », qui intègre l'identification et la cartographie des zones inondables
- la détermination de la fréquence de ces inondations grâce à l'analyse de « multicouche-multifonction », basée sur deux aspects principaux: le volume de pluies, et les données historiques des effets iou dégâts de ces inondations.

En raison de la détermination des fréquences d'inondations durant les périodes dont nous avons le plus d'informations et qui sont les plus représentatives, nous avons calculé que la fréquence des inondations dans cette zone atteint une valeur moyenne de 3 ans de séparation entre les inondations. Le concept d'inondation est ici conçu lorsque les eaux ne peuvent plus tenir dans le lit des torrents occupés par la terrasse T₀, et débordent et occupent la surface de la terrasse T₁, sans tenir compte de la hauteur de l'eau qui déborde, ni de l'ampleur des effets, ni des dommages causés.

Note :

La structure de ce travail de thèse se compose de deux volumes. Le premier contient tous les textes, tandis que le second contient la cartographie géomorphologique intégrée et la cartographie d'inondabilité, recueillie par cuvettes, ainsi que les légendes des symboles.

ABSTRACT

Setting

The study area is located in NE Catalonia, Spain, between Cap de Creus and the border with France. The area consists of eleven small basins distributed over the municipalities of Portbou, Colera, Llançà, La Selva de Mar and El Port de la Selva. These basins are prone to devastating flash floods and display differences as well as similarities given that the area is characterised by high intensity short duration rainstorms. The slope of the longitudinal profile of the basins is abrupt and the watershed attains approximately 600 m.

Geologically, the area is homogeneous, consisting of palaeozoic schists and slates (Cambro Ordovician). A small part of the southern sector of the middle of the Llançà basin is composed of granite. Recent alluvial terraces are located at the bottom of the valleys and provide valuable insights into stream dynamics. Parts of the study area are covered with diverse materials as a result of human intervention.

Aims

The aim of the thesis is to improve our understanding of stream dynamics in order to identify the areas that are prone to flood hazards. An attempt was made to determine the frequency and magnitude of floods by correlating them with the geomorphological and anthropogenic characteristics of the fluvial system.

Subsequent aims arose given the special characteristics of the study area, which required an analysis of uncertainty (random and epistemic).

Special emphasis was placed on innovating and improving the methodology of identification and mapping of flood prone areas.

Climate change was also addressed.

Methodology

The “Integrated geomorphological method of identification and mapping of flood hazard areas” or “Integrated geomorphological method” was used.

The study consists of two parts. The first part of the study is focused on the integrated geomorphological mapping and the second part is devoted to flood hazards from which the flood hazard map for each basin was derived. These maps were computerized using ArcGis software and are at 1:3000 scale. The basins from the N (the border with France) to the E (Cap de Creus) are classified in volume 2 of the thesis. Field work was complemented by historical data of past events.

The multibasin-multifunction analysis was performed to address the uncertainties that resulted from using the integrated geomorphological method.

Results and conclusions

The Integrated geomorphological method enabled us to identify, map and analyse all the features providing evidence of flood prone areas especially fluvial terraces of which two were differentiated in each basin: T_0 or lower terrace and T_1 or upper terrace.

The uncertainties of analysis affected the calculation of peak discharges and the determinations of flood frequency. These uncertainties were attributed to a) paucity of data which resulted in distortions or in the impossibility of discharge calculations, b) scarcity of rainfall data, c) insufficient historical records, d) irregular distribution of population in the basins, e) inaccurate prediction of floods because the size of the basins and f) speed and variability of the hydrological response, which considerably reduces the time for action before the flood.

European, national and regional norms and zoning were studied in an effort to make a hazard classification of the flood prone areas. Problems of applicability arose because the norms are based on dynamics of large rivers. The results of the large rivers with relatively slow floods were not consistent with those of small basins that generate flash floods. These results did not coincide with those of return periods nor with the regional zoning of “Zona fluvial”, Sistema hídic” and Zona inundable” in Catalonia.

The integrated geomorphological mapping together with all other data enabled us to classify qualitatively flood hazards into: high flood hazard, medium flood hazard and low flood hazard. This classification is presented in the flood hazard mapping and is complemented by other related information (protected zone, preferential flow lines, critical points, etc.).

Climate data that could predict future scenarios were obtained. It was not possible to find sedimentary records of fine grained organic sediments to enable dating.

The multibasin-multifunction analysis was based on two sets of data: the magnitude of rainfall associated with flooding and historical data of floods. This enabled us to quantify the frequency of flooding by selecting the periods with more data and those that were more representative. A gap of 3 years between flooding or return period was obtained. The concept of flooding considered in the study is as follows: water overflows the lower terrace (T_0) and occupies the area of the upper terrace (T_1). This concept considers neither the magnitude of overflow nor the damage caused.

In the light of our findings, the following conclusions may be drawn:

- possibility of zoning flood prone areas
- reduction of uncertainty that is characteristic of these basins
- improvement in the Integrated geomorphological method of identification and mapping of flood hazard areas
- determination of flood frequency by multibasin-multifunction analysis based on two main data: magnitude of rainfall and historical data (effects of floods).

NB

This doctoral thesis consists of 2 volumes. The first contains the text and the second includes the maps (integrated geomorphological maps and flood hazard maps) classified by basins, and the corresponding legends.

BIBLIOGRAFIA

ABM (Serveis d'Enginyeria i Consulting, S.L.), 2006: Estudi hidràulic del tram final de la riera de Molinàs a Colera, Projecte signat per David Maruny, ECCP, i per Christian Geis, doctor i ambientòleg.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 1994: Recomanacions sobre els mètodes d'estimació d'avingudes màximes. Departament de política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 2001: Delimitació de les zones inundables per a la redacció de Inunecat, Conques internes de Catalunya, Vol. III (punts crítics), juny 2001, Departament del Medi Ambient, Generalitat de Catalunya.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 2003: Recomanacions tècniques per als estudis d'inundabilitat d'àmbit local, Documents tècnics 1, Departament del Medi Ambient, Generalitat de Catalunya. En versió paper i digital: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/criteris_tecnics/recomanacions_tecniques_estudis_inundabilitat.pdf

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 2006: Recomanacions tècniques per al disseny d'infraestructures que interfereixen amb l'espai fluvial, Documents tècnics 4, 45 pàgs. Departament del Medi Ambient, Generalitat de Catalunya.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 2006: Criteris tècnics a tenir en compte per l'ACA en l'elaboració dels informes preceptius en la tramitació del planejament urbanístic.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), 2008: Campanya de prevenció d'inundacions 2008. Informació per als municipis. Inunecat. Generalitat de Catalunya, Departament d'Interior, Relacions Institucionals i Participació, Direcció General de Protecció Civil, 28 p.

Appel, H.; Thielen, A.; Merz, B.; Blöschl, G., 2004: Flood risk assessment and associated uncertainty. *Nat. Hazards Earth Syst Sci.* 4: 295-308.

Appel, H.; Merz, B.; Thielen, A., 2008: Quantification of uncertainties in flood risk assessments. *J. River Basins Management* 6 (2): 149-162.

Arnaud-Fassetta, G., Cossart, E, Fort, M., 2005: Hydro-geomorphic hazards and impact of man-made structures during the catastrophic flood of June 2000 in the Upper Guil catchment (Queyras, Southern French Alps), *Science Direct, Geomorphology*, 66, Paris, pp 41-67.

Ballais, J.L. Garry, G., Masson, M., 2005: Contribution de l'hydrogéomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation: le cas du Midi méditerranéen français, *C.R.Géoscience* 337. Académie des sciences, publié par Elsevier SAS, Aix-en Provence, pp 1120-1130.

Ballais, J., Chave, S., Dupont, N., Masson, É. et Penven, M.J., 2011: La méthode hydrogeomorphologique de détermination des zones inondables. *Physio-Géo* (www.physio.geo.fr). Collection Ouvrages, 168 p.

Benson, M.A., & Dalrymple, T., 1967: General field and office procedures for indirect discharge measurements. *U.S Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations*, book 3, chap. A1, 30 p.

Bustamante, A., González, S., 1997: Guia metodològica para la elaboración del Catálogo Nacional de inundaciones Históricas. Dirección General de Protección Civil.

Cañada, F., 1964: Síntesis geológica sobre el Paleozoico y Prepaleozoico del extremo oriente de los Pirineos, en la zona de Rosas (Gerona), Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., 75, 119-154.

Carreras, J., 1973: Petrología y análisis estructural de las rocas metamórficas de la zona del Cabo de Creus. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, 154 pp.

Carreras, J., 1974: Petrología y análisis estructural de las rocas metamórficas de la zona del Cabo de Creus. Resumen de la Tesis doctoral. Secretariado de Publicaciones, Intercambio científico y Extensión Universitaria, Universidad de Barcelona, 11 p.

Carreras, J., Julivert, M. Santanach, P., 1980: Hecynian mylonite belts in the eastern Pyrenees: an exemple of shear zones associated with late folding. Jour. Stuct. Geol, 2 (1-2), pp 5-9.

Carreras, J., Losantos, M., Morales, V., Ramírez, J., 1982: Itinerari geològic al Cap de Creus i roques metamòrfiques i associades de l'Hercínic, Publ. I.C.E. de la Universitat Autònoma de Barcelona, 11 p.

Casas, M.C., 2005: Análisis espacial y temporal de las lluvias extremas en Catalunya. Modelización y clasificación objetiva. TDX, Tesis, 199 p <http://www.tdcat.cesca.es/TDX-0218105-091051/>

CEDEX, 1999: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento, Dir. Gral. de Carreteras, Series monográficas, 60p.

CHAC <http://hercules.cedex.es/Chac>

Chave, S. et Ballais, J.L., 2006: From hydrogeomorphology to hydraulics computations: multidisciplinary approach og the flood hazard diagnosis in the mediterranean zone. Z.Geomorph. N.F, 50-4, Berlin·Stuttgart, pp 523-540.

Clavaguera i Canet, Josep, 1992: La nostra història. Els aiguats a la Vall de Llançà durant la segona meitat del segle XIX, Revista Llançà, Festa Major d'Estiu, pp 8-9, Llançà.

Clavaguera i Canet, Josep, 1995: Notícies del Llançà del segle XIX, segons els diaris de l'època, Farella, Revista de Llançà, 1, pp 34-35

Clavaguera i Canet, Josep, 2000: Llançà: notes històriques, Barcelona, Ed Salvat,

Clavaguera i Canet, Josep, 2000: Llançà, Quaderns de la Revista Girona, 84, Monografies locals nº 51, Diputació de Girona i Caixa de Girona.

Coll i Tuneu, Marta, 2006: Dinàmica fluvial de la Riera de Molinàs, a l'Alt Empordà, Treball Final de Carrera, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, inèdit.

Costa, J.E., 1983: Paleohydraulic reconstruction of flash-flood peaks from boulder deposits in the Colorado Front Range. Geological.Soc. Am. Bull. 94, pp 986-1004.

Costa, J.E., 2001: A proposal to reduce the cost of indirect-discharge Estimates. In: Workshop of USGS on indirect measurements.

Costa, J.E. & Baker, V.P., 1981: Surficial Geology: building with the Earth. Wiley. New York, 498 pp.

Costa, J.E. & Jarrett, R.D., 2008: An evaluation of selected extraordinary floods in the United States reportes by the U.S. Geological Survey and implications for the future advancement of flood science. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5184, 263 pp.

Curbet Hereu, Jordi, 2007: (edició, estudi introductor i notes), Les llibretes de memòries de Joan Serinyana (1918-1903), vinyater llançanenc. Biblioteca d'Història Rural, Col·lecció Documents nº 5, juliol de 2007.

Dalrymple, Tate, and Benson, M.A., 1968: Measurement of peak discharge by the slope-area method. *U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations*, book 3, chap. A2, 12 p. (també disponible a <http://pubs.usgs.gov/twri/twri3-a2/>.)

Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, 2007: Patrimoni Geològic, Inventari d'espais d'interès geològic, Fitxes descriptives: 156 (Puig d'es Quers), 159 (Gneiss del Port de la Selva), 160 (Roques del Cap de Creus), 161 (les sorres de les Cavorques al Port de la Selva) i 161 (Extrem oriental de la península del Cap de Creus).

DGC (Dirección General de Carreteras), 1999: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. Madrid.

DGC (Dirección General de Carreteras) 2007.- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. CD-Rom. Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento. Madrid.

Diversos autors, 2007: Pobres x desastres, Desastres d'origen natural i cooperació al desenvolupament, Publicació patrocinada pel Col·legi de Geòlegs de Catalunya (Geòlegs del Món) i l'Agència Catalana de Cooperació al Desenvolupament; Barcelona.

Diversos autors, 2008: Riskcat, Els riscos naturals a Catalunya, Informes del CADS, 6, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS), Generalitat de Catalunya, textos en català, espanyol i anglès, Barcelona, 227 pàgs + CD-ROM amb informes d'expertesa i legislatiu. Equip Riskcat dirigit per Joan Manuel Vilaplana.

Documentation Française, La, 1999: Plans de Prévention des risques naturels (PPR) Risques d'inondation; Guide méthodologique, Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement, i Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Paris, 123 pàgs.

ENINGEST, S.L., 1988: Projecte d'endegament de la riera de Molinàs, des de la C-252 fins al mar, a Colera, signat per Jordi Quera i Miró, EECP i encarregat per l'ajuntament de Colera.

ENINGEST, S.L., 2001: Projecte modificat de l'endegament de la riera de Molinàs, aigües amunt de la carretera N-260 i camí de Molinàs, TM de Colera, signat per Jordi Quera i Miró, EECP, i encarregat per l'ajuntament de Colera.

Escuer, Joan, 2008: El risc d'inundacions a Catalunya, informe d'expertesa contingut en el CD-ROM complementari a *Riskcat, Els riscos naturals a Catalunya*, Informes del CADS, 6, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS), Generalitat de Catalunya, Barcelona, 32 pàgs.

EU, 2000 : Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 72 p.

EU, 2003: Informe sobre las buenas prácticas referente a las inundaciones

EU, 2007: Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, 8p.

Fernández-Lavado, C., Furdada, G., Marqués, M. A., 2007: Geomorphological method in the elaboration of hazard maps for flash-floods in the municipality of Jucuarán (El Salvador) - Natural Hazards Earth Syst. Sci., 7, 455-465

Furdada, G., Calderón, L.E., Marquès, M.A., 2008: Flood hazard of La Trinidad (NW Ncaragua). Method and results. Springes Science+Bussiness Media, B.V.

Garry G., Ballais J-L., Masson M., 2002: La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne. Géomorphologie, 1, 5-16.

Godé, Lluís, 2010: La planificación de los espacios fluviales en Cataluña, publicació de les ponències presentades en la Jornada "Reptes i oportunitats de la Directiva sobre evaluació i gestió dels riscos d'inundació", Barcelona, març de 2010: 5-24.

Gubert i Macias, Joan, 1990: Portbou, segle XIX, Inicis i engrandiment d'un poble, Editor, J. Gubert, amb la col·laboració de l'Ajuntament de Portbou i La Diputació de Girona, 219 pp, i fotografies.

Hall, J.; Anderson, M., 2002: Handlig uncertainty in extreme unrepeatable hydrological processes- the need for an alternative paradigm. *Hydrological Process* 16: 1867-1870.

Haug. E.W., 2009: Climatic and geomorphic interactions on alluvial fans in the Atacama Desert, Chile. Master Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, 40p.

ICOG, 2007: Guía metodológica para la elaboración de cartografías de riesgos naturales en España, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, amb la col·laboració del Ministerio de Vivienda, Madrid, 507 p.

INCLAM, 2001: Càlcul hidrològic simplificat i determinació dels cabals d'avinguda en les conques internes de Catalunya. Informe inèdit. 68p (dip. ACA)

Institut (Servei) Cartogràfic de Catalunya. Mapa Geològic de Catalunya, Escala 1/25.000. Fulls de:

Llançà 221-1-2 (79-20), 2000.

Garriguella 220-2-2 (78-20), 2001.

Roses 259-1-1 (79-21), *Cap de Creus 259-2-1 (80-21)* i *Far de Roses 259-1-2 (79-22)*, 1997.

Institut Geològic de Catalunya, 2006, Mapa geològic de Catalunya, escala 1:50.000.

Instituto Tecnológico Geominero de España (IGME), 1994: Madrid: IGME Mapa Geológico de España, 1:50.000, fulls

nº 221 (40-10) (Portbou), 1994

nº 220 (39-10) (la Jonquera), 1994

nº 259 (40-11) (Roses) 1994

INUNCAT, 2008: Campaña de prevenció d'inundacions 2008. Informació per als municipis. Generalitat de Catalunya, Departament d'Interior, Relacions Institucionals i Participació. Direcció General de Protecció Civil, 28 p.

Kreibich, H.; Thielen, A.H., 2009: Coping with floods in the city of Dresden, Germany. *Natural Hazards* 51: 425-436.

Kresan, P.L., 1988: The Tucson, Arizona, flood of October 1983. In: Baker et al. Ed. *Flood Geomorphology*. Wiley Intersc. 465-489

Mallol i Oriol "Valentí", Josep, 1989: L'ahir del Port de la Selva, l'Art de Port de Reig.

Martín Vide, F.J., 1985: Plugues i inundacions a la Mediterrània. Barcelona: Ketres, 132 p.

Merz, B. i Thielen, A.H., 2005: Separating natural and epistemic uncertainty in flood frequency. *Journal of Hydrology*, 309, 1-4, 114-132.

Merz, B. i Thielen, A. H., 2009: Flood risk curves and uncertainty bounds. *Natural Hazards*, 51: 437-458.

Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement. 1999: Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation: guide méthodologique, La Documentation française, Paris, 1999, 123 p.

- Ministerio de la Presidencia (1010): Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, BOE n.171 de 15 de julio de 2010. p. 61954-61967.
- Mishra, S. K. & Singh, V. P., 2003: Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology. *Water Science and Technology Library* v. 42. 513 p. Kluwer Acad.
- MOPU, 1990: Instrucción 5.2 - IC. Drenaje Superficial. Centro de Publicaciones. MOPU. Madrid
- Morales, V., 1975: Estudio petrológico y estructural del área metamórfica de Llançà (Girona), Tesis de licenciatura. Univ. Barcelona, 89 pàg. (inédita).
- Musquera Sais, Ernest, 1987: El Port de la Selva vist pels escolars, publicat amb motiu del II Centenari de l'atorgament del títol de Vila. Edició a cura de Santi Musquera.
- Nóvoa, M., 1984: Precipitaciones y avenidas extraordinarias en Catalunya, Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas de Trabajo sobre inestabilidad de Laderas en el Pirineo, Barcelona
- Orta, J.M., 1973: Estudio petrológico y estructural de la Península del Cabo de Creus entre Cala Taballera y Cala Portaló. Teisi de licenciatura. Univ de Barcelona, 67 pág. (inédita)
- Parlamento y Consejo europeo, 2007: Directiva **2007/60/EC** sobre la valoración y gestión del riesgo de inundaciones". *Diario oficial de la UE*, 11/10/2007, L 288/27-288/34.
- Pages, Aleix i Vancells, Helena, 2008: Anàlisi del risc d'inundacions al poble de Portbou, Treball presentat a la Universitat de Girona, inèdit.
- Planificació d'Espais Fluvials del Llobregat (PEF. Llobregat), 2005.
- Plujà i Canals, Arnald, 2000: El cap de Creus, 60 itineraris de Portbou a Roses. Edició de l'autor, 215 p.
- Plujà i Canals, Arnald, 2005: Els veïnats oblidats del Cap de Creus: Molinàs-Sant Miquel de Colera, Col·lecció els veïnats de Cap de Creus n° 1, Figueres.
- Pohl, R., 2007: Auswertung Wasserpiegellagenberechnungen mit historischen Datensätzen für die Hochwasseranalyse. *Wasserwirtschaft*, v. 5, 16-20.
- Portbou, imatges i records, 2000: Col·lecció Imatges i Records, n° 103, publicació de Viena Columna (2000), amb la col·laboració de l'Ajuntament de Portbou i de la Diputació de Girona, Barcelona, 60 p. Fotografies de Marian Roman, i també de les famílies Cabré, Gubert i Compte.
- Pou i Planas, Anna, 1994: Cronologia de les inundacions altempordaneses documentades per la premsa local, Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos, vol 27, Figueres.
- Quintana Llauneta, Jaume, 1983: La toponímia de la Selva de Mar. Figueres, Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos, vol. 16, pp 291-358
- Ramírez Palau, Joan, 1983: Els gneissos del Port de la Selva, Significació petrològica i relacions amb l'encaixant; tesis de llicenciatura, dirigida per Jordi Carreras Planells, Departament de Petrologia i Geoquímica, Facultat de Ciències Geològiques, Universitat de Barcelona, Barcelona, 210 pp. (inédita).
- Ramírez Palau, Joan, 1983. Zonació metamòrfica de les roques metapelítiques i metapsamítiques del litoral nord del Cap de Creus (Port de la Selva - Cala Taballera). Revista d'Investigacions Geològiques, Diputació de Barcelona – Universitat de Barcelona, Vol. 36, 7-24.
- Reglament de la Llei d'urbanisme (decret 305/2006, de 18 de juliol, article 6) per a la determinació de la compatibilitat d'ús de sòl en relació al risc d'inundabilitat i proposar aquelles actuacions que siguin necessàries per aconseguir aquesta compatibilitat d'usos.

Riba, O., 1997, Diccionari de Geologia, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.

Ribas i Palom, Anna, Saurí i Pujol, David (ed.), 2002: Canvis socioambientals a l'Alt Empordà (1950-20000), Natura i història en l'evolució recent del paisatge altempordanès. Girona: Servei de Publicacions de la Universitat de Girona. (Col·lecció Diversitat, 37)

Ribas Palom, A. i Sorribas, E., 1990. Las inundaciones: propuesta de creación de un modelo de ficha de registro, Dins: Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa, Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears i Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 391-401.

Ribot, Eduard de, 2008. RISKCAT, El marc legal en matèria de riscos naturals a Catalunya", Informe d'expertesa, en els Informes del CADS, 6, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS), Generalitat de Catalunya, textos en català, espanyol i anglès, Barcelona, 227 pàgs + CD-ROM.

RISKCAT, 2008. Els riscos naturals a Catalunya, Informe executiu. Col·lecció Informes del Cads nº 6. Consell Assessor per al Desenvolupament sostenible. Departament de Vicepresidència, Generalitat de Catalunya; L'Hospitalet de Llobregat. Text en català, espanyol i anglès, 227 p + CD.

Sauri Pujol, D., Ribas Palom, A., Roset Pagès, D. i Sorribas Ribas, E., 1993: Inundacions i Societat al Baix Ter, amb el suport del Consorci de la Costa Brava, Museu del Montgrí i del Baix Ter, Diputació de Girona i Consell Comarcal del Baix Empordà, Girona.

Servei Cartogràfic de Catalunya. Topografia i ortofotomapes

Soil Coservation Service, 1972: National Engineering Handbook, sec 4. U.S. Dep. of Agriculture. Washington.

Stralher, A.N., 1957: Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transaction American Geophysical Union, v.38, pp. 913-920.

Taous, A., Obda, Kh., Amyay, M., Laaouane, M., Tribak, A., Akdim, B., Marqués, M.A., Furdada, G., Julià, R., 2010: Cartographie et zonage de l'alea d'inondation a Taza (Maroc). Application de la "Méthode Géomorphologique Integree", Geomaghreb 2010, nº 6, pp. 1-19.

Témez Pelaez, J.R., 1991: Extended and improved rational method. Version of the highways administration of Spain, XXIV Congreso de la IAHR.

Témez Pelaez, J.R., 2003: Facetas del cálculo hidrometeorológico y estadístico de máximos caudales. *Revista de Obras Públicas*, nº 3430, 47-51.

Vilà i Cabrera, A., 2007: Efectes de la freqüència d'incendis sobre l'estructuyra i composició de les comunitats vegetals a la península del cap de Creus, Memòria del projecte de fi de carrera de Ciències Ambientals, Facultat de Ciències de la UAB

Vilaplana, J.M. et al., 2008: RISKCAT, Els riscos naturals a Catalunya, Informes del CADS, 6, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS), Generalitat de Catalunya, textos en català, espanyol i anglès, Barcelona, 227 pàgs + CD-ROM amb informes d'expertesa i legislatiu.

Warmink, J. J. et al., 2011: Identification and Quantification of Uncertainties in a Hydrodynamic River Model Using Expert Opinions, *Water resources Manage*, 25, 601-622.

Wilcock, P.R. Toward a practical method for estimating sediment-transport in gravel-bed rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 26, 1395-1408.

Williams, G.P., 1984. Paleohydrologic equations for rivers, in Costa, J.E. and Fisher, P.J., eds., *Developments amb applications of geomorphologie*, 343-367.