



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ENGINYERS DE CAMINS,
CANALS I PORTS



**ANÀLISI DEL
COMPORTAMENT HIDRÀULIC
DEL LLIT VELL DEL TÚRIA
A LA CIUTAT DE VALÈNCIA
AL LLARG DE LA CRESCUDA
DE 14 D'OCTUBRE DE 1957**

MEMÒRIA

TREBALL FI DE GRAU

Titulació:

GRAU EN ENGINYERIA D'OBRES PÚBLIQUES

Curs:

20014/15

Autor:

XAVIER BONACHE I FELICI

Director:

DR. EN JUAN B. MARCO SEGURA

Data:

VALÈNCIA, SETEMBRE DE 2015

Títol del Treball Fi de Grau: <i>ANÀLISI DEL COMPORTAMENT HIDRÀULIC DEL LLIT VELL DEL TÚRIA A LA CIUTAT DE VALÈNCIA AL LLARG DE LA CRESCUDA DE 14 D'OCTUBRE DE 1957</i>	
Autor: <i>XAVIER BONACHE I FELICI</i>	
Director: <i>DR. EN JUAN B. MARCO SEGURA</i>	Data: <i>VALÈNCIA, SETEMBRE 2015</i>

<p>Resum:</p> <p>El present treball té per objecte analitzar el comportament hidràulic del vell llit del Túria a la ciutat de València en el transcurs de la doble crescuda dels dies 13 i 14 d'octubre de 1957.</p> <p>Per a dur a terme este treball s'han realitzat dos simulacions: una primera Modelització Hidràulica Basada en SIG (MHBS), i una segona Modelització Hidràulica Matemàtica (MHM).</p> <p>La MHBS, d'aplicació per al domini bidimensional de la inundació, ha estat dirigida a la reconeixement dels processos hidrogeomorfològics i hidràulics que intervenen en la inundació. Distingint els processos per una banda hidrogeomorfològics (paleolleres, ventalls al·luvials, barres fluvials...), i per altra banda els hidràulics (desbordaments, vies de intens desguàs, corbes de remulla, línies de flux, obstruccions al flux, i zones de flux inefectiu...).</p> <p>Esta feina d'identificació s'acomplix a partir de la fotointerpretació d'un Sistema d'Informació Geogràfica d'Avinguda (SIGA), base de dades desenvolupada amb la Informació No Sistemàtica (INS) recollida en el procés la recerca documental.</p> <p>Esta metodologia ha permés la Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació (CEFHI). Materialitzant els resultats de la MHBS en una cartografia d'inundació PORTUGUÉS, I, BONACHE, X, MATEU, J.F., MARCO, J.B. (2015b).</p> <p>La MHM d'aplicació al domini unidimensional del caixer del riu, prèvia escaient reconstrucció de les condicions de contorn, s'ha implementat per tal d'analitzar el comportament del tram canalitzat, i estimar la seua capacitat hidràulica al llarg de la Riuada de 1957.</p> <p style="text-align: center;">— 0 —</p> <p>Resumen:</p> <p>El presente trabajo tiene por objeto analizar el comportamiento hidráulico del viejo cauce del Túria en la ciudad de Valencia en el transcurso de la doble crecida de los días 13 y 14 de octubre de 1957.</p> <p>Para llevar a cabo este trabajo se han realizado dos simulaciones: una primera Modelización Hidráulica Basada en SIG (MHBS), y una segunda Modelización Hidráulica Matemática (MHM).</p> <p>La MHBS, de aplicación para el dominio bidimensional de la inundación, se ha centrado en el reconocimiento de los procesos hidrogeomorfológicos e hidráulicos que intervienen en la inundación. Distinguiendo los procesos por una banda hidrogeomorfológicos (paleocauces, conos aluviales, barras fluviales...), y por otra banda los hidráulicos (desbordamientos, vías de intenso desagüe, curvas de remanso, líneas de flujo, obstrucciones al flujo, y zonas de flujo inefectivo...).</p> <p>Esta trabajo de identificación se completa a partir de la fotointerpretación de un Sistema de Información Geográfica de Avenida (SIGA), base de datos desarrollada con la Información No Sistemática (INS)</p>
--

recogida en el proceso la búsqueda documental.

Esta metodología ha permitido la Conceptualización del Esquema de Funcionamiento Hidráulico de la Inundación (CEFHI). Materializando los resultados de la MHBS en una cartografía de inundación
PORTUGUÉS, I, BONACHE, X., MATEU, F., MARCO, B. (2015b).

La MHM de aplicación al dominio unidimensional del cajero del río, previa adecuada reconstrucción de las condiciones de contorno, se ha implementado para analizar el comportamiento del tramo canalizado, y estimar su capacidad hidráulica a lo largo de la Riada de 1957.

— o —

Abstract:

This study aims to analyse the hydraulic behaviour of the old Túrria riverbed in Valencia during the double flood of 13 and 14 October 1957.

To carry out this work two simulations has been made: the first Hydraulic GIS Based Modelling (HGBM), and a second Hydraulic Mathematical Modelling (HMM).

The HGBM, applied for the one-dimensional domain of the flood, has focused on the recognition of hydraulic and hydro-geomorphic processes involved in the flood. Distinguishing processes on the one hand hydro-geomorphic (paleochannels, alluvial fans, river point bars ...), and also the hydraulic (overflows, encroachments, backwater curves, flow lines, flow obstructions and ineffective flow areas...). This identification work has been accomplished from the photo-interpretation of a FloodGIS-Database (FGIS-DB), that has been developed from the Non-Systematic Information (NSI) collected in documentary research process.

This methodology has allowed the Flood Hydraulic Scheme Behaviour Conceptualisation (FHSBC). Materializing the results of HGBM into a flood mapping
PORTUGUÉS, I, BONACHE, X., MATEU, F., MARCO, B. (2015b).

The HMM, applied to the two-dimensional domain of river channel, after appropriate reconstruction of the boundary conditions, has been implemented in order to analyse the behaviour of the channelled cross section, and to estimate its hydraulic capacity during the 1957 Flash-flood.

Paraules clau:

Modelització matemàtica hidràulica en entorn urbà, modelització basada en SIG, informació no sistemàtica, reconstrucció d'inundacions, calibratge i validació

Palabras clave:

Modelización matemática hidráulica en entornos urbanos, modelización basada en SIG, información no sistemática, reconstrucción de inundaciones, calibración y validación

Keywords:

Hydraulic mathematical modelling in urban environment, GIS based model, non-systematic information, flood reconstruction, calibration and validation

*“... almenys la mitat del que separa els emprenedors reeixits
dels que no ho són,
és simple perseverança”*

STEVEN PAUL JOBS.

ÍNDEX DE DOCUMENTS

MEMÒRIA

ANNEXOS

ANNEX N°1: ESTUDI CLIMATOLÒGIC, METEOROLÒGIC I PLUVIOMÈTRIC

ANNEX N°2: ESTUDI D'AVINGUES HISTÒRIQUES

ANNEX N°3: ESTUDI GEOMORFOLÒGIC I PALEOHIDROLÒGIC

ANNEX N°4: ESTUDI HIDROLÒGIC

ANNEX N°5: ESTUDI HIDRÀULIC

- MHBS
- MHM
 - EL MODEL HIDRÀULIC MATEMÀTIC HEC-RAS
 - EIXIDA DE RESULTATS D'HEC-RAS
 - TAULES
 - EIXIDES GRÀFIQUES
 - ✓ PLANTA
 - ✓ VISTES 3D
 - ✓ PERFILS LONGITUDINALS
 - ✓ SECCIONS TRANSVERSALS

ANNEX N°6: ANNEX FOTOGRÀFIC

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA

ÍNDIX DE CAPÍTOLS

1	INTRODUCCIÓ	17
1.1	CONTEXTUALITZACIÓ	17
1.2	ANTECEDENTS	17
1.3	OBJECTIU, JUSTIFICACIÓ I FITA	18
1.4	ESTAT DE L'ART	19
1.5	CONTINGUTS DEL TREBALL	20
1.6	CONSIDERACIONS PRÈVIES	20
1.7	METODOLOGIA	21
1.8	ESTUDIS PRELIMINARS	21
2	MODELITZACIÓ HIDRÀULICA	23
2.1	MODELITZACIÓ HIDRÀULICA BASADA EN SIG	23
2.1.1	<i>Metodologia</i>	23
2.1.2	<i>Fotointerpretació</i>	25
2.1.3	<i>Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació</i>	26
2.1.3.1	Definició	26
2.1.3.2	Identificació de Processos	26
2.1.3.3	Discretització de l'Espai Fluvial	31
2.1.4	<i>Síntesi de Resultats del MHBS (CEFHI i Cartografia d'Inundació)</i>	33
2.2	MODELITZACIÓ HIDRÀULICA MATEMÀTICA	39
2.2.1	<i>Opcions de Modelització</i>	39
2.2.1.1	Nivells de Complexitat de MHM	39
2.2.1.2	Models Matemàtics Hidràulics Unidimensionals	42
2.2.2	<i>Nivell de Complexitat i MHM Escollits</i>	43
2.2.2.1	Nivell de Complexitat Escollit	43
2.2.2.2	MHM Escollit	43
2.2.3	<i>Simulació</i>	44
2.2.3.1	Acotació de la Zona d'Estudi	44
2.2.3.2	Hipòtesi de Partida	44
2.2.3.3	Reconstrucció de les Condicions de Contorn	44
2.2.4	<i>Síntesi de Resultats del MHM</i>	49
3	ANÀLISI DE RESULTATS	51

3.1.1	<i>Anàlisi</i>	51
3.1.2	<i>Calibratge i Validació</i>	52
4	CONCLUSIONS	53
4.1	CONCLUSIONS DE L'ESTUDI	53
4.2	APORTACIONS DE L'ESTUDI (FITES ACONSEGUIDES).....	54
4.3	LÍNIES D'INVESTIGACIÓ.....	54
4.3.1	<i>Descripció de la Línia General</i>	54
4.3.2	<i>En Desenvolupament</i>	54
4.3.3	<i>Futures</i>	54
4.4	MATERIALS ELABORATS EN LA LÍNIA D'INVESTIGACIÓ.....	55
4.4.1	<i>Articles i Altres Publicacions</i>	55
4.4.2	<i>Ponències</i>	55
5	BIBLIOGRAFIA I FONTS DOCUMENTALS	57
5.1	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	57
5.2	ARXIU I FONTS BIBLIOGRÀFICS, CARTOGRÀFICS I DOCUMENTALS CONSULTATS	61
6	ACRÒNIMS (SIGLES)	63
7	ANNEXOS	65
7.1	ANNEX N°1: ESTUDI CLIMATOLÒGIC, METEOROLÒGIC I PLUVIOMÈTRIC	67
7.1.1	<i>Climatologia</i>	67
7.1.2	<i>Meteorologia</i>	69
7.1.3	<i>Pluviometria</i>	72
7.2	ANNEX N°2: ESTUDI D'INUNDACIONS HISTÒRIQUES.....	73
7.2.1	<i>Inundacions Històriques del Túria a la Ciutat de València i Contornada</i>	73
7.2.2	<i>Resum d'inundacions del Túria per segles a la Ciutat de València i contornada.</i>	79
7.2.3	<i>Riuades Extraordinàries del Túria a la Ciutat de València i Contornada</i>	80
7.2.4	<i>Inundacions Històriques Recents</i>	81
	7.2.4.1 <i>Riuades al Segle XIX</i>	81
	7.2.4.2 <i>Riuades al Segle XX</i>	83
7.2.5	<i>Caracterització Històrica de la Riuada de 1957</i>	85
	7.2.5.1 <i>Primera Inundació: 13-14 d'Octubre Nit.</i>	85
	7.2.5.2 <i>Segona Inundació: 14 d'Octubre Migdia</i>	90
7.2.6	<i>Dades de l'Estació d'Aforament de la Presa (Manises)</i>	93
7.3	ANNEX N°3: ESTUDI GEOMORFOLÒGIC I PALEOHIDROLÒGIC	97
7.3.1	<i>Caracterització Geològica</i>	97
7.3.2	<i>Caracterització Biogeogràfica i Edàfica</i>	98
7.3.3	<i>Caracterització Sedimentològica i Geoarqueològica</i>	100
7.3.4	<i>Caracterització Geomorfològica i Paleohidrològica</i>	103

7.3.4.1	Glacis i Cons de Dejecció Al·luvials Plistocens	103
7.3.4.2	Valls i Terrasses	105
7.3.4.3	Plans d'Inundació.....	105
7.3.4.4	Litoral Deltaic: La Punta del Túria i L'Albufera	109
7.4	ANNEX N°4: ESTUDI HIDROLÒGIC.....	113
7.4.1	<i>Caracterització hidrològica de l'esdeveniment</i>	113
7.4.1.1	Àmbit de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer	113
7.4.1.2	La Conca del Riu Túria i Adjacents	115
7.4.2	<i>Estudis Hidrològics Antecedents</i>	120
7.4.3	<i>Cabals Punta per a la MHM</i>	121
7.5	ANNEX N°5: ESTUDI HIDRÀULIC	123
7.5.1	<i>MHBS</i>	123
7.5.1.1	Descripció Metodològica del Model.....	123
7.5.1.2	Recerca Documental	123
7.5.1.3	Elaboració d'un Sistema d'Informació Geogràfica d'Avinguda.....	127
7.5.1.4	Fotointerpretació.	129
7.5.1.5	Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic d'Inundació	129
7.5.2	<i>*MHM</i>	131
7.5.2.1	El Model Hidràulic Matemàtic HEC-RAS	131
7.5.2.2	Eixida de Resultats d'HEC-RAS.....	161
7.6	ANNEX N°6: DOCUMENTACIÓ FOTOGRÀFICA.....	181
7.6.1	<i>Visita de Camp al Caixer del Túria</i>	181
8	AGRAÏMENTS	217

ÍNDIX D'IL·LUSTRACIONS

Il·lustració 1. a) Formes de llera i b) Efecte de la mida del material del llit en la forma de rugositat del llit i el número de Manning n . Font: SIMONS ET AL. (1961).	20
Il·lustració 2. Solució adoptada per a la modelització hidràulica del llit vell del Túria. Font: Elab. pròpia.....	23
Il·lustració 3. Diagrama del procés de MHBS. Font: (BONACHE ET AL., 2013 / BONACHE 2014).....	24
Il·lustració 4. Vista general d'alguns materials del SIGA emprats per a la fotointerpretació.	25
Il·lustració 5. Criteris a considerar per a la CEFHI.....	27
Il·lustració 6. Vista en planta d'obstruccions al flux en 1957 (sobre Vol Americà 1956). Font: Elab. pròpia.....	30
Il·lustració 7. CEFHI i esbós hidro-geomorfològic/hidràulic del Túria a València de la Riuada 1957. / On: <i>ED:En</i> <i>Dolça/Cm:Campanar/Sa:Saïdia/Tr:Trinitat/Ro:Rovella/Bn:Benimaclet/SV:Séquia Vera/VR:Volta Rossinyol/</i> <i>Vi:Vivers/Cr:Carme/ RP:Rambla Predicadors/Ru:Russafa/SF:Séquia Favara/Rm:Rambleta/Al:Albereda/</i> <i>PM:Poblats Marítims/Nt:Natzaret.</i> Font: BONACHE 2014.	34
Il·lustració 8. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS. Vista general.	35
Il·lustració 9. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS.. Detall: Campanar. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).	36
Il·lustració 10. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS.. Detall: Albereda. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).	37
Il·lustració 11. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS.. Detall: Cabanyal. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).	38
Il·lustració 12. Discretització de l'EF per a MHM, trams en entorns naturals.	40
Il·lustració 13. Discretització de l'EF per a MHM en trams urbans. Font: Elab. pròpia (BONACHE 2014).....	41
Il·lustració 14. Distribució de velocitats a una secció transversal modelitzada amb HEC-RAS. .	41
Il·lustració 15: Quantitats de precipitació i cabals dels principals rius i rambles al llarg del dies 13, 14 i 15 d'octubre de 1957. Font: DIARI LEVANTE.....	68
Il·lustració 16. Mapes Meteorològics dels dies 13 i 14 d'octubre de 1957. Font: <i>Mapas del Servicio Meteorológico Nacional de los días 14 y 15 de octubre de 1957.</i>	69
Il·lustració 17. Isohietes de precipitació en 24h, mesurades: a) 8h del dia 13. b) 8h del dia 14. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958).....	70
Il·lustració 18. València, litografia d'ALFRED GUESDON (1858).....	81
Il·lustració 19. Riuada de 1897 al Pont de la Mar. Font: ARXIU GRÀFIC JOSÉ HUGUET.....	82

Il·lustració 20. Riuada de 1949, barraques arrasades del llit del Túria. Font: Arxiu Gràfic José Huguet.....	84
Il·lustració 21. Plànol de la Conselleria de Cultura on, sobre la cartografia municipal de València (1929-45), on es grafien ponts i ampits històrics. Font: VV.AA. (2008b).....	86
Il·lustració 22. a) Altura a la que van arribar les aigües en diferents carrers de la ciutat de València. Font: CRUZ ROMÁN, J.M., (1960) / Gràfic il·lustratiu del nivell de les aigües de l'avinguda del Túria en alguns carrers de València. Font: Postal d'època editada per Forma Ediciones (València).	90
Il·lustració 23. Secció transversal del Túria a l'Estació d'Aforament N°25 amb els nivells de les diverses avingudes de la Taula 15. Font: GARCÍA LABRANDERO, A., (1949).....	93
Il·lustració 24. Taulells que senyalen el nivell de diverses riuades a la Presa (Manises), on es pren el cabal del Túria per a proporcionar aigües potables a la Ciutat de València. El taulell més alt correspon a la de l'any 1897. (Foto: Luis Vidal). Font: ALMELA I VIVES, F., (1957).	94
Il·lustració 25. Mapa geomorfològic del riu Túria plana d'inundació costanera. La finestra a la part inferior dreta mostra la part frontal del riu Túria amb el delta d'acord amb la cartografia històrica (1784). Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011).	100
Il·lustració 26. a) Plana d'inundació del riu Túria a la ciutat de València Ubicacions de seccions arqueològiques amb inundacions històriques. b) Perfils geoarqueològiques a la plana d'inundació	102
Il·lustració 27. Esquema Geomorfològic de la Plana de València. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (1998).....	103
Il·lustració 28. Geomorfologia i inundacions al Pla de Quart. Font: CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007).....	108
Il·lustració 29. Esq. geomorfològic dels plans d'inundació del Bnc. de Catarroja. Font: CARMONA I RUIZ (2004).	109
Il·lustració 30. Delta d'onatge del Túria a la Punta. Font: RUIZ, i CARMONA (1999).....	110
Il·lustració 31. Conca de drenatge del riu Túria. Ubicació de l'àrea d'estudi. Font: (CARMONA, I RUIZ, 2011).	116
Il·lustració 32. Hidrograma d'avinguda segons CÁNOVAS, M., (1958).	120
Il·lustració 33. Comparativa de l'evolució del llit fluvial en un tram de la zona urbana entre caixers: a. Vol Americà (1956) / b. Mosaic del Vol de la Riuada a la Ciutat de València (16 octubre de 1957) / c. Vol Itinerari del Túria (novembre - desembre 1957). Pont de l'exposició que va resultar destruït per la inundació. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).....	125
Il·lustració 34. Plànol cadastral de València 1929-44. Font: LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER F., (2012).....	126
Il·lustració 35. SIGA: a Imatge associada a l'enllaç , calat màxim d'inundació en metres. b. Vista del Vol del Itinerari del Túria CETFA. c. Taula d'informació associada. Font: BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013).	127
Il·lustració 36. Interfície d'usuari.	134
Il·lustració 37. Visualitzador de format DDS.	135
Il·lustració 38. Modul de dades geomètriques.	136

Il·lustració 39. Diagrama de preprocessament amb l'extensió Geo-RAS, d' ArcGIS. Font: HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS® 10 User's Manual.....	138
Il·lustració 40. Diagrama de fitxers de HEC-RAS.....	139
Il·lustració 41. Anàlisi de flux en règim transitori.....	141
Il·lustració 42. Eixida de resultats: Taules i informes.....	145
Il·lustració 43. Tractament de resultat amb el SIG incorporat RAS Mapper.....	145
Il·lustració 44. Representació dels termes de l'equació de l'energia resultant.....	146
Il·lustració 45. Subdivisió del flux en HEC-RAS a una secció transversal.....	148
Il·lustració 46. Obtenció de l'energia cinètica mitjana.....	149
Il·lustració 47 Diagrama del calat i l'energia específica.....	155
Il·lustració 48 <i>Aplicació de l'equació del moment</i>	157
Il·lustració 49. Tram entre l'actual Pont del Nou d'Octubre (no existent en 19557) i l'Assut de Rovella.....	181
Il·lustració 50. Tram entre l'Assut de Rovella i el Pont de Campanar. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	181
Il·lustració 51. Tram entre el Pont de Campanar i la Ronda de Trànsits.....	182
Il·lustració 52. Tram entre la Ronda de Trànsits i l'actual Pont de les Glòries Valencianes (no existent en 1957). Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	182
Il·lustració 53. Tram entre l'actual Glòries Valencianes (no existent en 1957) i la Passarel·la del Patronat.....	183
Il·lustració 54. Tram entre el Pont de Sant Josep i el Pont de Serrans. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	184
Il·lustració 55. Tram entre el Pont de Serrans i el Pont de Fusta. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	184
Il·lustració 56. Tram entre el Pont de Fusta, i el Pont de la Trinitat. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	185
Il·lustració 57. Tram entre el Pont de la Trinitat, i el Pont del Reial. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	185
Il·lustració 58. Tram entre el Pont del Reial i el Pont de l'Exposició (1 de 2).....	186
Il·lustració 59. Tram entre el Pont del Reial i el Pont de l'Exposició (2 de 2).....	186
Il·lustració 60. Tram entre el Pont de l'Esposició i l'actual Pont de les Flors (no existent en 1957).	187
Il·lustració 61. Tram entre Ponts de la Mar i d'Aragó. Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.	187
Il·lustració 62. Tram entre el Pont d'Aragó i Penya-roja (actual Palau de la Música).	188
Il·lustració 63. Tram entre Penya-roja (actual Palau de la Música), i el Pont de l'Àngel Custodi.	188
Il·lustració 64. Tram entre el Pont de l'Àngel Custodi i el Pont del ff.cc. (actual Pont del Regne).	189
Il·lustració 65. Tram entre el Pont del ff.cc. en 1957 (actualment Pont del Regne), i l'actual Pont de Montolivet (no existent en 1957). Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth.....	189

- Il·lustració 66. Tram entre l'actual Pont de Montolivet (no existent en 1957), i Montolivet (actual Ciutat de les Arts i les Ciències). Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth..... 190
- Il·lustració 67. Tram entre Montolivet (actual Ciutat de les Arts i les Ciències) i l'actual Pont de l'Assut de l'Or (no existent en 1957 / situat aigües amunt de l'Assut de l'Or). Font: Elab. pròpia / Imatge: Google Earth..... 190

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Discretització de l'espai fluvial d'inundació (al llarg d'una secció transversal) per a la modelització hidràulica en àmbits: periurbà, urbà i deltaic. Font: BONACHE 2014.	31
Taula 2. Metodologia per a la modelització hidràulica en funció del nivell de complexitat.. Sent: \surd : Implementat / x: No implementat / *: Discretització en 3 trams : [ME,LL,MD] marge esquerre, llera i marge dreta respectivament / ** Q2D=(1D+1D): Canals de connexió llera 1D amb plans d'inundació 1D / *** Q3D=(2D+1D): 2D H Boussinesq + 1D V Hidrodinàmic. Font: Elaboració pròpia (BONACHE 2014).	39
Taula 3. Models matemàtics hidràulics. Nota: * La versió 4.1 actual admet sols modelització 1D, encara que una la versió beta 5.0 que inclou modelització 2D. Font: Elab. pròpia.	42
Taula 4. Cabals punta per a la MHM. Font Elab. pròpia. * GARCÍA LABRANDERO, (1949), ** CÁNOVAS, (1958) / Notes: En negreta cabal riuada històrica recent / Any entre claudàtors / En cursiva: cabals auxiliars intermedis.	45
Taula 5. Rugositats per a cadascuna de les simulacions de l'anàlisi de sensibilitat.	46
Taula 6. Quadre d'altures d'ampit de la marge esquerra per trams entre ponts o altres elements. Notes: *No \exists en 1957) / **Act. Pont del Regne. Elaboració pròpia Font: RODRIGO MOLINA, A. (2011).	47
Taula 7. Quadre d'altures d'ampit marge dreta per trams entre ponts o altres elements. Notes: *No \exists en 1957) / **Act. Pont del Regne / *** Interdistància. Elab. Prop. Font: RODRIGO MOLINA, A. (2011).	48
Taula 8. Quadre resum de resultats de l'anàlisi de sensibilitat per trams. Font: Elaboració pròpia.	49
Taula 9. Quadre de cabals màxims per trams per a la simulació S02. Notes: R.H.R.= Riuada Històrica Recent * Sense desbordament / ** Amb desbordament. (Vore Taula 4). Font: Elaboració pròpia.	51
Taula 10. Precipitacions Màximes 24 hores [mm]. Font: PANTECNIA S.A. (1964).	72
Taula 11. Riuades històriques del riu Túria a la ciutat de València i contornades, elaborada a partir de diverses publicacions. Fonts: DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS (2011) / * CARMONA P. (1997) / ** MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012) [Arxiu C.H.X.] / *** PORTUGUÉS I. (2010) / **** Diverses Publicacions. Muntatge: Elaboració pròpia.	79
Taula 12. Riuades del Túria per segles a la Ciutat de València i contornada.	79
Taula 13. Relació de riuades extraordinàries a la Ciutat de València i contornades.	80
Taula 14. Danys a l'Estació d'Aforament EA 8525 de La Presa (Manises), crescudes entre 1941-1958 (*s.d.: sense dades; **Q _i : cabal màxim instantani). Font: MATEU ET AL. (2012). Elaboració pròpia.	93
Taula 15. Estimació de Cabals Màxims d'Avinguda al Túria, per aplicació de la Fórmula de Chezy a partir de nivells de crescuda observats a l'Estació d'Aforament N°25 La Presa (Manises). Font: PANTECNIA S.A. (1964) / GARCÍA LABRANDERO, A., (1949).	94

Taula 16: Dades del Servei d'Aforaments relatives la l'E.A. 25 La Presa (Manises). Sent: Any hidrològic d'octubre de l'any indicat a setembre de l'any següent / Qc: Caudal mitjà diari màxim de l'any / Qi: Cabal instantani màxim de l'any / Qcr: Caudal mitjà diari mínim de l'any. Origen A: Anuari d'Aforaments / I: Interanuals. Font: CEDEX. Muntatge: Elaboració pròpia.	96
Taula 17. Danys i estimació de cabals màxims instantanis de l'Avinguda del 14 d'octubre de 1957 a distintes Estacions d'Aforament de la C.H.X., i a Govern Civil a València. (*s.d.: sense dades; **Qi: cabal màxim instantani). Font: MATEU, J., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., (2012).	96
Taula 18: Volums d'Avinguda a la conca del Túria. Font: GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958)....	120
Taula 19. Cabals punta per a la MHM. Font: Elab. pròpia. * GARCÍA LABRANDERO, (1949), ** CÁNOVAS, (1958) / Notes: En negreta riuada històrica recent i data / En cursiva els cabals auxiliars intermedis.	121
Taula 20. Fotografies aèries inèdites de la inundació. Font: Elaboració pròpia.	124
Taula 21. Base cartogràfica i fotografia aèria anterior a la riuada. Font: Elaboració pròpia.	126
Taula 22. Bases cartogràfiques digitals i ortofotografies recents. Font: Elaboració pròpia.	126
Taula 23. Continguts del SIGA Font: PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015).....	127
Taula 24. Documentació recopilada inclosa al SIGA. Font: Elaboració pròpia.	128
Taula 25. Expressions alternatives per al pendent de fricció.....	151
Taula 26. Expressions alternatives per al pendent de fricció. Sent: Da=Calat amb entrada d'aire / D=Calat sense entrada d'aire / e:=Constant numèrica, de valor 2'718282 / F=Número de Froude.	159

1 INTRODUCCIÓ

El present document conté una descripció dels tasques realitzades per al Treball Final del Grau d'Obres Públiques de la Universitat Politècnica de València, amb títol: "Anàlisi del comportament hidràulic del llit vell del Túria a la ciutat de València al llarg de la crescuda de 14 d'octubre de 1957".

1.1 CONTEXTUALITZACIÓ

L'anàlisi realitzat s'engloba en el context de l'estudi hidrològic – hidràulic per a la reconstrucció de la Riuada del Túria de 14 d'Octubre de 1957. Investigació conjunta de del Departament d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient de la Universitat Politècnica de València (DEHMA UPV) i del Departament de Geografia de la Universitat de València (DG UV), baix la direcció de:

- En Juan B. Marco Segura Catedràtic d'Enginyeria Hidràulica del (DEHMA UPV) i Doctor Enginyer de Camins i Master of Science, Hydrology and Water Resources, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA, 1979.
- En Joan F. Mateu i Bellés Catedràtic i Doctor en Geografia Física (DG UV)

1.2 ANTECEDENTS

La Riuada objecte d'estudi, tingué una enorme repercussió socioeconòmica que condiona la fisonomia i el desenvolupament urbanístic de la Ciutat de València. Esta avinguda extraordinària com a conseqüència de les fortes pluges associades a un episodi de gota freda tan freqüent a l'entorn del llevant del Mediterrani, ha sigut objecte de nombrosos estudis al llarg del últims anys, i no obstant això podríem afirmar que continua sent fins a dia de hui una gran desconeguda. Tot i això arrel de la troballa de certs materials inèdits descoberts recentment en el transcurs d'esta investigació, es pretén poder fer un xicotet raig de llum per tal d'avançar en el coneixement dels factors que concorrien en la seua

gestació, evolució i desenllaç. Com a antecedents del present estudi cal enumerar d'entre altres una sèrie de treballs desenvolupats en el marc d'investigació:

- La ponència del Cicle de Conferències de l'ETSECCP. UPV: *50 años de la riada que transformó Valencia: El Fenómeno Hidrológico*, València 2007 (MARCO, J., MATEU, J., 2007).
- L'article per als QUADERNS DE GEOGRAFIA: *Materiales Inéditos para la reconstrucción de la riada del Turia de Octubre de 1957* (MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MARCO, J., 2012).
- L'article i ponència per a les III JORNADAS DE INGENIERÍA DEL AGUA: *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. Río Turia, octubre de 1957*, València 2013 (BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., 2013).
- El Treball Fi de Màster d'Investigació (del MÀSTER EN ENGINYERIA HIDRÀULICA I MEDI AMBIENT) titulat: *Metodologia per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica, aplicada a la reconstrucció de la riuada de València de 14 d'octubre de 1957*. Dirigit pel Dr. En Juan B. Marco Segura (BONACHE, X., 2014).
- La ponència per al EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY: *A G.I.S.-based model for the hydrological and hydraulic reconstruction of historical flash-floods in urban areas. The case of the Turia River in Valencia 1957*, Viena Abril 2015 (PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., 2015a).
- L'article per al JOURNAL OF HYDROLOGY: *A GIS-based model for the analysis of urban flash floods and its hydro-geomorphic response. The Valencia event of 1957*, admés per a la seua publicació, Juliol 2015 (PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B. 2015b*,).

1.3 OBJECTIU, JUSTIFICACIÓ I FITA

L'objectiu de la investigació es l'anàlisi del comportament hidràulic del vell llit del Túria a la ciutat de València en el transcurs de la doble crescuda dels dies 13 i 14 d'octubre de 1957. Cartografiar eixe comportament, l'estimació de la capacitat hidràulica del caixer, i el calibratge i validació de l'hidrograma de crescuda per

mitjà de modelització són el motiu fonamental que justifica l'interés en la investigació iniciada d'anàlisi de l'esdeveniment esmentat per a l'enginyeria civil hidrològica - hidràulica, i fluvial. Cal destacar que la de modelització realitzada resulta de gran rellevància per a la reconstrucció de l'episodi, i la verificació de l'ordre de magnitud de l'avinguda.

1.4 ESTAT DE L'ART

Un anàlisi de l'estat de l'art al respecte de modelització hidràulica de revingudes o inundacions de tipus flaix en àmbit urbà s'ha dut a terme procedint a la revisió bibliogràfica de diversos d'articles científics. L'estudi d'esdeveniments històrics d'este tipus obliga a una doble modelització, una primera hidrològica del fenomen meteorològic desencadenant, i una segona hidràulica de l'entorn pel que discorren el cabals derivats. En el cas de la modelització hidràulica es poden fer servir tres tipologies de model: matemàtic (1D ó 2D), físic reduït, o basat en SIG

En este tipus d'entorns densament poblats s'utilitzen models bidimensionals de aigües someres per al tractament de la complexitat hidràulica (MIGNOT ET AL., 2006) i per tal d'anàlisi de la propagació de la inundació (EL KADI ET AL. 2009). Tot i això en la majoria dels casos d'estudi poden no resultar d'aplicabilitat pel nivell de detall requerit per a la modelització dels elements urbans, la desmesurada dimensió de àrea d'inundació, o simplement per la falta de dades.

Cal destacar el potencial dels models unidimensionals per a estos casos (MARK ET AL. 2004) tot i que les seues limitacions justifiquen la necessitat del seu ús combinat amb altres com ara els físics reduïts, o el basats en un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) (CHEN ET AL. 2009) per tal d'avaluar-los en base a dades de teledetecció (MEINEL ET AL. 2003), fotografia aèria post-inundació, o Informació No Sistemàtica (INS) (BONACHE 2014). L'alt impacte del fenòmens de tipus flaix (LLASAT ET AL. 2010) i en especial la seua recurrència a l'Arc Mediterrani (TAROLLI ET AL. 2012), justifiquen l'interés pel seu estudi.

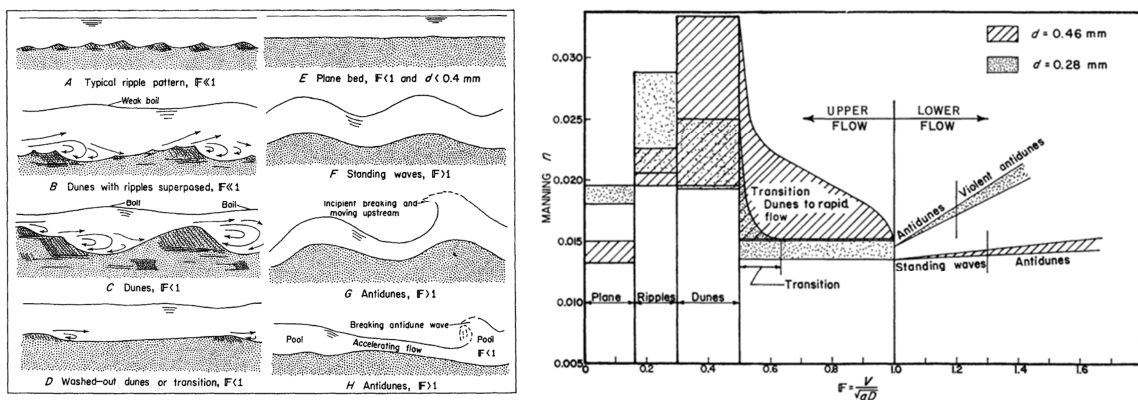
1.5 CONTINGUTS DEL TREBALL

Com s'ha comentat el treball es centra en l'anàlisi del comportament hidràulic del llit vell del Túria al llarg de la riuada de d'octubre de 1957. En este procés s'han desenvolupat dos modelitzacions. Un model basat en SIG que ha permès la identificació dels processos hidro-geomorfològics i hidràulics desenvolupats, l'establiment de l'esquema de funcionament hidràulic de la inundació i les condicions de contorn. A més d'una modelització matemàtica hidràulica per a l'estimació de la capacitat hidràulica del caixer.

1.6 CONSIDERACIONS PRÈVIES

Cal tindre en compte una sèrie de factors de gran rellevància que determinaran el grau de definició del model hidràulic (BONACHE 2014):

- La qualitat de la informació de partida, i els ordres de magnitud i resolució aplicables en conseqüència.
- La necessitat d'incorporar Informació No Sistemàtica (INS) a les fases de la procés i post-procés de modelització descrites al Punt 1.7.
- La variabilitat espai-temporal paramètrica condiona l'adopció de paràmetres físics reals efectius, per a procedir a la modelització de forma efectiva. Com és el cas de la rugositat, influenciada per les formes de llit.



Il·lustració 1. a) Formes de llera i b) Efecte de la mida del material del llit en la forma de rugositat del llit i el número de Manning η . Font: SIMONS ET AL. (1961).

- La consideració de l'efecte de munda (BONACHE 2014) que té l'avinguda sobre la llera, que ens du a adoptar una rugositat efectiva mitjana equivalent.
- La utilització d'una sèrie d'eines d'ajuda i complement a la modelització com són els SIG, la teledetecció, i la fotointerpretació fotografia aèria.

1.7 METODOLOGIA

En modelització hidràulica d'esdeveniments històrics cal distingir 3 fases ben diferenciades (BONACHE 2014):

- Pre-procés. Compren els següents estudis previs:
 - Recerca documental, revisió bibliogràfica, i recopilació i anàlisi d'INS
 - Elaboració d'una Base de Dades (B.D.) denominada Sistema d'Informació Geogràfica d'avinguda (SIGA.) (BONACHE ET AL. 2013).
- Procés: Tractament de la informació recopilada, i simulació, distingint:
 - Model Hidràulic Basat en SIG (MHBS).
 - Model Hidràulic Matemàtic (MHM).
- Post-procés:
 - Anàlisi de resultats.
 - Calibratge per comparació amb el succés real, a partir dels desbordaments deduïts del MHBS
 - Validació del model, per a l'esdeveniment d'avinguda.

1.8 ESTUDIS PRELIMINARS

Estudis realitzats en fase de pre-procés per a la caracterització de l'esdeveniment des del punt de vista: climatològic (meteorològic i pluviomètric), d'avingudes històriques, geomorfològic, i hidrològic (Consultar: Annex N°1 Estudi Climatològic, Meteorològic i Pluviomètric, Annex N°2 Estudi d'Inundacions

Històriques, Annex N°3 Estudi Geomorfològic, i Annex N°4 Estudi Hidrològic per a més detalls).

2 MODELITZACIÓ HIDRÀULICA

Finalitzat el pre-procés (on s'han elaborat els estudis preliminars esmentats), en la fase de procés s'empren la simulació per a l'anàlisi del comportament del llit vell del Túria a la ciutat de València al llarg de la crescuda de 14 d'octubre de 1957. Per la qual s'adopta una modelització hidràulica híbrida, suma d'una MHBS de l'àrea de inundació i d'una MHM unidimensional (MHM-1D) de l'entorn del caixer.



Il·lustració 2. Solució adoptada per a la modelització hidràulica del llit vell del Túria. Font: Elab. pròpia.

2.1 MODELITZACIÓ HIDRÀULICA BASADA EN SIG

El Model Hidràulic Basat en SIG (MHBS), fonamentat en la recerca, anàlisi i interpretació d'INS, permet la identificació dels processos hidro-geomorfològics i hidràulics desenvolupats, l'establiment de l'esquema de funcionament hidràulic de la inundació i de les condicions de contorn de l'àmbit d'estudi, i el posterior calibratge i validació de la modelització hidràulica de la inundació (BONACHE 2014).

2.1.1 METODOLOGIA

En síntesi el tractament de dades per mitjà d'un MHBS en el procés de reconstrucció hidrològica i hidràulica (Il·lustració 3) consta de les següents etapes: 1) Adquisició d'Informació No sistemàtica (INS); 2) Compilació d'un Sistema d'Informació Geogràfica d'Avinguda (SIGA); 3) Fotointerpretació (i ús tècniques de teledetecció); 4) Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació (CEFHI.) / Determinació de les condicions de contorn (C.C.); 5) Millora,

suport, o substitució de la modelització matemàtica hidràulica (si donada la complexitat, o la manca de dades, resultara no abordable per mitjà de modelització matemàtica hidràulica) i l'elaboració de cartografia; 6) el calibratge i la validació (BONACHE ET AL., 2013; BONACHE 2014).



Il·lustració 3. Diagrama del procés de MHBS. Font (BONACHE ET AL., 2013/BONACHE 2014).

No és una coincidència que en l'esquema metodològic resultant, la fase de pre-procés monopolitzi la pràctica totalitat de l'espai, i la major part del temps de processament en la realitat. Resulta un etapa àrdua que requereix de la inversió de gran esforç per part del modelitzador. Malgrat no ser el procediment habitual el temps de pre-procés pot arribar a ser major que el de procés. Una dedicació inadequada pot comportar la conseqüent repercussió en la qualitat dels resultats.

2.1.2 FOTOINTERPRETACIÓ

Fotointerpretació dels materials del SIGA. (Vore Annex N^o 5.1) bàsicament fotogràfica aèria i a peu de carrer de la inundació (el contingut detallat es descriu a l'apartat corresponent de l'annex N^o5 Estudi Hidràulic referit al MHBS), per tal de:

- Delimitar la superfície d'inundació.
- Estimar de l'ordre de magnitud de paràmetres per a la modelització hidràulica, com ara la rugositat, estat antecedent d'humitat...
- Identificar i corregir errors al MDT a emprar a la MHM.
- Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació (CEFHI).



Il·lustració 4. Vista general d'alguns materials del SIGA emprats per a la fotointerpretació.

Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X, MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).

2.1.3 CONCEPTUALITZACIÓ DE L'ESQUEMA DE FUNCIONAMENT HIDRÀULIC DE LA INUNDACIÓ

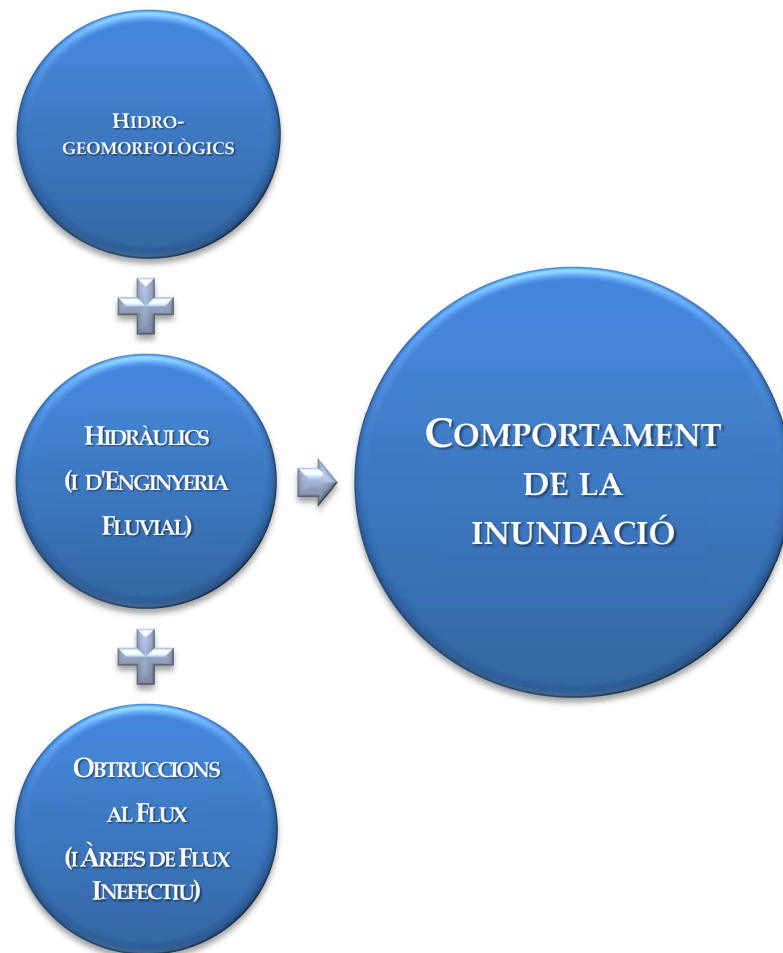
2.1.3.1 DEFINICIÓ

La Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació (CEFHI) ha de ser un exercici racional del modelitzador amb l'objectiu d'optimitzar la modelització, calibratge i validació. Exigís un coneixement previ del medi i dels fenòmens associats. Suposa una eina imprescindible per a la presa de decisions al llarg de la simulació, permetent:

- Fixar ordres de magnitud a priori.
- Aplicar les simplificacions que permeten una correcta modelització.
- Establir una discretització espacial prèvia de l'àrea a modelització.
- Identificar elements hidràulics: vies d'intens desguàs, línies de flux preferent, desbordaments, etc...
- Definir i/o procedir a la reconstrucció de les condicions de contorn.
- Optimitzar recursos, disminuint considerablement el temps de computació.
- Facilita la proposta de mesures i accions de correcció i prevenció urgents.

2.1.3.2 IDENTIFICACIÓ DE PROCESSOS

La fase de conceptualització del model, requereix de l'estudi de l'espai fluvial des del punt de vista de l'anàlisi: geològic, geomorfològic, geoarqueològic, dendrològic, paleohidrològic, hidrològic, hidràulic i de l'enginyeria fluvial. Necessari per a la identificació del processos hidrogeomorfològics, hidràulics (i d'enginyeria fluvial), i de les obstruccions al flux (i zones de flux inefectiu) que definixen el comportament hidràulic de la inundació (BONACHE 2014).



Il·lustració 5. Criteris a considerar per a la CEFHL.

Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X, MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).

2.1.3.2.1 Hidro-geomorfològics

Cal distingir d'entre els processos hidro-geomorfològics, la possible existència d'elements geomorfològics (paleolleres, ventalls al·luvials, barres i terrasses fluvials, braços de desbordament,...) i fenòmens (aramblament, progradació deltaica, trencs del cordó litoral,...) en l'entorn de l'espai fluvial. Alguns d'ells han sigut identificats a la cartografia resultant de la MHBS, per la seua transcendència.

2.1.3.2.2 Hidràulics

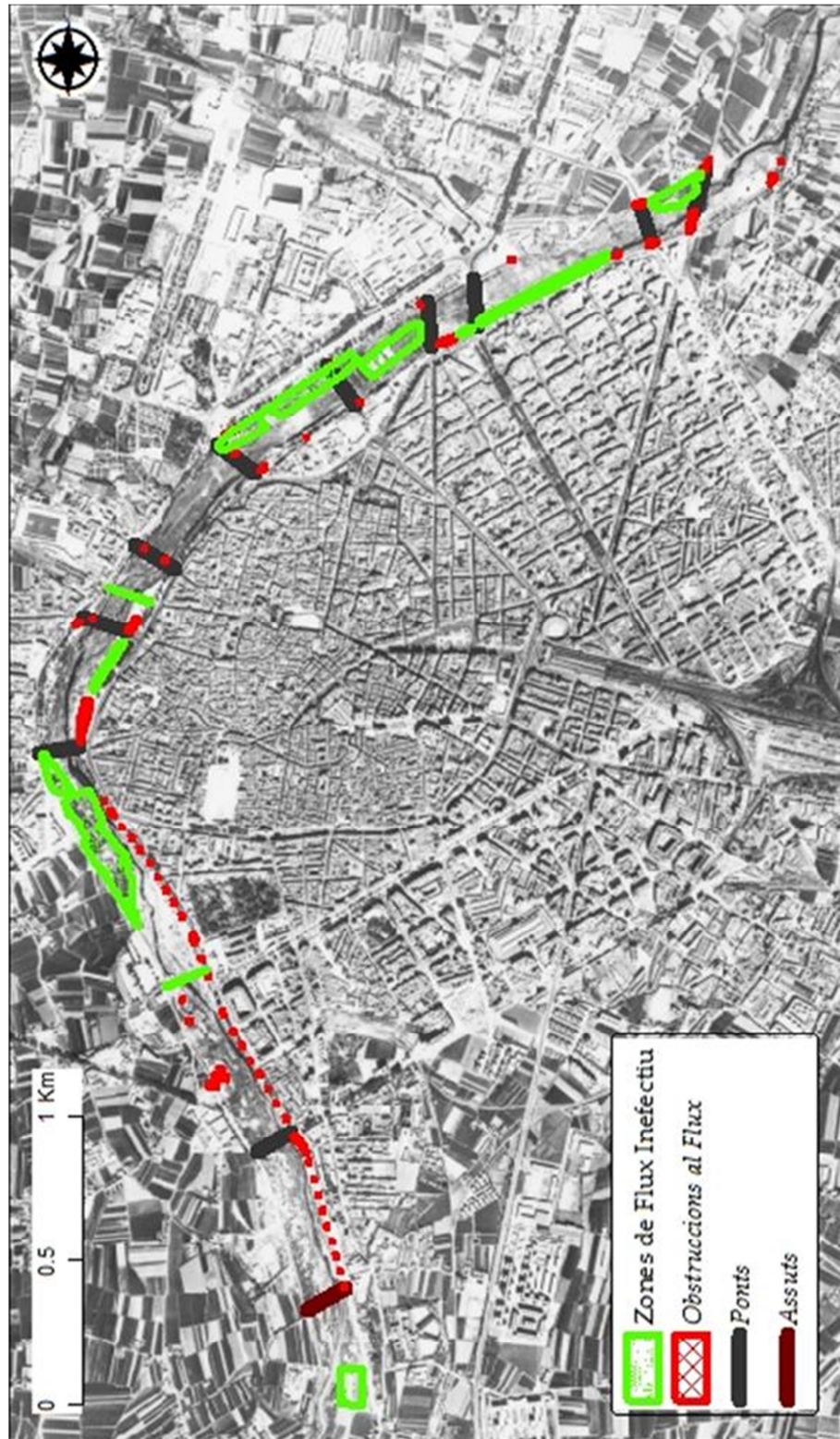
- Elements Hidrodinàmics. En funció de la permeabilitat a la inundació:
 - Zones d'alta permeabilitat al flux (ZAPF)
 - Vies d'intens desguàs (VID): definides per zones de la secció transversal on a partir d'un cert calat llindar podem considerar que es donen localment rugositats nul·les a les vores, i per tant velocitats altes. Es a dir xicotets Δy comporten increments significatius de la capacitat de desguàs.
 - Zones de baixa i molt baixa permeabilitat hidrodinàmica (ZBPF/ZMBPF), per l'existència de zones de la secció transversal amb elevades rugositats, macrorrugositats, i obstacles al flux (masses de vegetació o edificacions).
 - Zones d'inundació quasi-hidrostàtica (ZIQH) per igualació de nivell amb baixes velocitats.
- Elements d'Enginyeria Fluvial:
 - Vies de flux desbordat: paleolleres, valls i clots, inicialment no connectats amb la xàrcia fluvial que solen conduir fluxos desbordats.
 - Zones de sacrifici o laminació: contribuïxen a l'emmagatzematge del desbordament, i a la laminació del cabal punta, aportant cabals per buidatge en la fase de la branca descendent de l'hidrograma.
 - Naturals: àrees situades al pla d'inundació que es comporten com a embassaments de laminació distribuïts al llarg de les vores del llit del riu, minvant els cabals màxims d'avinguda.
 - Urbanes: zones amb baixa permeabilitat al flux com ara illes de cases i edificacions amb patis interiors, soterranis. Poden contribuir a la laminació per retenció d'importants volums d'aigua.
 - Zones inconnexes d'acumulació de precipitació: endorreïsmes i semiendorreïsmes.

- Elements Hidràulics:
 - Atenent al règim hidràulic, distingim seccions:
 - Crítics, Número de Froude ≈ 1 , idònies per a calibratge, amb $Q \neq f(\eta)$.
 - Subcrítics amb Número de Froude < 1 , regim lent i pendent suau.
 - Supercrítics amb Número de Froude > 1 , règim ràpid i pendent fort.
 - Atenent a la susceptibilitat front al desbordament $f=(\text{capacitat hidràulica})$:
 - Flux contingut a la llera (o llit del riu) sense desbordament.
 - Flux preferent al llit del riu i desbordament puntual a les marges.
 - Flux mixt amb corrent a la llera i desbordaments a les marges.
 - Inundació majoritària a la plana d'inundació. Amb flux en aigües someres (caràcter 2D) o amb elevats calats (3D) en funció de l'orografia.
 - Infraestructures vehiculars de la inundació: séquies (TEIXIDOR, I DOMINGO, 1989).

2.1.3.2.3 Obstruccions al Flux

Elements que condicionen la capacitat hidràulica i la permeabilitat a la inundació:

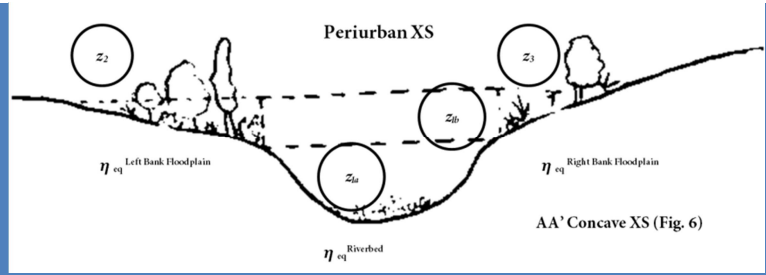
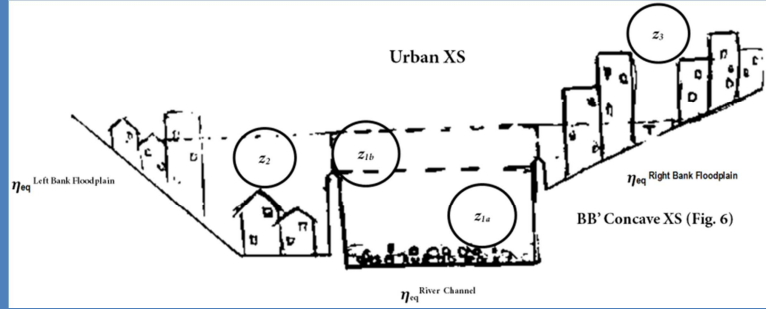
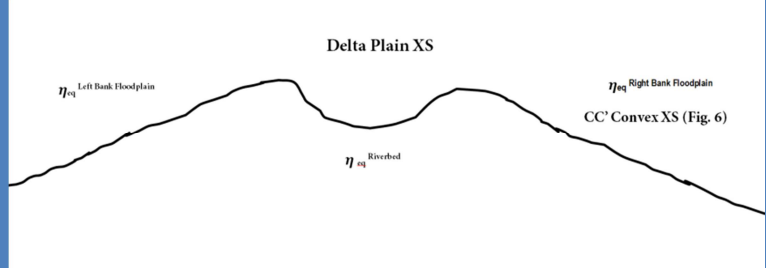
- Disminucions de secció: ponts i passarel·les (històrics, moderns), estretaments en planta, i materials flotants, que generaren importants corbes de remulla que condicionaren la inundació aigües amunt i en l'entorn d'estos elements.
- Obstruccions directes: assuts, deflectors de flux, rampes d'accés a la llera, edificacions a llit del riu, que disminueixen la secció efectiva de desguàs afecta.
- Zones de flux inefectiu: conreus (xicotes franges d'horta al llit del riu), zones de vegetació densa (arbredes ornamentals a la llera), fins a un cert calat a partir del qual deixen de ser considerades pel model. Es per açò últim que les passarel·les de fusta existents a 1957 (Patronat a Campanar, i Pont de Fusta) han sigut modelitzades també com a zones transversals de flux inefectiu, puix aixina es comportaren fins que foren arrasades per l'avinguda.



Il·lustració 6. Vista en planta d'obstruccions al flux en 1957 (sobre Vol Amèrica 1956). Font: Elab. pròpia.

2.1.3.3 DISCRETITZACIÓ DE L'ESPAI FLUVIAL

S'entén per espai fluvial, la zona ocupada pel llit del riu, les marges, el plans d'inundació i les terrasses fluvials, on el comportament del riu no és uniforme i té variació en les 4 dimensions espai-temporals. El paràmetre de rugositat, les variacions de pendent al perfil longitudinal, i la tipologia de seccions transversal determinen el comportament hidràulic de la inundació.

TIPOLOGIA DE SECCIÓ TRANSVERSAL	DISTRIBUCIÓ DE CABALS	RANGS DE RUGOSITAT
 <p>Periurban XS</p> <p>Left Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>Right Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>Riverbed η_{eq}</p> <p>AA' Concave XS (Fig. 6)</p>	$Q^{U_{Z1b}} \gg Q^{U_{Z1a}}$ $Q^{U_{Z1a}} > Q^{U_{Z2}} \& Q^{U_{Z3}}$	$\eta^{U_{1a}} \in [0,03, 0,05]$ $\eta^{U_{1b}} \approx 0$ $\eta^{U_{23}} \in [0,03, 0,07]$
 <p>Urban XS</p> <p>Left Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>Right Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>River Channel η_{eq}</p> <p>BB' Concave XS (Fig. 6)</p>	$Q^{U_{Z1a}} \gg Q^{U_{Z1b}}$ $Q^{U_{Z1b}} > Q^{U_{Z2}} \& Q^{U_{Z3}}$	$\eta^{U_{1a}} \in [0,015, 0,05]$ $\eta^{U_{1b}} \approx 0$ $\eta^{U_{23}} \in [0,015, 0,15]$
 <p>Delta Plain XS</p> <p>Left Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>Right Bank Floodplain η_{eq}</p> <p>Riverbed η_{eq}</p> <p>CC' Convex XS (Fig. 6)</p>	$Q^{DP_{Z2}} \& Q^{DP_{Z3}} \gg Q^{DP_{Z1}}$	$\eta^{DP_{1}} \in [0,015, 0,05]$ $\eta^{DP_{23}} \in [0,03, 0,05]$

Taula 1. Discretització de l'espai fluvial d'inundació (al llarg d'una secció transversal) per a la modelització hidràulica en àmbits: periurbà, urbà i deltaic. Font: BONACHE 2014.

Per a una secció transversal es poden identificar diferents zones de comportament hidràulic atenent a la seua capacitat hidràulica: zona d'alta permeabilitat al flux (ZAPF, z1a), zona de baixa permeabilitat al flux (ZBPF, z2 & z3), zona d'inundació quasi-hidrostàtica (ZIQH), via d'intens desguàs (VID, z1b) com es pot apreciar a les il·lustracions de la Taula 1.

De forma general per a l'àrea d'estudi es pot procedir a la discretització de l'espai fluvial d'inundació al llarg d'una secció transversal per a 3 àmbits ben diferenciats: periurbà, urbà i deltaic. Identificant-se les distribucions de cabals i el rangs de rugositat (interval del número de Manning) a considerar per cadascun d'ells, que es detallen a la Taula 1 de cara a la seua modelització hidràulica.

2.1.4 SÍNTESE DE RESULTATS DEL MHBS (CEFHI I CARTOGRAFIA D'INUNDACIÓ)

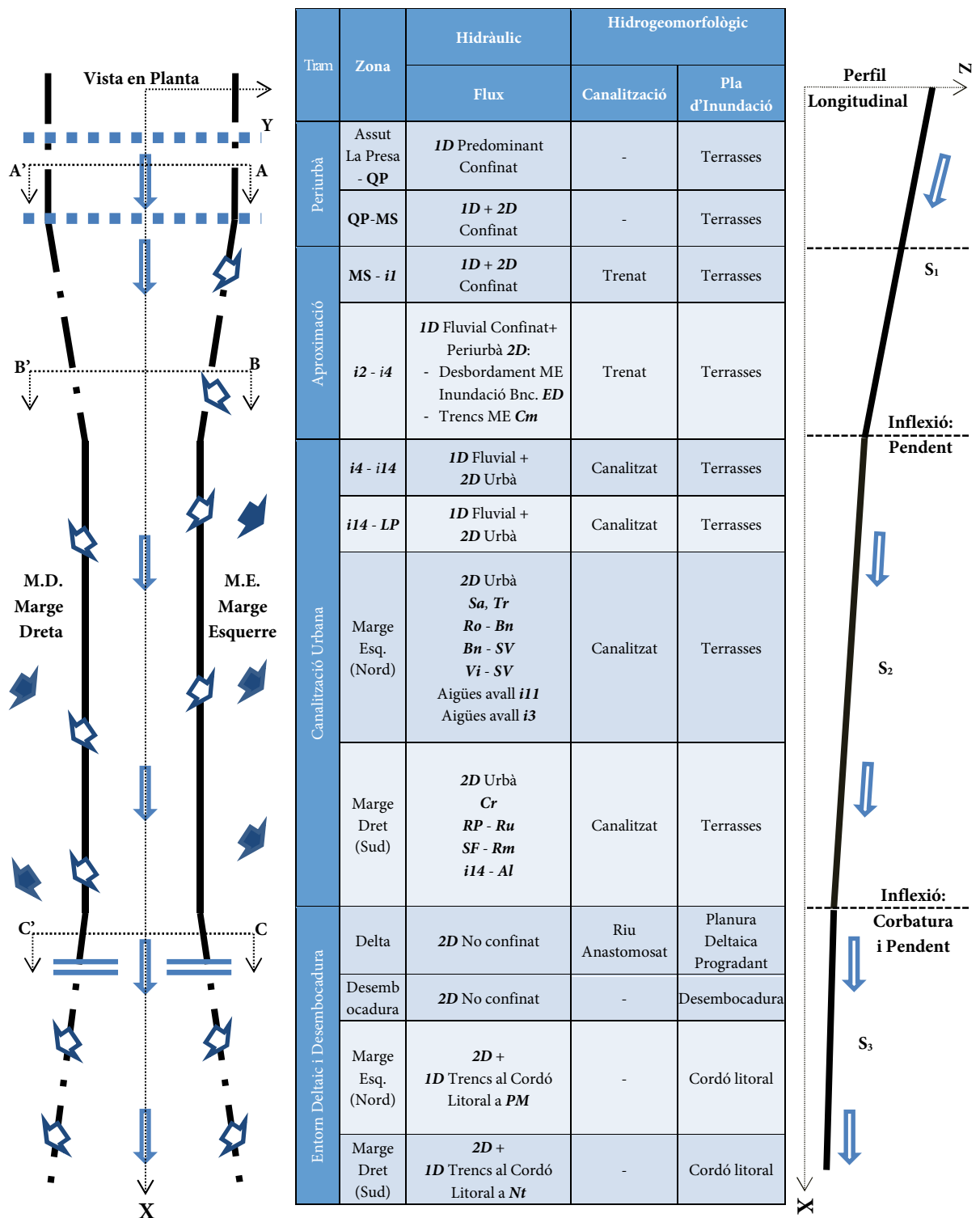
En base a la fotointerpretació dels materials del SIGA (detallats a l'Annex N^o5) ha sigut possible establir la conceptualització de l'esquema de funcionament hidràulic de la inundació que es sintetitza en forma de gràfic / taula per cas d'estudi a la Il·lustració 7.

Tot seguit partir de la CEFHI i a l'esbós dels processos hidrogeomorfològics i hidràulics anteriorment definit s'ha elaborat una acurada cartografia de detall (Il·lustracions 8, 9, 10 i 11) que proporciona una visió global del comportament hidràulic a l'àmbit del pla d'inundació del Túria (incloent l'entorn urbà de la ciutat de València) en els transcurso de l'esdeveniment.

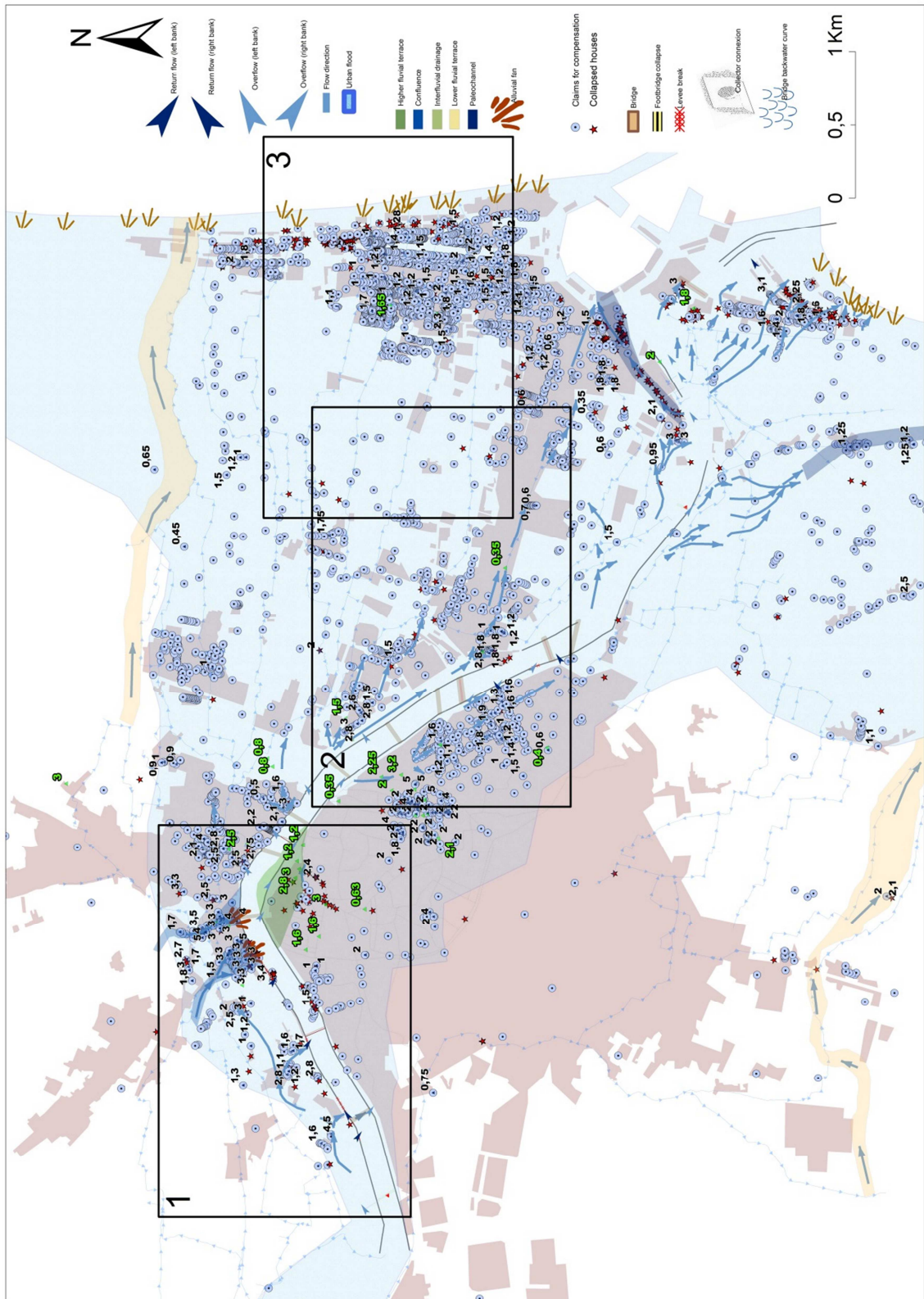
Esta cartografia fou presentada en una ponència del Cicle de Conferències: "*Flash floods, hydro-geomorphic response, forecasting and risk management*" al EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY, celebrat a Viena en abril de 2015, publicada recentment al repositori (PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., 2015a).

Cal a més indicar que este treball de MHBS ha sigut objecte d'un article d'investigació admés en juliol 2015 per a seua publicació a l'especial del JOURNAL OF HYDROLOGY "*Flash floods & landslide*", actualment en premsa (PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., 2015b).

Com es pot observar a les il·lustracions a l'entorn urbà s'han identificat una sèrie de processos (obstruccions al flux, corbes de remulla, paleolleres, con de dejecció relictas, barres i terrasses fluvials desbordaments) en l'entorn del caixer del Túria a ciutat de València, basic per a entendre seu comportament.

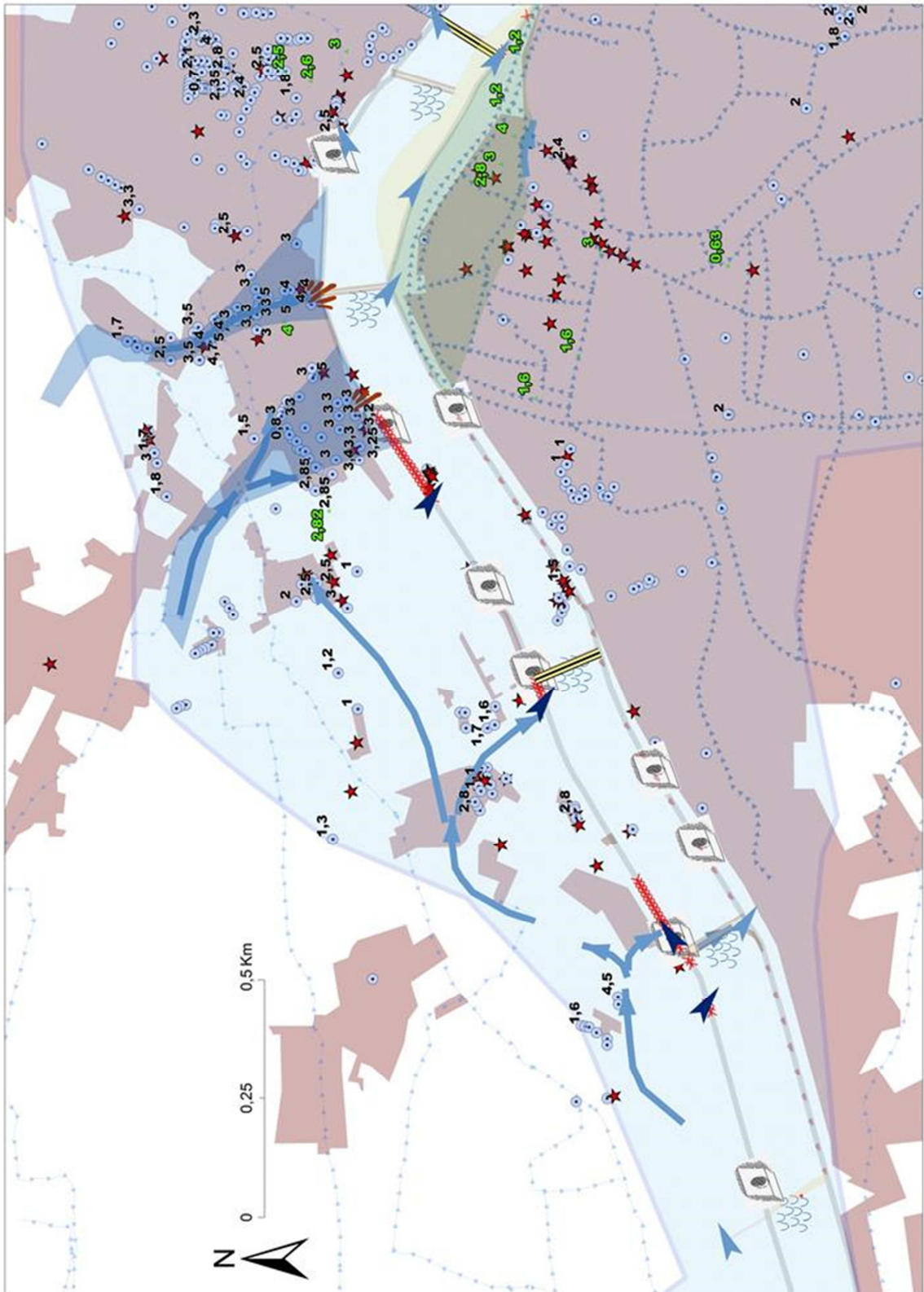


Il·lustració 7. CEFHI i esbós hidrogeomorfològic/hidràulic del Túria a València de la Riuada 1957. / Or: ED: En Dolçal/ Cm: Campanar/ Sa: Saïdia/ Tr: Trinitat/ Ro: Rocella/ Bn: Benimaclet/ SV: Séquia Vera/ VR: Volta Rossinyol/ Vi: Vivers/ Cr: Carme/ RP: Rambla Predicadors/ Ru: Russafa/ SF: Séquia Facara/ Rm: Rambleta/ Al: Albereda/ PM: Poblets Marítims/ Nt: Natzaret. Font: BONACHE 2014.

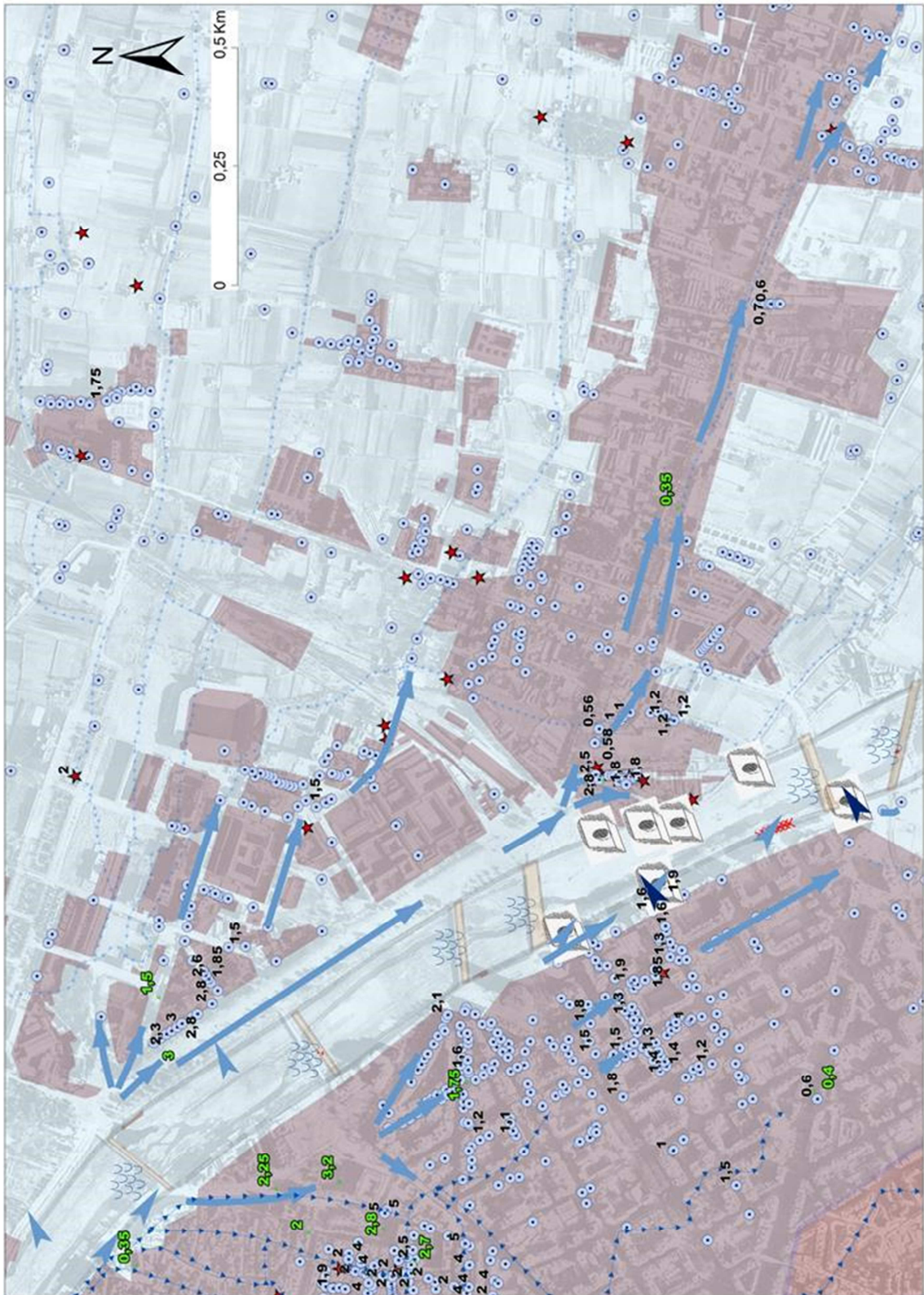


Il·lustració 8. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS. Vista general.

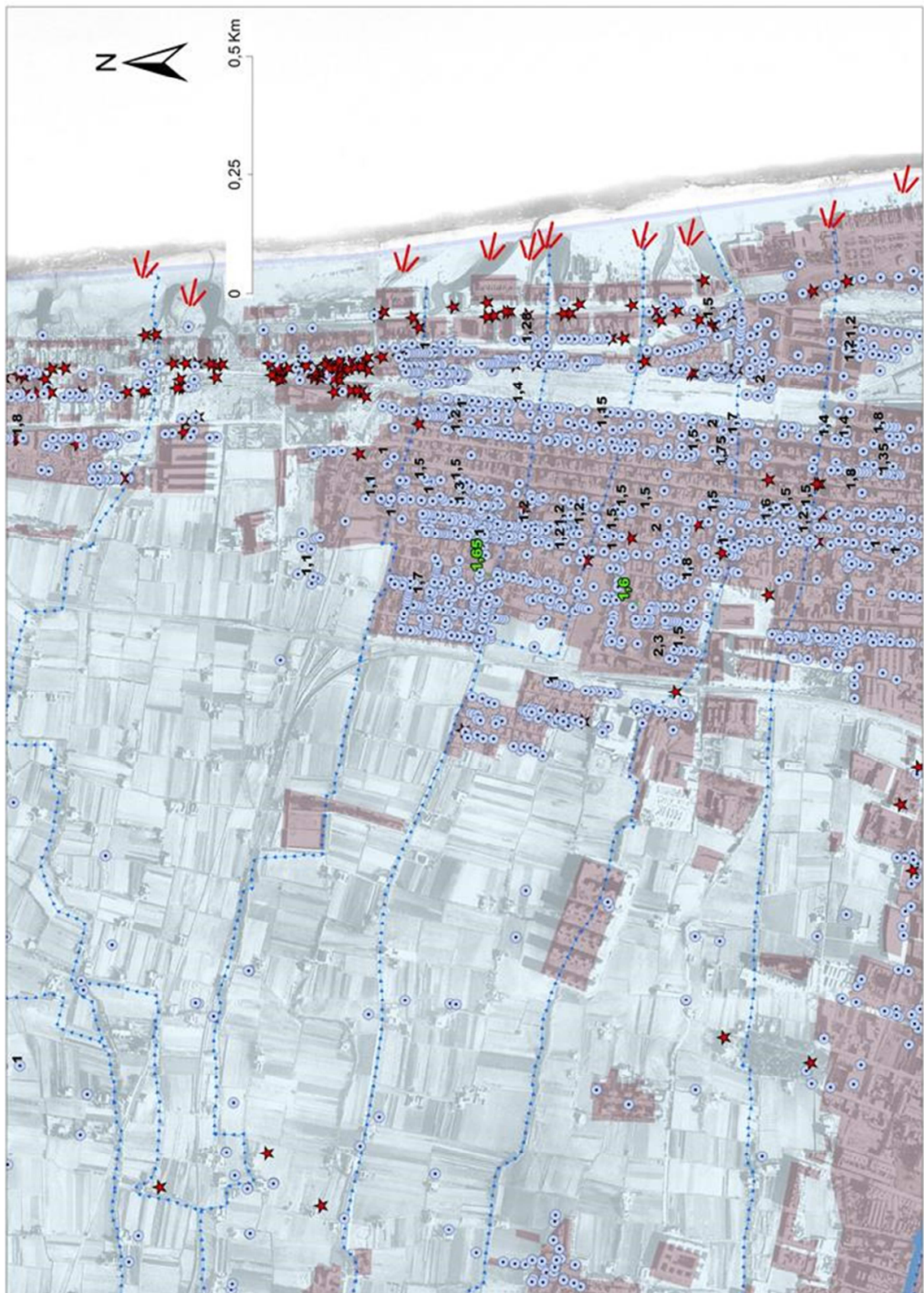
Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X, MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).



Il·lustració 9. Cartografia d'Inundació Riueda de 1957a partir de MHBS.. Detall: Campanar. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X, MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).



Il·lustració 10. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS.. Detall: Albereda. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).



Il·lustració 11. Cartografia d'Inundació Riuada de 1957a partir de MHBS.. Detall: Cabanyal. (Llegenda a la Il·lustració 8). Font: PORTUGUÉS, I, BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a).

2.2 MODELITZACIÓ HIDRÀULICA MATEMÀTICA

La MHM per a l'estimació de la capacitat del llit vell del riu al llarg de la riuada de 1957, es realitza amb la MHBS de base per a la identificació de processos hidro-geomorfològics i hidràulics, l'establiment de l'esquema de funcionament hidràulic de la inundació i de les condicions de contorn del domini 1D.

2.2.1 OPCIONS DE MODELITZACIÓ

S'analitzen les opcions de modelització en base als nivells de complexitat i el programari de modelització hidràulica matemàtica a l'abast.

2.2.1.1 NIVELLS DE COMPLEXITAT DE MHM

Podem escollir entre diferents nivells de modelització en funció de: la complexitat requerida per l'estudi, els resultats esperats, les dades a l'abast per a alimentar el procés i tanmateix pel maquinari i programari disponibles per a dur-la a terme. Els diferents nivells de modelització s'agrupen a la taula següent:

Nivell	MHM	1D	Q2D	2D	Q3D	3D	Turb.	η_i	V_i
1	Unidimensional Simplificada	√	x	x	x	x	x	x	x
2	Unidimensional Clàssica Discretitzada	√	x	x	x	x	x	√*	√*
3	Unidimensional Multidiscretitzada	√	x	x	x	x	x	√	√
4	Quasi-Bidimensional	√	√**	x	x	x	x	√	√
5	Unidimensional combinada amb Bidimensional	√	x	√	x	x	x	√	√
6	Bidimensional en aigües someres sense turbulència	x	x	√	x	x	x	√	√
7	Bidimensional en aigües someres amb turbulència	x	x	√	x	x	√	√	√
8	Quasi-Tridimensional amb turbulència	x	x	x	√***	x	√	√	√
9	Tridimensional amb turbulència	x	x	x	x	√	√	√	√

Taula 2. Metodologia per a la modelització hidràulica en funció del nivell de complexitat. Sent: √: Implementat / x: No implementat / *: Discretització en 3 trams: [ME,LL,MD] marge esquerre, llera i marge dreta respectivament / **: Q2D=(1D+1D); Canals de connexió llera 1D amb plans d'inundació 1D / ***: Q3D=(2D+1D): 2D H Boussinesq+ 1D V Hidrodinàmic. Font: Elaboració pròpia (BONACHE 2014).

Cal indicar que no s'ha considerat per a la classificació la modelització amb llera mòbil i el transport de sediments, que implicarien un variable de complexitat addicional, per a cadascun del nivells, es descriu a continuació de forma resumida.

- **Nivell 1: MHM-Unidimensional Simplificada (MHM-1DS).** Utilitza una rugositat i una velocitat equivalents generals.

$$\text{MHM-1D } [\eta_{eq, g}, V_{eq, g}].$$

- **Nivell 2: MHM-Unidimensional Clàssica Discretitzada (MHM-1DCD).** Simulació unidimensional MHM-1D $[\eta_{eq, i}, V_{eq, i}]$, amb tres rugositats i velocitats equivalents diferenciades per subzones tal que:

$$\eta_{eq} = [\eta_{eq, LR}, \eta_{eq, PIME}, \eta_{eq, PIMD}],$$

- $\eta_{eq, LR} = \eta_{eq, 1}$: Rugositat equivalent del Llit del Riu (LR).
- $\eta_{eq, PIME} = \eta_{eq, 2}$: Rug. Eq. Plana d'Inundació Marge Esquerre (PIME).
- $\eta_{eq, PIMD} = \eta_{eq, 3}$: Rug. Eq. Plana d'Inundació Marge Dreta (PIMD).

Amb les següents discretitzacions de l'espai fluvial segons es tracte:

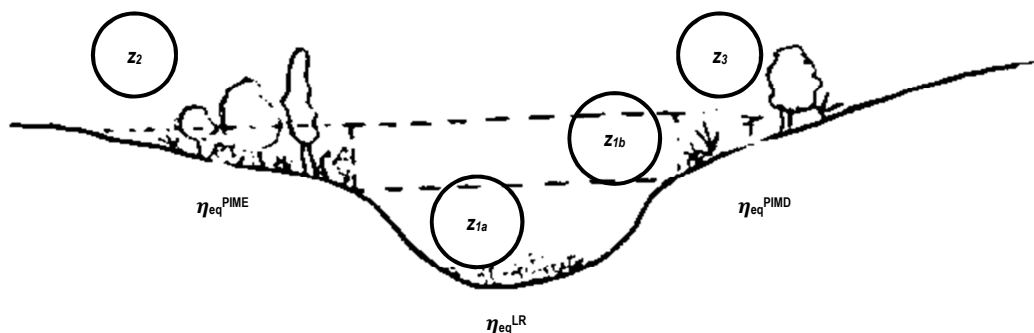
○ **MHM-1DC en Seccions Naturals:**

- On la capacitat hidràulica varia: $tq \quad Q^{N_{Z1a}} \& Q^{N_{Z1b}} \gg Q^{N_{Z2}} \& Q^{N_{Z3}}$
- L'interval de rugositat per a l'anàlisi de sensibilitat en seccions naturals:

$$\eta^{N_{1a}} \in [0.03, 0.05]$$

$$\eta^{N_{1b}} \approx 0$$

$$\eta^{N_{2,3}} \in [0.03, 0.07]$$



Il·lustració 12. Discretització de l'EF per a MHM, trans en entorns naturals.

Font: Elaboració pròpia (BONACHE 2014).

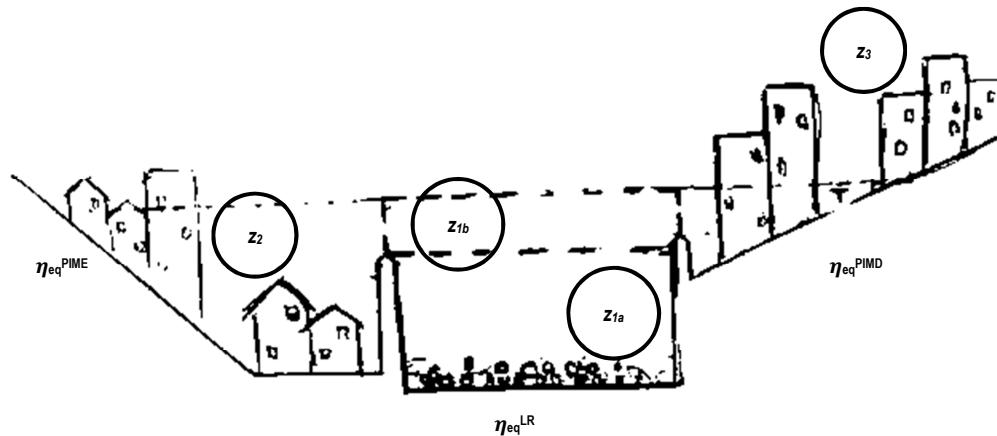
○ **MHM-1DC en Seccions Urbanes:**

- On la capacitat hidràulica varia: $tq \quad Q^{U_{Z1a}} \ \& \ Q^{U_{Z1b}} \ \gg \gg \ Q^{U_{Z2}} \ \& \ Q^{U_{Z3}}$
- Intervals de rugositat per a l'anàlisi de sensibilitat en seccions urbanes:

$$\eta^{U_{1a}} \in [0.015, 0,05]$$

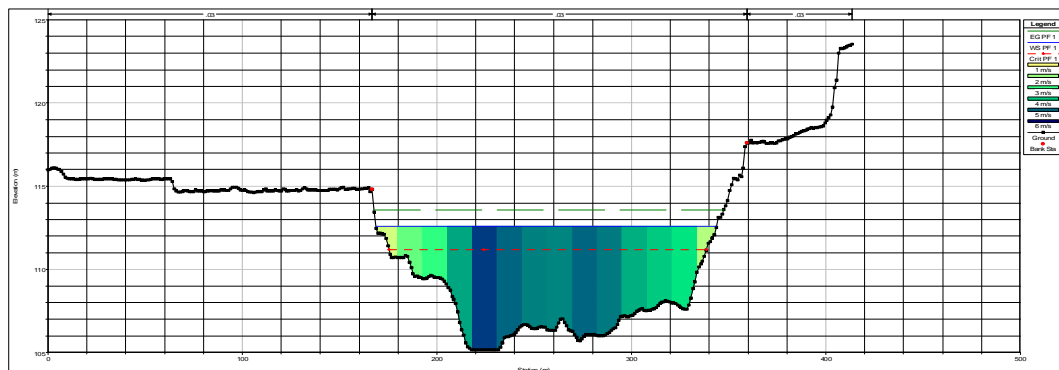
$$\eta^{U_{1b}} \approx 0$$

$$\eta^{U_{2,3}} \in [0.015, 0,15]$$



Il·lustració 13. Discretització de l'EF per a MHM en trams urbans. Font: Elab. pròpia (BONACHE 2014).

- **Nivell 3: MHM-Unidimensional Multidiscretitzada (MHM-1DMD).** Simulació unidimensional MHM1D $[\eta_i, V_i]$, amb discretització vertical per a la rugositat i per a la velocitat al llarg de la secció transversal.



Il·lustració 14. Distribució de velocitats a una secció transversal modelitzada amb HEC-RAS.

- **Nivell 4: MHM-QuasiBidimensional (MHM-Q2D),** o modelització 1D+1D. Considera canals de connexió llera 1D amb plans d'inundació 1D.
- **Nivell 5: MHM-Unidimensional & Bidimensional (MHM-1D+2D).** Simulació unidimensional al llit del riu, i bidimensional en aigües someres als plans d'inundació.

- **Nivell 6: MHM-Bidimensional en Aigües Someres Sense Turbulència** (MHM-2DAS). Amb simulació bidimensional en aigües someres sense turbulència.
- **Nivell 7: MHM-Bidimensional en Aigües Someres Amb Turbulència** (MHM-2DAS+T). Igual que l'anterior incloent la modelització en règim turbulent.
- **Nivell 8: MHM-Quasi-Tridimensional Amb Turbulència** (MHM-Q3D+T). Simulació 2D+1D: combinació d'un model 2DH Boussinesq + 1DV hidrodinàmic.
- **Nivell 9: MHM-Tridimensional Amb Turbulència** (MHM-3D+T) igual que el nivell 7 però amb flux tridimensional.

2.2.1.2 MODELS MATEMÀTICS HIDRÀULICS UNIDIMENSIONALS

El models matemàtics hidràulics actuals a l'abast han experimentat una gran avanç al llarg dels últims 10 anys. Tots ells tenen característiques molt semblants: admetent regim permanent o transitori, llera mòbil i anàlisi de transport de sediments, importació/exportació a SIG, etc. D'entre els que cal destacar:

MODEL	TIPOLOGIA MHM	LLIURE DISTRIBUCIÓ	DISTRIBUÏDOR
Flood Modeller	1D/2D	x	CH2M
HEC-RAS	1D*	√	HEC-USACE
Infoworks CS	1D/2D	x	INNOVYZE
MIKE 11	1D	x	DHI
SMS	1D/2D	x	AQUAVEO
SOBEK	1D/2D	x	DELTARES

Taula 3. Models matemàtics hidràulics. Nota: * La versió 4.1 actual admet sols modelització 1D, encara que una la versió beta 5.0 que inclou modelització 2D. Font: Elab. pròpia.

2.2.2 NIVELL DE COMPLEXITAT I MHM ESCOLLITS

2.2.2.1 NIVELL DE COMPLEXITAT ESCOLLIT

S'ha adoptat el Nivell de complexitat 2 amb MHM Unidimensional Clàssica Discretitzada (MHM-1DCD), amb 3 rugositats efectives equivalents mitjanes.

$$\eta_{eq} = [\eta_{eq, LR}, \eta_{eq, PIME}, \eta_{eq, PIMD}],$$

Es tracta d'una secció urbana amb les següents característiques:

- Variació capacitat hidràulica tal que:

$$Q_{z1a}^U \ \& \ Q_{z1b}^U \ \gg \gg \ Q_{z2}^U \ \& \ Q_{z3}^U$$

Amb esta consideració i tenint en compte que l'objectiu de l'estudi és la determinació de la capacita del llit del riu:

- Intervals de rugositat a considerar:

$$\eta_{1a}^U \in [0.015, 0,05] \quad \eta_{1b}^U \approx 0 \quad \eta_{2,3}^U \in [0.015, 0,15]$$

- Els números de Manning adoptats considerant l'efecte de munda, previ anàlisi sensibilitat: $\eta_{eq, LR}$, i $\eta_{eq, PIME} = \eta_{eq, PIMD}$, amb el valors que es definixen a l'apartat CC de Rugositat.

2.2.2.2 MHM ESCOLLIT

El model matemàtic adoptat per a la simulació hidràulica és el HEC-RAS (Hydraulic Engineering Center – River Analysis System) del USACE (US Army Corps of Engineering). Amb ell s'ha dut a terme la modelització matemàtica hidràulica unidimensional per a la simulació en règim permanent per al cabals punta de l'estudi hidrològic. És un model molt utilitzat de manera generalitzada per la seua versatilitat de càlcul, les seues intuïtives eixides de resultats: perfils longitudinals, transversals, vistes 3D i taules, així com la seua interconnectivitat amb SIG. Les tasques de pre-procés de dades geomètriques poden realitzar-se a partir de models digitals del terreny utilitzant l'extensió HEC-GeoRAS per a

ArcGIS. Per al post-procés dels resultats és poden fer servir indistintament les ferramentes de geoprocés RASMapper (internament en HEC-RAS) o HEC-GeoRAS (des d'ArcGIS) via mapes d'envoltants de màxims de superfície d'inundació, calats, i distribució de velocitats, etc. Que es descriu amb detall a l'Annex N^o5.

2.2.3 SIMULACIÓ

MHM-1D: fent us del model HEC-RAS desenvolupat pel USACE, amb la finalitat d'obtindre la capacitat hidràulica del caixer al tram d'estudi.

2.2.3.1 ACOTACIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI

La zona d'estudi esta compresa entre l'entorn immediatament aigües amunt de l'Assut del Rovella fins a aigües avall del pont del Ferrocarril a Barcelona.

2.2.3.2 HIPÒTESI DE PARTIDA

Les hipòtesis de partida i simplificacions adoptades per a la MHM:

- MHM-1D de Nivell de 2 amb MHM Unidimensional Clàssica Discretitzada (MHM-1DCD).
- Rugositat equivalent efectiva, considerant l'efecte de munda.
- El terreny no ha patit canvis significatius, s'adopta el MDT actual realitzant les correccions escaients en base a la cartografia d'època, i altres estudis.
- És modelitzen en règim permanent diferents cabals punta, suposant que s'assolix règim estacionari.

2.2.3.3 RECONSTRUCCIÓ DE LES CONDICIONS DE CONTORN

Per a definir les condicions de contorn (CC) cal disposar informació per a la reconstrucció de les CC: hidrodinàmiques (entrada/eixida), de rugositat, i geomètriques. Elaborant per als escenaris considerats diversos Models del Terreny (MDT): de rugositat (representat pel número de Manning $MDT\eta$), i el Model Digital d'Elevacions (MDE).

2.2.3.3.1 CC Hidrodinàmiques

- CC d'Entrada. S'adopten múltiples cabals punta obtinguts del estudi hidrològic, amb un pendent uniforme del 7 ‰ (0.007 m/m).

IDENTIFICADOR	CABAL PUNTA [m³/s]
Q01 [1870] *	802
Q02	1000
Q03 [1936] *	1189
Q04	1250
Q05	1500
Q06	1750
Q07	2000
Q08 [1897] *	2098
Q09	2250
Q10 [1949] *	2300
Q11	2500
Q12 [1er Pic 1957] **	2700
Q13	2750
Q14	3000
Q15	3250
Q16	3500
Q17 [2on Pic 1957] **	3700

Taula 4. Cabals punta per a la MHM. Font: Elab. pròpia. * GARCÍA LABRANDERO, (1949), ** CÁNOVAS, (1958) / Notes: En negreta cabal riuada històrica recent / Any entre claudàtors / En cursiva: cabals auxiliars intermedis.

- CC d'Eixida. S'ha adopta el calat crític per a l'última secció (suficientment allunyada de la zona d'estudi).

2.2.3.3.2 CC de Rugositat. Anàlisi de Sensibilitat

S'ha realitzat un anàlisi de sensibilitat de variació de la rugositat (η) front a la variació capacitat hidràulica considerant la variabilitat espai – temporal del paràmetre (condicionada per l'efecte de munda com a conseqüència del transport sòlid per tractar-se d'un flux hiperconcentrat, sobre la vegetació i dels materials no consolidats del llit del riu, i la influència de les formes de llit) per tal d'establir un

valor efectiu per a la modelització. Adoptant-se rugositats efectives equivalents per al caixer i per a les marges. Procedint a la modelització amb 3 jocs de rugositats diferents en l'interval [0,020, 0,050], amb els següents parells de valors:

Simulació de l'Anàlisi Sensibilitat	$\eta_{eq,LR}$	$\eta_{eq,PIME}=\eta_{eq,PIMD}$
AS_S01	0.020	0.030
AS_S02	0.030	0.040
AS_S03	0.040	0.050

Taula 5. Rugositats per a cadascuna de les simulacions de l'anàlisi de sensibilitat.

2.2.3.3.3 CC Geomètriques

- CC Geomètrica N°1: Terreny. Pel que fa a la malla, o CC topogràfica s'adopta el MDT facilitat pel Servei d'Hidrologia de la Confederació Hidrogràfica del Xúquer (CHX). Este MDT correspon a l'estat actual del llit i de les planes d'inundació del Riu Túria. Es tracta d'un MDE amb resolució d'un metre (1m x 1m). S'ha extrapolat per a l'escenari de modelització a 1957, duent a terme les correccions en base a la cartografia del Pla cadastral de 1944 i a la fotografia aèria del SIGA (Vol Americà, CETFA, Mosaics...), i a la visita de camp al caixer (Vore Annexos N°5.1 MHBS i N°6 Fotogràfic respectivament). A partir del MDE mitjançant la ferramenta HEC-GeoRAS (MAIDMENT, I DJOKIC, 2000) per a ArcGIS s'extrauen les seccions transversals per a la modelització 1D amb HEC-RAS.

- CC Geomètrica N°2: Ponts i Passarel·les. En base a l'article de FERNÁNDEZ CASADO, C., (1959), i cartografia actual.

- CC Geomètrica N°3: Ampits. Estimació d'altures d'ampit en base a l'evolució (recreixements, ampliacions) històrica (MELIÓ, 1991), a les fitxes de la Tesi de RODRIGO MOLINA, A. (2011), i de les visites de camp realitzades (Taulas 5 i 6). Estes s'afigen a l'altura de la marge del MDE per a obtindre l'altura corregida.

- CC Geomètrica N°4: Addicionals. Obstruccions al Flux i Zones de flux inefectiu extretes a partir de la cartografia i fotografia aèria del SIGA.

MARGE ESQUERRA / PONT	TRAM	FITXA	LONG.[M]	HCAIXER[M]	TALLS [%]	ANY CONSTRUCCIÓ	NOTES	DEFLECTORS	LONGACC [m]	∑ EN 1957	H AMPIT [m]	
NOU D'OCTUBRE	12-13	7-A	763	67	8	SXX	aam. Assut Rovella: sots Llosano Ampit	x	763	?	082	
							-	x				
								-	x			
								Discontinuitat Rampa Pont Campanar	x			
CAMPANAR	10-11	6-A (i)	510	46	52	SXX	-	x	1273	?	094	
								-	x			
GLÒRIES VALENCIANES *		6-A (ii)	661	46	52	SXX	-	x	1934	?	094	
								-	x			
ARTS*		6-A (iii)	274	46	52	SXX	-	x	2208	?	094	
SANT JOSEP	19-20	11-A	500	435	922	<1608	Recreixement >1957	x	2708	x	092	
SERRANS	27-28	16-A	304	53	1795	<1608	Discontinuitat Passarella de Pont de Fusta	x	3012	√	09	
TRINITAT	29-30	17-A	44	52	364	<1608	-	x	3056	√	09	
	31-32	18-A	135	515	377	<1608	-	x	3191	√	09	
	33-34	19-A	210	42	49	<1608	-	x	3401	√	09	
REAL		26-A-T1	380	407	136	<08/1674	-	x	3781	√	128	
EXPOSICIÓ	45-46	26-A-T2	234	407	136	<08/1674	-	x	4015	√	128	
FLORS*	43-44	25-A	108	44	178	<08/1674	-	x	4123	√	091	
MAR	41-42	24-A	131	49	135	<08/1674	-	x	4254	√	108	
ARAGÓ	59-60	33-A	157	518	113	<08/1674	(153 Vore Fitxa 33-C)	x	4411	?	065	
	57-58	32-A	78	32	1378	<08/1674	Terraplenat Extradós	x	4489	√	02	
	55-56	31-A-T1	2178 5	67	1.1	1891 Reconstr>1975	-	x	47068 5	?	092	
	53-54	30-A-T1	98	67	24	1891 Reconstr>1975	-	x	48048 5	?	09	
ÀNGEL CUSTODI	53-54	30-A-T2	151	67	24	1891 Reconstr>1975	-	x	49558 5	?	09	
F.C.C.**	55-56	31-A-T2	77	67	1.1	1891 Reconstr>1975	-	x	50328 5	?	092	
MONTOIVET *								-	x			

Taula 6. Quadre d'altures d'ampit de la marge esquerra per trams entre ponts o altres elements. Notes: *No ∑ en 1957)/**Act. Pont del Regne. Elaboració pròpia Font: RODRIGO MOLINA, A. (2011).

MARGE ESQUERRA / PONT	TRAM	FIXA	LONG.[M]	HCAIXER[M]	TALLS p[‰]	ANY CONSTRUCCIÓ	NOTES	DEFLECTORS	LONGACC [m]	∃ EN 1957	H AMPIT [m]
NOU D'OCTUBRE	0-1	1-A	283	3	65	1592-1606	-	x	283	x	0,85
	2-4	2-A*	286,48	4	0	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	569,48	√	0,88
	4-5	3-A	455	425	1,38	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	614,98	√	0,85
	5-3	2-A*	221,3	4	0	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	836,28	√	0,88
CAMPANAR	6-7	4-A	140	55	165	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	976,28	√	0,85
	8-9	5-A	370	56	0	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	1346,28	√	0,75
GLÒRIES VALENCIANES *	13-14	8-A	419	485	98	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	1765,28	√	0,83
	15-16	9-A	176	49	20,6	1592-1606	Deflectors > 1731	50m***	1941,28	√	0,84
ARIS*	17-18	10-A	225	535	5,43	1592-1606	-	1	2166,28	?	0,8
SANT JOSEP	21-22	12-A	461	579	16,38	< 1608	Recreixement > 1957	x	2627,28	x	0,9
SERRANS	23-24	13-A	254	63	9,15	< 1609	Recreixement > 1957	x	2881,28	x	0,93
TRINITAT	25-26	14-A	348	479	12,5	1591-1592	-	x	3229,28	√	0,88
	27-28	15-A	70	485	9,37	1591-1592	-	x	3299,28	√	0,88
								x			
REAL	33'-34'	20-A	380	43	13,14	1592-1596	-	x	3609,28	√	0,7
EXPOSICIÓ	35-36	21-A	240,5	435	10,88	1592-1596	-	x	3849,78	√	0,7
FLORS*	37-38	22-A	30	51	20,3	1592-1596	-	x	3879,78	√	0,65
MAR	39-40	23-A	134	55	6,5	> 1729	-	x	4013,78	√	0,88
ARAGÓ	47-48	27-A	287	478	12,5	> 1729	-	x	4300,78	?	0,61
	49-50	28-A	368	48	13,45	> 1729	-	x	4668,78	?	0,55
		29-A-T1	134	49	5,17	> 2na 1/2 SXX	-	x	4802,78	?	0,95
	51-52	29-A-T2	81	49	5,17	> 2na 1/2 SXX	-	x	4883,78	?	0,95
ANGEL CUSTODI							-	x			
IFCC		34-A	297	375	1	> 1729	Reparació Ampit Finals SXX	x	5180,78	√	0,98
MONTOLIVET *	61-62						Deflector a av. Rampa Montolivet	1			

Taula 7. Quadre d'altures d'ampit marge dreta per trams entre ponts o altres elements. Notes: *No ∃ en 1957)

/**Act. Pont del Regne /*** Interdistància. Elab. Prop. Font: RODRIGO MOLINA, A. (2011).

2.2.4 SÍNTESI DE RESULTATS DEL MHM

Les capacitats del caixer resultants de la MHM per a cadascuna de les simulacions de l'anàlisi de sensibilitat de la rugositat realitzat són per trams:

TRAM	XS a.am.	XS a.av.	ESTRUCT. XS FINAL	TRAM FINS A	AS_S01 Q _{màx,i} [m ³ /s]	AS_S02 Q _{màx,i} [m ³ /s]	AS_S03 Q _{màx,i} [m ³ /s]
1	6062.937	5734.131	Assut	Rovella	1189	1000	1000
2	5734.131	5155.669	Pont	Campanar	2500	2300	2000
3	5155.669	3607.117	Pont	Sant Josep	1500	1500	1250
4	3607.117	3137.401	Pont	Serrans	2098	1750	1500
5	3137.401	2843.973	Pont	Trinitat	2098	1750	1500
6	2843.973	2406.046	Pont	Reial	2098	1750	1500
7	2406.046	1960.178	Pont	Exposició	1250	1000	1000
8	1960.178	1588.654	Pont	Mar	1250	1250	1000
9	1588.654	1415.963	Pont	Aragó	1500	1250	1189
10	1415.963	763.5054	Pont	Angel Custodi	1250	1000	1000
11	763.5054	545.9634	Pont	ff.cc.	1500	1500	1500
12	545.9634	0	-	Eixida Model	1250	1250	1189

Taula 8. Quadre resum de resultats de l'anàlisi de sensibilitat per trams. Font: Elaboració pròpia.

Es a dir en general per a l'entorn urbà la capacitat del caixer es troba compresa en l'interval [1189, 2500] m³/s per a la simulació AS_S01, en el rang [1000, 2300] m³/s per a la AS_S02, i entre [1000, 2000] m³/s per a la AS_S03.

3 ANÀLISI DE RESULTATS

3.1.1 ANÀLISI

En vista dels resultats els valors finalment adoptats són els corresponents a AS_S02, amb una rugositat mitjana $\epsilon \in [0,030, 0,040]$ (η_{eq} , LR = 0.03 i η_{eq} , PIME = η_{eq} , PIMD = 0.04). Resultant una capacitat per al llit vell del riu del Túria al llarg de la riuada d'octubre 1957 estimada en el rang de cabals $[1000, 2300]$ m³/s, i per trams:

TRAM	XS a.am.	XS a.av.	ESTR. XS FINAL	TRAM FINSA	AS_S02 Qmàx <i>i</i> [m ³ /s]	Màx R.H.R.*	Qp <i>i</i> Màx* [m ³ /s]	Mín R.H.R.**	Qp <i>i</i> Mín* [m ³ /s]
1	6062. 937	5734. 131	Assut	Rovella	1000	Q01 [1870]	802	Q03 [1936]	1189
2	5734. 131	5155. 669	Pont	Campanar	2300	Q10 [1949]	2300	Q12 [1erPic1957]	2700
3	5155. 669	3607. 117	Pont	Sant Josep	1500	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
4	3607. 117	3137. 401	Pont	Serrans	1750	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
5	3137. 401	2843. 973	Pont	Trinitat	1750	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
6	2843. 973	2406. 046	Pont	Reial	1750	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
7	2406. 046	1960. 178	Pont	Exposició	1000	Q01 [1870]	802	Q03 [1936]	1189
8	1960. 178	1588. 654	Pont	Mar	1250	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
9	1588. 654	1415. 963	Pont	Aragó	1250	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
10	1415. 963	763.5 054	Pont	Angel Custodi	1000	Q01 [1870]	802	Q03 [1936]	1189
11	763.5 054	545.9 634	Pont	ff.cc.	1500	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098
12	545.9 634	0	-	Eixida Model	1250	Q03 [1936]	1189	Q08 [1897]	2098

Taula 9. Quadre de cabals màxims per trams per a la simulació S02. Notes: R.H.R.=Riuada Històrica Recent*
Sense desbordament/** Amb desbordament. (Vore Taula 4). Font: Elaboració pròpia.

Més enllà de les capacitats màximes hidràuliques estimades per a l'àmbit urbà en general i per trams, s'ha determinat de entre les riuades històriques recents quines ocupen els llindars màxims sense desbordament, i quines altres ocupen els llindars mínims a partir de les que es produiria desbordament (Taula 9). Podent-se validar els resultats obtinguts amb els de l'Estudi d'Inundacions Històriques de l'Annex N°2.

3.1.2 CALIBRATGE I VALIDACIÓ

S'ha realitzat el calibratge i validació del MHM-1D mitjançant l'anàlisi de sensibilitat del paràmetre rugositat, i el suport del MHMS per a la determinació del comportament més enllà del domini unidimensional. Utilitzant el resultat del MHBS per a la identificació a priori de les zones de desbordament en la frontera entre el domini 1D i 2D.

4 CONCLUSIONS

4.1 CONCLUSIONS DE L'ESTUDI

- Es verifica, que la MHM estricta no es abordable sense tindre en compte l'anàlisi d'INS amb un MHBS.
- En eixe sentit la incorporació a la modelització hidràulica clàssica del MHBS permet l'anàlisi del comportament hidràulic al domini bidimensional per mitjà de la CEFHI, aixina com la reconstrucció de les CC del MHM.
- Amb la MHM-1D s'ha estimat la capacitat hidràulica per al llit vell del riu del Túria al llarg de la riuada d'octubre 1957 en el rang de cabals entre [1000, 2300] m³/s.
- S'ha realitzat el calibratge i validació del MHM-1D mitjançant l'anàlisi de sensibilitat del paràmetre rugositat, i el suport del MHMS per a la determinació del comportament més enllà del domini unidimensional. Utilitzant el resultat del MHBS d'este per a la identificació a priori de les zones de desbordament en la frontera entre el domini 1D i 2D.
- En base a la CEFHI resultant de la MHBS i als cabals màxims per trams estimats en la MMH, a priori es verifica la validesa de l'hidrograma (CÁNOVAS 1958) pel que fa a l'ordre de magnitud de la doble inundació.
- El fet de que la ubicació del nivell de control per a la seua estimació (taquilles Vivers CÁNOVAS 1958) quede fora del domini de validesa del MHM-1D (per a l'estimació de la capacitat hidràulica del caixer), no permet pronunciament al respecte de l'exactitud de les puntes de l'hidrograma. Esta qüestió requerirà d'un estudi complementari amb MHM-2D.
- La metodologia de treball emprada permet l'anàlisi del comportament hidràulic i l'estimació de la capacitat hidràulica del caixer del Llit Vell del Riu Túria all llarg de Riuada de 1957. Verificant-se la seua aplicabilitat per a la reconstrucció d'esdeveniments d'avinguda històrics.
- En la recent visita de al caixer s'aprecia que existixen deficiències puntuals que podrien comprometre l'estabilitat estructural dels murs de caixer.

4.2 APORTACIONS DE L'ESTUDI (FITES ACONSEGUIDES)

- Ampliació del SIGA amb INS derivada de la recerca documental, i amb els resultats de la doble modelització MHBS + MHM.
- Establiment del MHBS per a la CEFHI.
- Delimitació més acurada de l'extensió de la inundació fent ús de la MHBS.
- Estimació de la capacitat hidràulica del caixer per al cas d'estudi.
- Verificació de la validesa de la metodologia per al calibratge i validació d'aplicació a la reconstrucció d'episodis d'avinguda extraordinària per a MHM-1D/2D (BONACHE 2014).

4.3 LÍNIES D'INVESTIGACIÓ

4.3.1 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA GENERAL

- Estudi hidrològic – hidràulic per a la reconstrucció de la Riuada del Túria de 14 d'Octubre de 1957.

4.3.2 EN DESENVOLUPAMENT

- Recerca documental, i compilació d'INS addicional relativa a l'esdeveniment.
- Actualització constant del SIGA amb nous materials.
- Processament d'eixa informació en la línia d'investigació oberta.

4.3.3 FUTURES

- Reconstrucció topogràfica del MDT per a l'escenari de simulació.
- MHM completa del domini bidimensional de la inundació, incloent l'entorn urbà. Necessària per al calibratge i validació de l'hidrograma.

4.4 MATERIALS ELABORATS EN LA LÍNIA D'INVESTIGACIÓ

4.4.1 ARTICLES I ALTRES PUBLICACIONS

MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MARCO, J., (2013): *Materiales Inéditos para la reconstrucción de la riada del Turia de Octubre de 1957*. Cuadernos de Geografía. Agua, Ingeniería y Territorio: Los Ríos Júcar y Turia (1930-1959). Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Núm 91/92, 2012, ISSN 0210-086 X.

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Artículo aceptado en julio 2013 para la publicación y ponencia de las: III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. . Volumen 1. © Marcombo S.A., Barcelona, ISBN 978-84-267-2070-2.

BONACHE, X., (2014): *Metodologia per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica, aplicada a la reconstrucció de la riuada de València de 14 d'octubre de 1957*. Tesi de Màster dirigida pel Dr. En Juan B. Marco Segura, del Màster d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient de la U.P.V.

PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B. (2015) *A GIS-based model for the analysis of urban flash floods and its hydro-geomorphic response. The Valencia event of 1957*. Journal Of Hidrology. HYDROL19858 under the Article Type : SI: Flash floods & landslide.

4.4.2 PONÈNCIES

BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Ponencia para las III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València.

PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015): *A GIS-based model for the hydrological and hydraulic reconstruction of historical flash-floods in urban areas. The case of the Turia River in Valencia (1957)*. In: EGU General Assembly, April 12-17, EGU, Vienna. EGU2015-7586

RESUM:: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2015/EGU2015-7586.pdf>

PRESENTACIÓ:http://presentations.copernicus.org/EGU2015-7586_presentation.pdf

En València, setembre de 2015.

L'autor de l'Estudi:

XAVIER BONACHE I FELICI

5 BIBLIOGRAFIA I FONTS DOCUMENTALS

5.1 REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ALMELA I VIVES, F., (1957): *Las riadas del Turia (1321-1949)*, Ajuntament de València, Publicacions de l'Arxiu Municipal, València.
- ANADÓN, P., ALCALÁ, L., ALONSO-ZARZA, A.M., CALVO, J.P., ORTÍ, F., ROSELL, L. Y SANZ-RUBIO, E. (2004). *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, 562-569.
- BONACHE, X., MARCO, J., MATEU, J., (2013): *Reconstrucción hidrológico-hidráulica de la riada de Valencia. (Río Turia, octubre de 1957)*. Article acceptat en Juliol 2013 per a la publicació: III Jornadas de Ingeniería del Agua. La protección contra riesgos hídricos. MARCOMBO, S.A. ISBN: 978-84-267-2070-2 DL. B-20401-2013
- BONACHE, X., (2014). Metodologia per al calibratge de modelització matemàtica hidràulica, aplicada a la reconstrucció de la riada de València de 14 d'octubre de 1957. Treball Final de Màster en Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient del Universitat Politècnica de València. Dirigida pel Dr. Juan B. Marco Segura.
- CÁNOVAS, M., (1958): Avenidas motivadas por las lluvias extraordinarias de los días 13 y 14 de Octubre de 1957, *Revista de Obras Públicas*, Febrer 1958, 59-68.
- CARMONA, P., (1990): *La Formació de la Plana al·luvial de València*. Geomorfologia, hidrologia i geoarqueologia de l'espai litoral del Turia. Alfons el Magnànim, Valencia, Spain.
- CARMONA, P., (1991): *Interpretación paleohidrológica y geoarqueológica del sustrato romano y musulmán de la ciudad de Valencia*. Cuadernos de Geografía 49, 1-14.
- CARMONA, P., (1997): *La dinámica fluvial del Turia en la construcción de la ciudad de Valencia*. Doc. Anál. Geogr. 31, 1997 85-112.
- CARMONA, P., RUIZ, J.M., (1998): *Mapa geomorfológico 1:50.000 de Valencia (722)*, Inédito, 1998.
- CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2007): *El Medio Físico de l'Horta. A la Publicació VV.AA. (2007) Contexto Geográfico e Histórico de los Regadíos de la Huerta de Valencia. l Patrimoni hidràulic del Bajo Turia: L'Horta de València.. Volumen 9, Colección Regadíos Históricos Valencianos*. Editado por Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano, Consellería de Cultura y Deporte, Generalitat Valenciana, Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia.
- CARMONA, P., RUIZ, J.M., (2011): *Historical morphogenesis of the Turia River coastal flood plain in the Mediterranean littoral of Spain*, CATENA, Volume 86, Issue 3, September 2011, Pages 139-149, ISSN 0341-8162. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816210001918>>
- CARMONA, P., DUPRÉ, M., BELLUOMINI, G., (1994): *Coastal changes in the Gulf of Valencia (Spain) during the Subatlantic period*. Quaternaire 5 (2), 49-57.
- CHEN, J., ARLEEN, A., LENSYL, D., (2009): A GIS-based model for the urban flood inundation. J. Hydrol. 373, 184-192.
- CHOW, V.T., (1959): *Open-channel hydraulics*. New York, McGraw-Hill.
- CRUZ ROMÁN, J.M., (1960): *Historia de una fecha*. PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN Las inundaciones de Valencia en 1957. *Historia de la riada y perspectiva de la Ciudad*.

- DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS (2011): *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas*. DVD. Ministerio del Interior. Secretaria General Técnica. Madrid, actualización 2011.
- EL KADI, K., PAQUIER, A., MIGNOT E., (2009): Modelling flash flood propagation in urban areas using a two-dimensional numerical model. *Nat. Hazards*, 50, 433-460.
- ESCOLANO, G.J., (1610): *Decada primera de la historia de la insigne y Coronada ciudad y Reyno de Valencia*.
- ETSICCP (Coord.) (2007): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Valencia.
- FERNÁNDEZ CASADO, C., (1959): Valencia y el Turia. El río, la ciudad y sus puentes, *Revista de Obras Públicas*, 107 (1): 201-205.
- FERRER OLMO, J., (1960): *La riada y la Iglesia*. PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN *Las inundaciones de Valencia en 1957. Historia de la riada y perspectiva de la ciudad*
- GARCÍA, V., CARRASCO, A., (1958): *Lluvias de intensidad y extensión extraordinarias causantes de las inundaciones de los días 13 y 14 de octubre de 1957, en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante*. Sección de Climatología del Servicio Meteorológico Nacional. Ministerio del Aire. Dirección General de Protección de Vuelo. Publicaciones Serie A (Memorias) núm. 30.
- GÓMEZ-GUILLAMÓN, F., (1958): La Batalla del Barro y la recuperación de Valencia, *Asociación de la Ingenieros de la Construcción y Electricidad y del Arma de Ingenieros (ASINTO)*, nº 17-18, 9-30.
- JORNADA DIARIO DE LA TARDE (1957): *18 de octubre de 1957 Valencia. Jornada diario de la tarde. Riada en Valencia y pueblos. Catarroja*. València.
- LEVANTE DIARIO (1957): *Suplemento Extraordinario de la Riada de Valencia, 1957*. València.
- LEVANTE-EMV UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (2007): 'La Riua'. València, 1957. Vídeo DVD.
- LEVANTE-EMV: *Galería Riada de 1957*, Arxiu digital. (Consultat 06/02/2013).
- <<http://comunidad.levante-emv.com/servicios/galerias/Multimedia/index.jsp?pldGaleria=162>>
- LLASAT, M.C., LLASAT-BOTIJA, M., PRAT, M.A., PORCÚ, F., PRICE, C., MUGNAI, A., LAGOUVARDOS, K., KOTRONI, V., KATSANOS, D., MICHAELIDES, S., YAIR, Y., SAVVIDOU, K., (2010): High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary base. *Adv. Geosci*, 23, 1-9.
- LLOPIS, A., PERDIGÓN, L., TABERNER F. (2012): *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944)*. Llibre i 2 DVD. Universitat Politècnica de València. València.
- MAIDMENT, D. R., DJOKIC, D. (2000): *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems*. ESRI press, Redlands, CA. 2000.
- MARCO J., MATEU J., (2007): El Fenómeno Hidrológico, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia.
- MARK, O., WEESAKUL, S., APIRUMANEKUL, C., AROONNET, S.B., DJORDJEVIC, (2004): Potential and limitations of 1D modelling of urban flooding. *J. Hydrol.* 299, 62-76.
- MARTÍNEZ SANCHIS, F., (2010): *Aigües de fang. Riuades d'Albal i la comarca de l'Horta (1864-1957)*, Col·lecció Estudis i Investigació d'Albal, Ajuntament d'Albal Ed.
- MATEU J., RUIZ J.M., PORTUGUÉS I., (2012): *Desarrollo del servicio de aforos en España (1840-1959). La red de estaciones de la Confederación Hidrográfica del Júcar*. Confederación Hidrográfica del Júcar. València.

- MATEU, J., CARMONA, P., RUIZ, J.M., PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MARCO, J., (2012): *Materiales Inéditos para la reconstrucción de la riada del Turia de Octubre de 1957*. Cuadernos de Geografía. Agua, Ingeniería y Territorio: Los Ríos Júcar y Turia (1930-1959). Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Núm 91/92, 2012, ISSN 0210-086 X.
- MEINEL, G., SCHUMACHER, U., HANNERSDORF, J., (2003). GIS Technical Evaluation of the Flood Disaster in Summer 2002 with respect to the City of Dresde non the Basis of Remote Sensing Laser Scanner, and Measurement Data. ISPRS International Archives of the Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXIV-7/W9.
- MELIÓ, V. (1991): La "Junta de Murs i Valls". Historia de las obras públicas en la Valencia del Antiguo Régimen, siglos XIV-XVIII. Consell Valencià de Cultura, València.
- MIGNOT E., PAQUIER, A., HAIDER, S., (2006): Modeling floods in a dense urban area using 2D shallow water equations. J. Hydrol. 327, 186-199.
- NÚÑEZ MORA, J.A., Y RIESCO MARTÍN, J., (2007): *Climatología de la ciudad de Valencia*. Ministerio de Medio Ambiente.
- OLCINA, J., (1999): *Temporales de octubre de 1957 en el Levante español*. Nimbus. N. 4 (1999). ISSN 1139-7136, pp. 129-152.
- PANTECNIA S.A. (1964): *Estudios Hidráulicos Especiales: ensayo sobre modelo reducido. Defensa de Valencia contra las avenidas del río Turia - Solución Sur*. Madrid. Arxiu C.HX.-València. Defenses, N° 82.
- PÉREZ PUCHE, F., (2007a): *Hasta aquí llegó la riada: Valencia y el Turia*, Ajuntament de València, Valencia.
- PÉREZ PUCHE, F., (2007b): La Valencia del 57 y la Riada del Turia, en ETSICCP (Coord.): *Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia*, 18 y 25 octubre, 8 y 15 noviembre, Valencia.
- PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B., (2015a): A GIS-based model for the hydrological and hydraulic reconstruction of historical flash-floods in urban areas. The case of the Turia River in Valencia (1957). In: European Geosciences Union General Assembly, April 12-17, EGU, Vienna. EGU2015-7586
- Resum: <<http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2015/EGU2015-7586.pdf>>
- Presentació: <http://presentations.copernicus.org/EGU2015-7586_presentation.pdf>
- PORTUGUÉS, I., BONACHE, X., MATEU, J.F., MARCO, J.B. (2015b*) A GIS-based model for the analysis of urban flash floods and its hydro-geomorphic response. The Valencia event of 1957. HYDROL19858 under the Article Type : SI: Flash floods & landslide. (admés per a la seua publicació al Journal of Hydrology Juliol 2015).
- PROPIEDAD y CONSTRUCCIÓN (1960): *Las inundaciones de Valencia en 1957. Historia de la riada y perspectiva de la ciudad*, Extraordinario, nº XXI y XXII.
- PUERTES, C., (2015): *La riada de Valencia de octubre de 1957: reconstrucción hidrológica y sedimentológica y análisis comparativo con la situación actual*. Projecte Final de Carrera d'Enginyeria de camins, Canals i Ports de la U.P.V. Tutotat pel Dr. En Félix Francés García.
- LAS PROVINCIAS (1958): *Almanaque de las Provincias. La vida valenciana en 1957*, Federico Domech S.A. Ed., Valencia.
- QUEREDA SALA, J.J., Y MONTÓN CHIVA, E., (1994): *Las lluvias torrenciales en la Comunidad Valenciana. Interacciones atmósfera-mar*. Diputació de Castelló. Col·lecció Universitària, pp 190.

- ROSSELLÓ, V.M. (1972): *Los ríos Júcar y Turia en la génesis de la Albufera de Valencia*, Cuadernos de Geografía, 11, pp.7-25+ un mapa f.t.
- RUIZ, J.M, CARMONA, P., 1999. *La Desembocadura del Guadalquivir en Época Medieval*. Progradación Deltaica y Avulsión. In: Rosselló, V. (Ed.), *Geoarqueología i quaternari litoral. Homenaje a Maria Pilar Fumanal*, Universitat de València, Spain, pp. 245-257.
- RUIZ, J.M, CARMONA, P., (2005): *La llanura deltaica de los ríos júcar y Turia y la Albufera de Valencia*. En, SANJAUME, E. y MATEU, J. (Eds.): *Geomorfología i AQuaternari litoral, Homenaje al Dr. V. Rosselló*, Dept. De Geografia, Universitat de València, pp. 399-419.
- RODRIGO MOLINA, A. (2011): *Estudio de los elementos arquitectónicos que conforman el cauce del Río Turia entre el Puente de San José y el Puente del Mar de Valencia. Siglo XVI-XXI. Historiografía, análisis gráfico y catalogación [Tesis doctoral no publicada]*. Universitat Politècnica de València. Repositori institucional UPV: <<http://hdl.handle.net/10251/13259>>
- SÁNCHEZ MARTÍNEZ, F.J., LASTRA FERNÁNDEZ, J., (COORD.) (2011): *Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid.
- SIMÓN, J.L., (1984): *Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental*. Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza. Pub. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 269 p.
- SIMONS, D. B., AND RICHARDSON, E. V. (1961). *Forms of bed roughness in alluvial channels*. Journal of the Hydraulics Division, ASCE.
- SOLER SANZ, J., (2007): *Las obras hidráulicas del Plan Sur, en ETSICCP (Coord.): Ciclo de Conferencias 50 años de la riada que transformó Valencia, 18 y 25 de octubre y 8 y 15 de noviembre, Valencia*.
- SORRIBES, J., (COORD.) (2007): *La riuà que canvià València*, Adonay Ed., Valencia.
- SORRIBES, J., (ED.) (2010): *València, 1957-2007. De la riada a la Copa del América*, Publicacions de la Universitat de València, València.
- TAROLLI, P., BORGA, M., MORIN, E., DELRIEU, G., (2012): *Analysis of flash flood regimes in the North-Western and South-Eastern Mediterranean regions*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 1255-1265.
- TEIXIDOR, M.J., DOMINGO, C., (1989): *Les séquies i els traçat urbans a València*. In: *Los paisajes del Agua*. Universitat de València-Universitat d'Alacant, Valencia.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER (2012): *HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS® 10 User's Manual Version 10 May 2012 Approved for Public Release*. cpd-83
- VV.AA. (2008a): *50 años de la Riada que transformó Valencia*. Vídeo DVD, Escuela de Caminos de València. 2008.
- VV.AA. (2007) *El Patrimonio hidráulico del Bajo Turia: L'Horta de València.. Volumen 9, Colección Regadíos Históricos Valencianos*. Editat per Direcció General de Patrimoni Cultural Valencià, Conselleria de Cultura i Esport, Generalitat Valenciana, Departament de Geografia de la Universidad de València.

5.2 ARXIS I FONTS BIBLIOGRÀFICS, CARTOGRÀFICS I DOCUMENTALS CONSULTATS

Els arxius, i fons bibliogràfics / documentals consultats són:

ARXIU DE LA BIBLIOTECA VALENCIANA.

ARXIU INTERMEDI MILITAR DE VALÈNCIA L'EXÈRCIT DEL'AIRE.

ARXIU DE LA DIPUTACIÓ DE VALÈNCIA.

ARXIU MUNICIPAL DE VALÈNCIA.

ARXIU DEL'ARQUEBISBAT DE VALÈNCIA.

ARXIU DE LA CATEDRAL DE VALÈNCIA.

ARXIU DE LA CONFEDERACIÓ HIDROGRÀFICA DEL XÚQUER.

ARXIU GRÀFIC JOSÉ HUGUET.

ARXIU VEGES TUI MEDITERRÀNIA.

CARTOTECA DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA.

6 ACRÒNIMS (SIGLES)

En Valencià:

1D: Unidimensional

2D: Bidimensional

3D: Tridimensional

BD: Base de Dades

CC: Condicions de Contorn

CEFHL: Conceptualització de l'Esquema de Funcionament Hidràulic de la Inundació

CETFA: Companyia Espanyola de Treballs Fotogramètrics Aeris

CHX: Confederació Hidrogràfica del Xúquer

DEHMA: Departament d'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient

DG: Departament de Geografia

EA: Estació d'Aforament

EF: Espai Fluvial

EIH: Estudi d'Inundacions Històriques

ETSECCP: Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins Canals i Ports

IMP: Inundació Màxima Probable (P.M.F. en anglés)

INS: Informació No Sistemàtica

MHBS: Model Hidràulic Basat en SIG

MCO: Màxima Crescuda Ordinària

MD: Marge Dreta

MDE: Model Digital d'Elevacions

MDS: Model Digital de Superfície

MDT: Model Digital del Terreny

ME: Marge Esquerre

MM: Modelització Matemàtica

MHM: Modelització Hidràulica Matemàtica

MHM-1D: Modelització Hidràulica Matemàtica Unidimensional

MHM-2D: Modelització Hidràulica Matemàtica Bidimensional

MHM-Q2D: Model Hidràulica Matemàtica Quasi-Bidimensional.

MHM-3D: Modelització Hidràulica Matemàtica en Tridimensional

MHM-1DS: MHM Unidimensional Simplificada

MHM-1DCD: MHM Unidimensional Clàssica Discretitzada

MHM-1DMD: MHM Unidimensional Multidiscretitzada

MHM-Q2D MHM: QuasiBidimensional

MHM-1D+2D: MHM-Unidimensional & Bidimensional

MHM-2DAS: MHM-Bidimensional en Aigües Someres Sense Turbulència

MHM-2DAS+T: MHM-Bidimensional en Aigües Someres Amb Turbulència

MHM-Q3D+T: MHM-Quasi-Tridimensional Amb Turbulència

MHM-3D+T: MHM-Tridimensional Amb Turbulència

MHdgM: Modelització Hidrològica Matemàtica

MHdgMD: Model Hidrològic Matemàtic Distribuït

MHdgMQD: Model Hidrològic Matemàtic Quasi-Distribuït o Pseudo-Distribuït

MHdgMA: Model Hidrològic Matemàtic Agregat

m.s.n.m.: metres sobre el nivell del mar

PIMD: Pla d'Inundació Marge Dreta

PIME: Pla d'Inundació Marge Esquerre

PS: Punt Singular

PSH: Punt Singular Hidràulic

PSI: Punt Singular per Infraestructures

PSE: Punts Singular per Estructura

PSM: Punt Singular Morfodinàmic
 Q2D: Quasi-Bidimensional
 SIG: Sistema d'Informació Geogràfica
 SIGA: Sistema d'Informació Geogràfica
 d'Avinguda
 SIM: Superfície d'Inundació per
 Modelització
 SIF: Superfície d'Inundació per
 Fotointerpretació
 SNCZI: Sistema Nacional de Cartografia
 de Zones Inundables
 ZAPF: Zona d'Alta Permeabilitat al Flux
 ZBPF: Zona de Baixa Permeabilitat al Flux
 ZI: Zona Inundable
 ZIEE: Zona Inundable per Episodis
 Extraordinaris
 ZF: Zona Fluvial
 ZIQH: Zona d'Inundació Quasi-
 Hidrostàtica
 ZP: Zona de Policia
 ZS: Zona de Sacrifici
 ZS*: Zona de Servitud
 ZDPH: Zona de Domini Públic Hidràulic
 UPV: Universitat Politècnica de València

En Anglès:

FGIS-DB: Flood Geographic Information
 System Data Base
 FHSBC: Flood Hydraulic Scheme
 Behaviour Conceptualisation
 GIS: Geographic Information System
 HEC-RAS: Hydraulic Engineering Center
 – River Analysis System
 HGBM: Hydraulic GIS Based Modelling
 HMM: Hydraulic Mathematical
 Modelling
 PMF: Probable Maximum Flood
 LiDAR.: Laser Imaging Detection and
 Ranging
 NSI: Non-Systematic Information
 PSI*: Paleostage Indicators
 USACE: US Army Corps of Engineering

7 ANNEXOS

ÍNDEX D'ANNEXOS:

MEMÒRIA

ANNEXOS

ANNEX N°1: ESTUDI CLIMATOLÒGIC, METEOROLÒGIC I PLUVIOMÈTRIC

ANNEX N°2: ESTUDI D'AVINGUES HISTÒRIQUES

ANNEX N°3: ESTUDI GEOMORFOLÒGIC I PALEOHIDROLÒGIC

ANNEX N°4: ESTUDI HIDROLÒGIC

ANNEX N°5: ESTUDI HIDRÀULIC

- MHBS
- MHM
 - EL MODEL HIDRÀULIC MATEMÀTIC HEC-RAS
 - EIXIDA DE RESULTATS D'HEC-RAS
 - TAULES
 - EIXIDES GRÀFIQUES
 - ✓ PLANTA
 - ✓ VISTES 3D
 - ✓ PERFILS LONGITUDINALS
 - ✓ SECCIONS TRANSVERSALS

ANNEX N°6: ANNEX FOTOGRÀFIC

