

La geomorfologia i funcionament del vessant i la conca.

Glòria Furdada
Projecte CHARMA

Novembre 2017



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

RISKNAT
RISCOS NATURALS

Índex

- Presentació i motiu de la recerca
- Context geomorfològic i geològic : particularitats de Portainé.
- Les torrentades: el tram baix del barranc
- El balanç sedimentari al llarg dels barrancs
- Els canvis en la capçalera
- Resum de conclusions
- L'equip del Projecte CHARMA
- Referències

Presentació i motiu de la recerca:

A partir de 2006 es produeixen torrentades molt freqüents: 10 en 10 anys, carregades de materials sòlids, als barrancs de Portainé, Reguerals i Caners

Fecha	Magnitud relativa del proceso torrencial	Daños principales	Barranco afectado (m s.n.m.)
2006/05	Pequeña	Carretera cortada por sedimentos	Reguerals (1465)
2008/09/11-12	Grande. Mayor evento documentado	Carretera cortada por sedimentos, importante erosión en los taludes y destrucción parcial presa de Vallespir	Portainé (1966, 1700, 1450, 950) Reguerals (1665, 1465)
2008/11/02	Pequeña	Carretera cortada por sedimentos	Portainé (1450)
2010/07/22-23	Grande	Carretera cortada por sedimentos y colmatación de barreras flexibles	Portainé (1450) Reguerals (1465)
2010/08/12	Grande	Carretera cortada por sedimentos, erosión en los taludes y colmatación de barreras	Portainé (1450) Reguerals (1465)
2011/08/05	Pequeña	Colmatación desagües carretera y erosión en los taludes	Portainé (1700, 1450) Reguerals (1665, 1465)
2013/07/23	Grande	Carretera cortada por sedimentos	Portainé (1450) Reguerals (1665, 1465)
2014/08/20	Pequeña	Colmatación de barreras flexibles	
2014/08/30	Mediana	Carretera cortada por sedimentos y erosión en los taludes	Portainé (1700, 1450)
2015/08/21	Mediana	Carretera cortada por sedimentos	Portainé (1450)

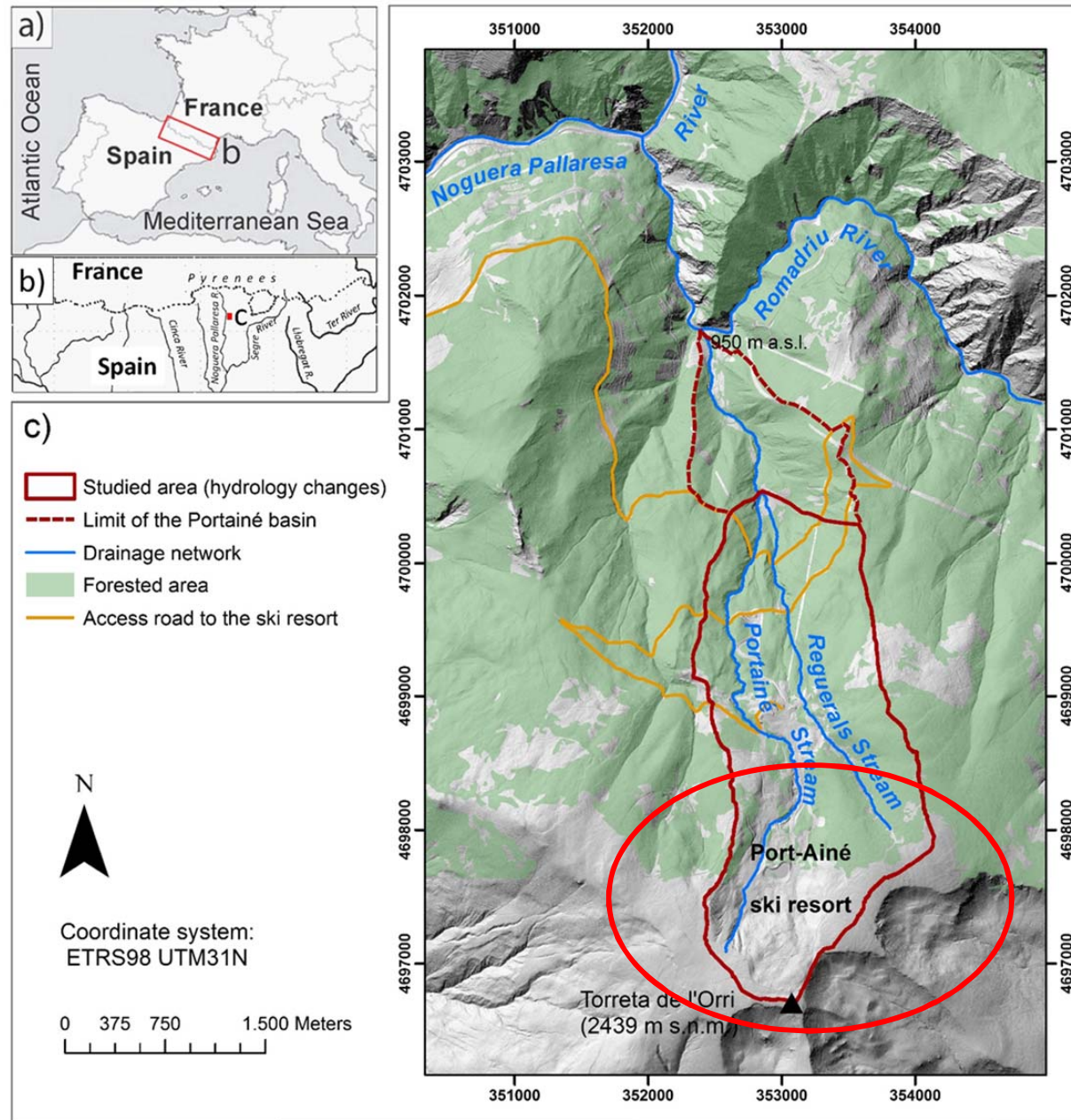
IX Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables
Santander, Junio 2017
E.Alonso, J. Corominas y M. Hürlimann (Eds.)
CIMNE, Barcelona, 2017

**EL BARRANCO DE PORTAINÉ (PIRINEO CENTRAL):
UN LABORATORIO IN SITU COMPLETO PARA EL ESTUDIO DE
LA ACTIVIDAD TORRENCIAL**

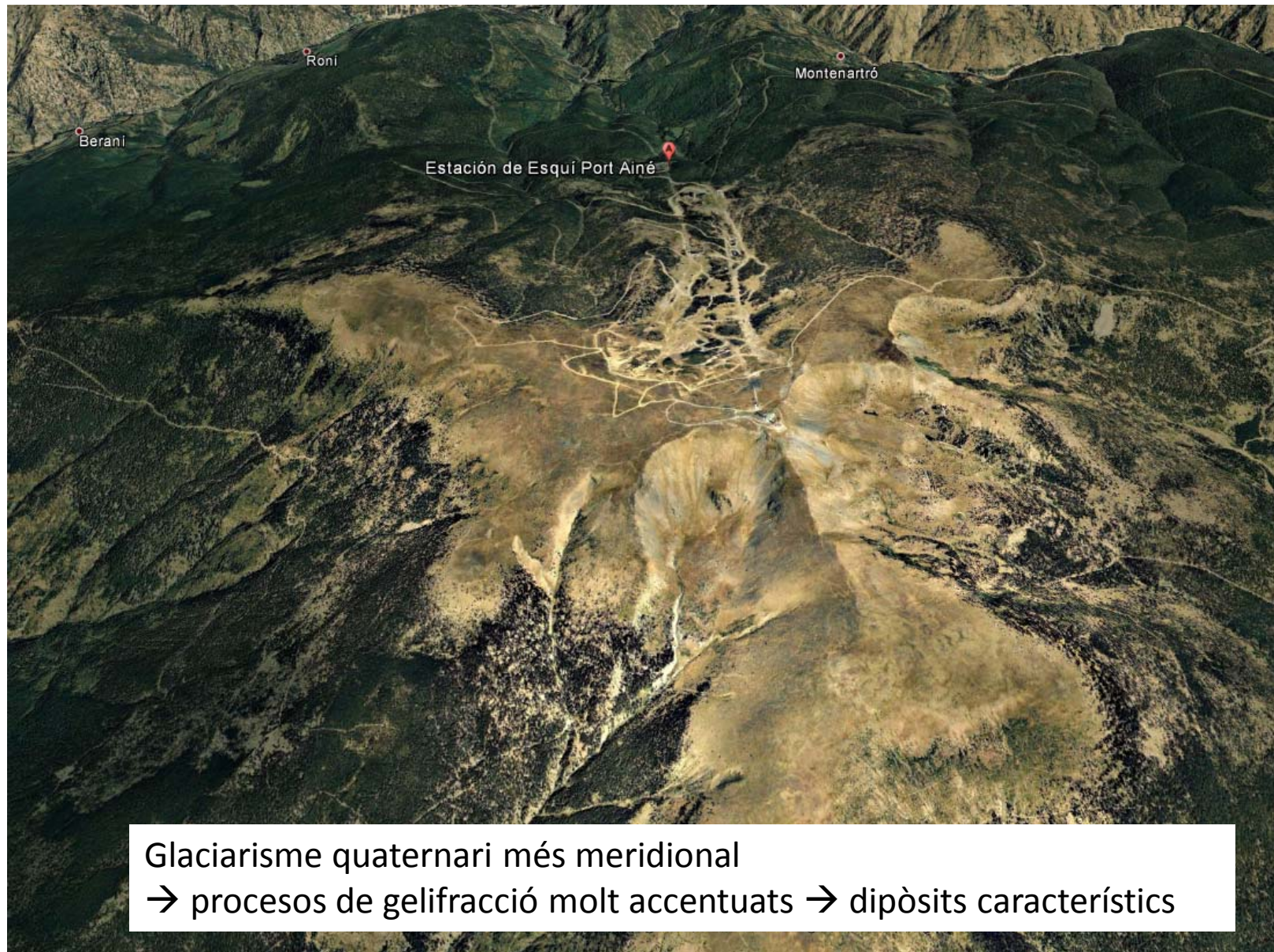
Jordi PINYOL¹, Marcel HÜRLIMANN², Glòria FURDADA³, Miriam MOYSSET¹,
Rosa M^a PALAU², Ane VICTORIANO³, Marta GONZÁLEZ¹, José MOYA², Marta
GUINAU³, Carles RAÍMAT⁴ y Carles FANANAS⁵

Tabla 1. Eventos torrenciales recientes con información sobre sus efectos.

Antecedent:
 Treball del Dr.
 J. Calvet (2013) per
 encàrrec de l'IGC



Context geomorfològic



Glaciarisme quaternari més meridional
→ procesos de gelifracció molt accentuats → dipòsits característics

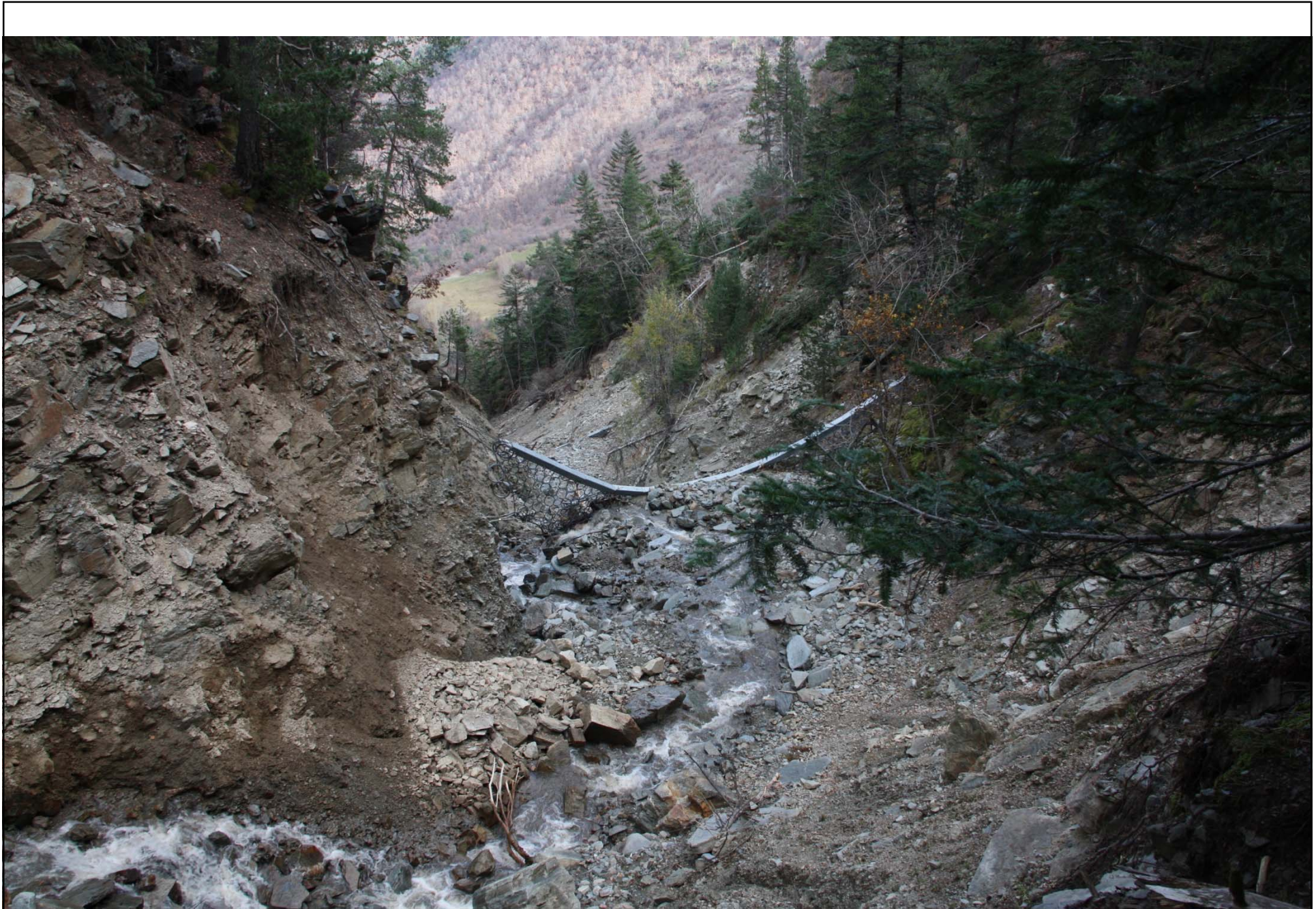




Context geològic: substrat Combroordovicià (Fm. Jújols)







Les torrentades

EL TRAM BAIX DEL BARRANC:

DENDROGEOMORFOLOGIA, DADES DOCUMENTALS I
MODELITZACIÓ HIDRÀULICA

Què volem estudiar? Com ho volem estudiar?

- Hi havia torrentades abans de 2006?
- Si n'hi havia, es produïen amb la mateixa freqüència que ara?
- Ens poden donar resposta els estudis dendrogeomorfològics?
- Quins altres resultats podem obtenir?

DENDROCHRONOLOGICAL METHODS

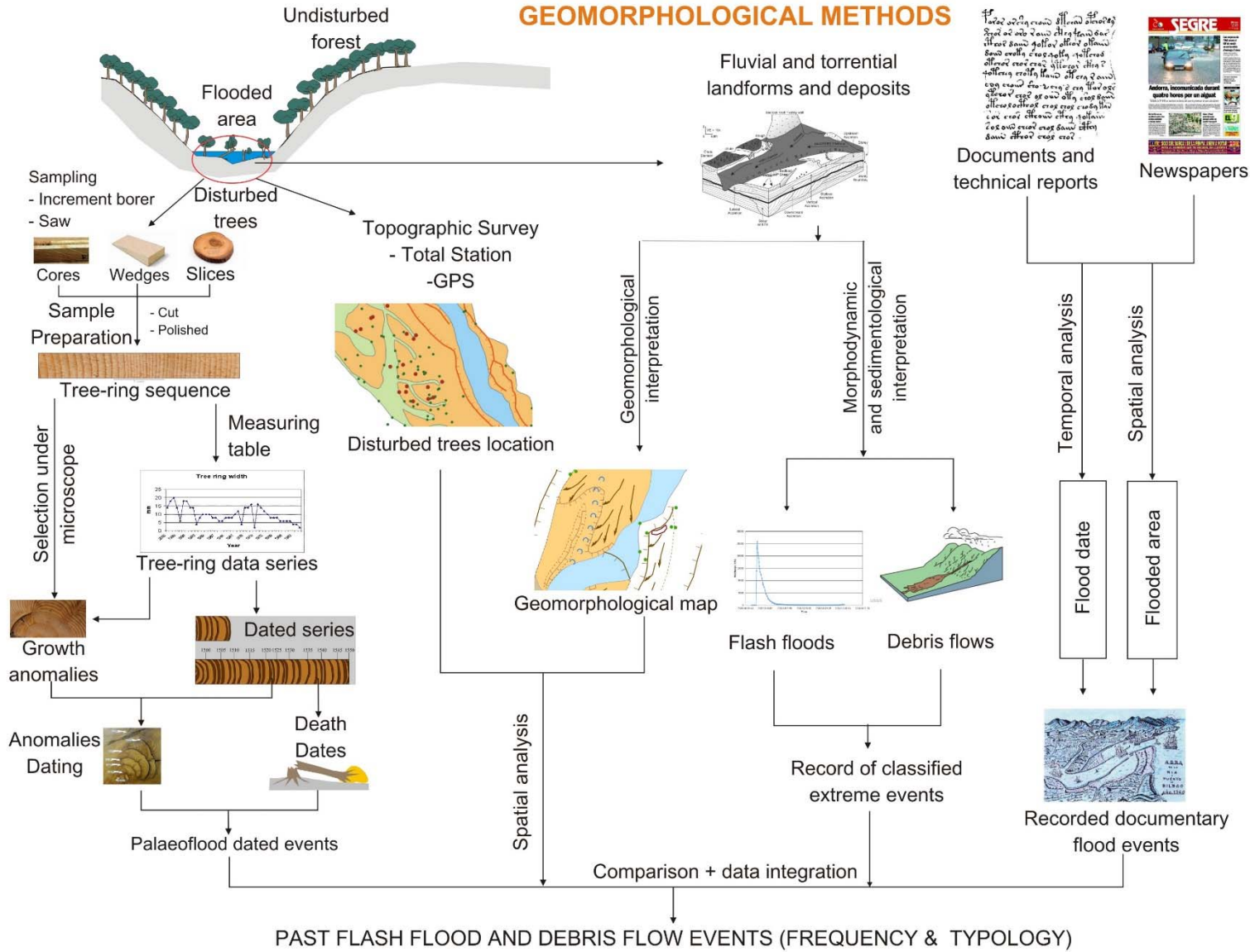
GEOMORPHOLOGICAL METHODS

DOCUMENTARY METHODS

DATA SOURCES

DATA ANALYSIS

RESULTS

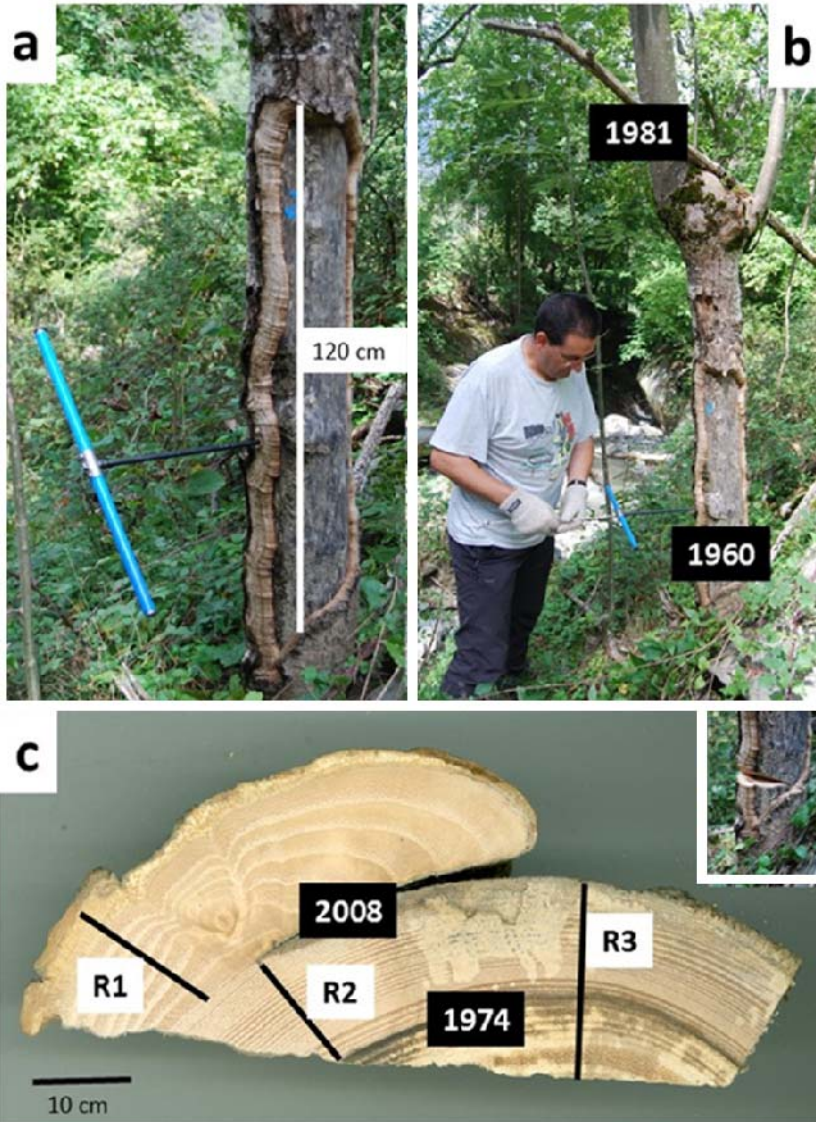




Implementing new dendrogeomorphological evidence in Flood Frequency Analysis

Mar Génova¹, Andrés Díez-Herrero², Glòria Furdada³, Marta Guinau⁴, Ane Victoriano⁵

¹Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid (Spain).
²Geological Hazards Division, Geological Survey of Spain, Madrid (Spain). IMDEA-Water.
³RISKMAT, Geomodels Research Institute, Dpt. de Dinàmica de la Terra i de l'Cos, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, Barcelona (Spain).



XIV Reunión Nacional de Geomorfología. Málaga 2016

Las avenidas torrenciales de los barrancos de Portainé, Reguerals y Ramiosa (Pirineo Central): evolución de las cuencas y dinámica torrencial

G. Furdada¹, M. Génova², M. Guinau¹, A. Victoriano¹, G. Khazaradze¹, A. Díez-Herrero³, J. Calvet¹

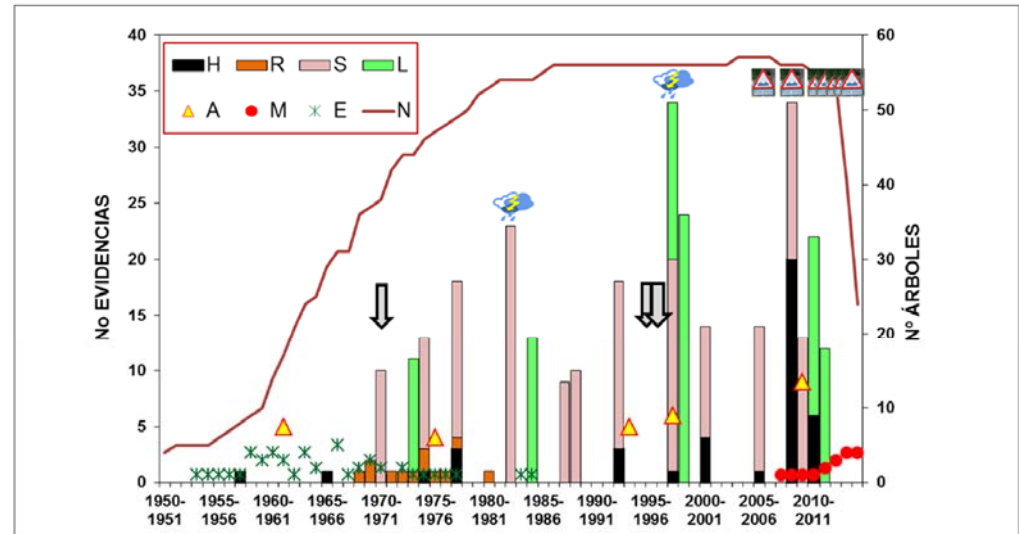


FIGURA 5. Datación de evidencias dendrogeomorfológicas detectadas en la desembocadura del barranco de Portainé. H: heridas, R: origen de ramas supletorias, S: supresiones, L: liberaciones, A: asimetrías. El símbolo de la nube indica información histórica acerca de precipitaciones elevadas. La señal de aviso indica información histórica acerca de eventos que produjeron daños en las infraestructuras. Las flechas indican fechas clave en la construcción de infraestructuras

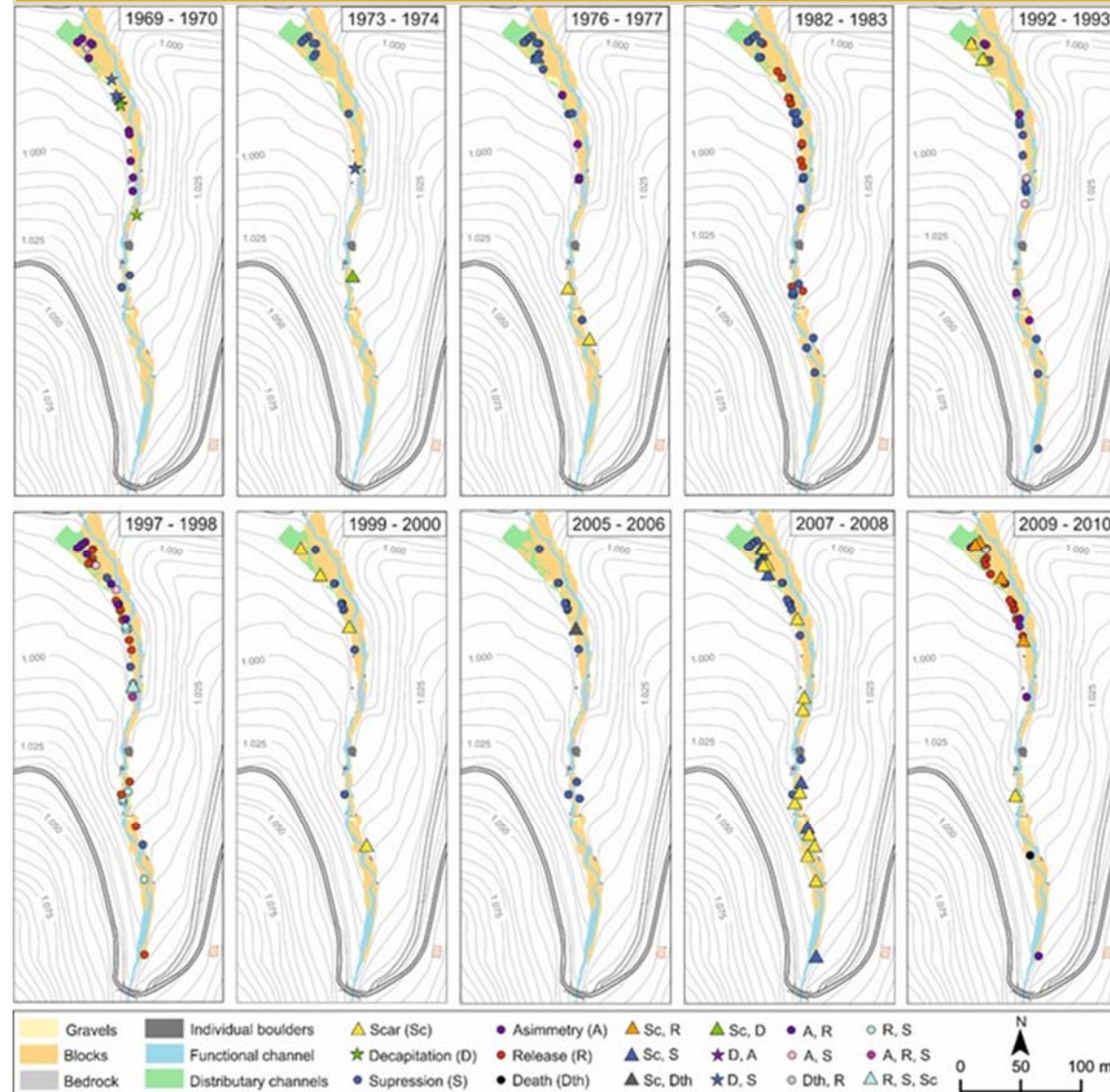
Flood Dendrogeomorphological Evidence: the best palaeoflood record of a small mountain catchment

Gloria Furdada¹, Mar Génova², Ane Victoriano¹, Andrés Díez-Herrero¹, Marta Guinau¹,

¹ RISK NAT Research Group, Geomodels Research Institute, Dpt. de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona (UB), 08028 Barcelona (Spain).
² Dpto. de Sistemas y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), 28040 Madrid (Spain).
³ Geological Hazards Division, Dpto. de Investigación y Prospectiva Geocientífica, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 28003 Madrid (Spain).

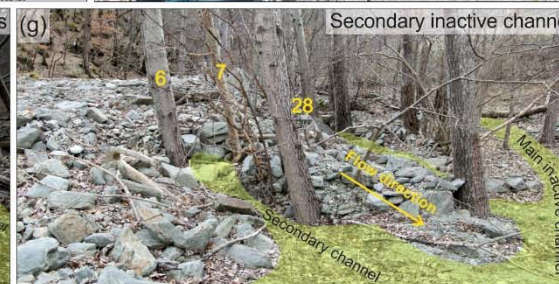
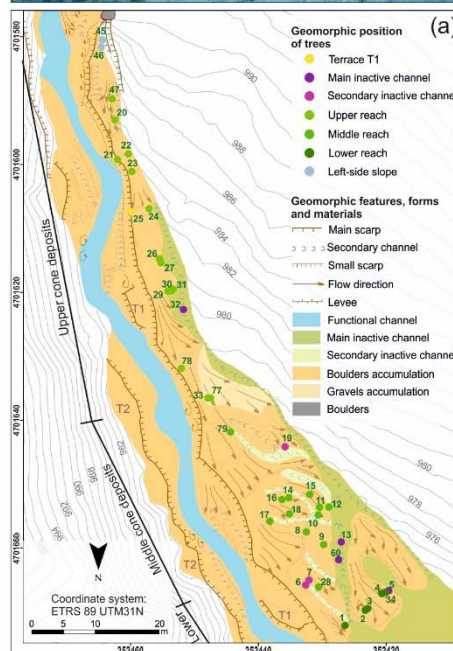
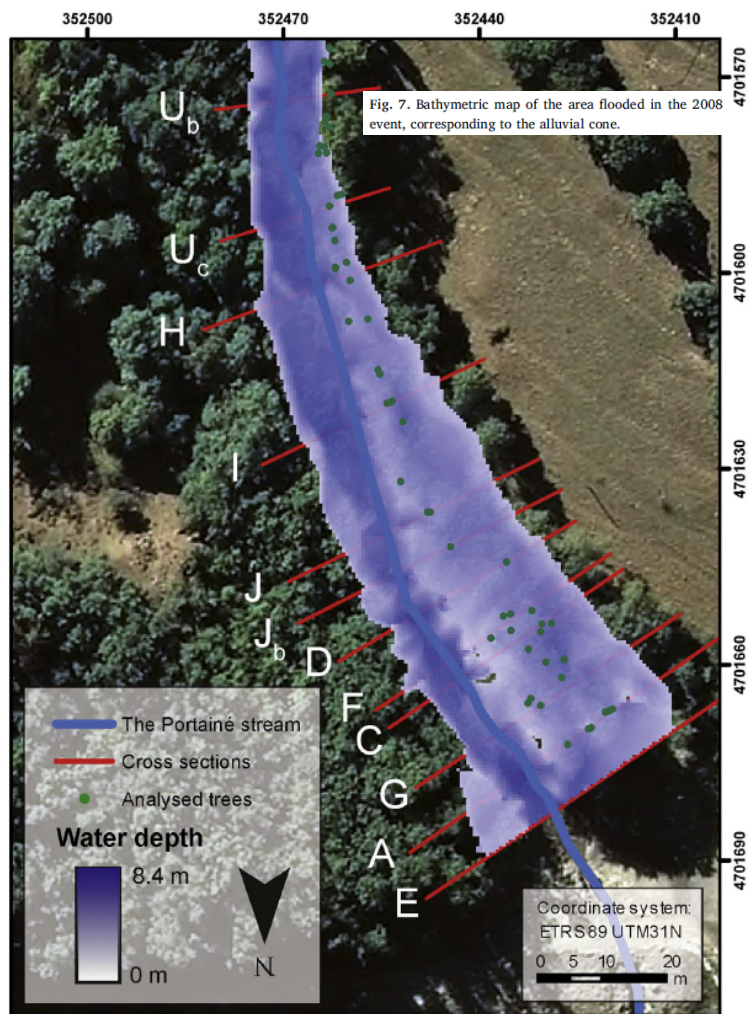


Magnitud dels events



Four-topic correlation between flood dendrogeomorphological evidence and hydraulic parameters (the Portainé stream, Iberian Peninsula)

Ane Victoriano^{a,*}, Andrés Díez-Herrero^a, Mar Génova^a, Marta Guinau^a, Glòria Furdada^a, Giorgi Khazaradze^a, Jaume Calvet^a



Resultats

PREVI: Els anells dels arbres permeten datar events torrencials amb resolució d'un any

Els torrents eren actius abans de 2006:

- A Caners s'identifiquen 10 events entre 1957 i 2006 → freqüència ~ 4.5 anys
- La dinàmica segurament no era la mateixa (menys càrrega sòlida)

La millor manera de conèixer la dinàmica de la conca, petita, si no hi ha altres registres directes (documentals, d'aforaments) és l'estudi dendrogeomorfològic:

- Sempre que es produeixen torrentades a la conca, ben conegudes, deixen senyal en els arbres.
- Els grans esdeveniments regionals han produït senyal en els arbres (1982, 1997, ...)
- Hi ha events que poden portar a confusió: 06/2013 inund. Val d'Aran-Pallars / 07/2013 Portainé → s'ha de tenir molta cura en correlacionar events històrics.

S'ha treballat amb 10 espècies de frondoses (metodològicament novedós). Els bons resultats s'obtenen gràcies a la convergència de l'evidència (diferents tipus d'evidències: cicatrius, decapitacions, anomalies en el creixement dels anells, ...)

S'han reconstruït amb les alçades de les ferides dels arbres i modelització hidràulica els events de 2008 i 2010 → magnitud

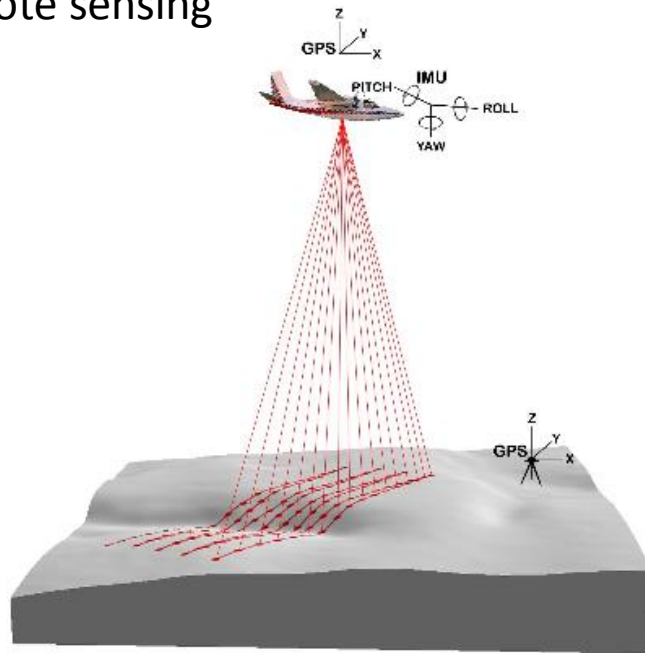
S'han relacionat les ferides dels arbres amb la seva posició geomorfològica i amb l'energia del flux (metodològicament novedós).

El balanç sedimentari: erosió i acumulació al llarg dels barrancs

ESTUDI BASAT EN DADES LIDAR (ICGC)

LiDAR: Light Detection And Ranging.

Optical remote sensing technology

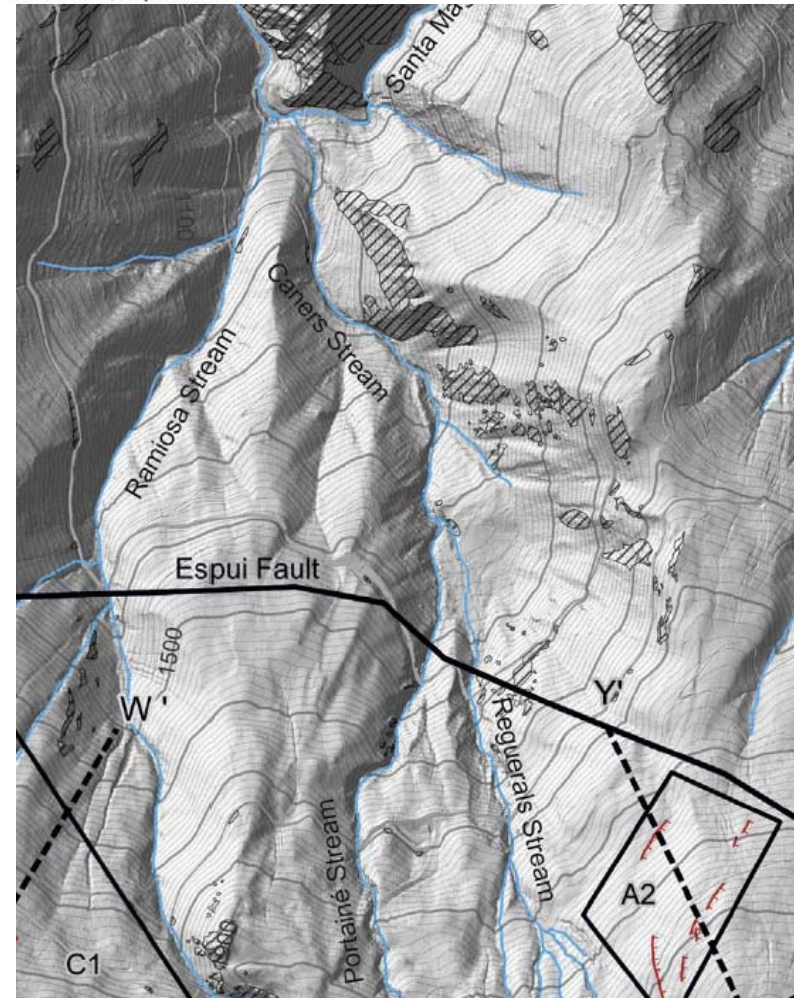


És un dispositiu que permet determinar la distància des d'un emissor làser a un objecte o superfície utilitzant un feix làser pulsat. La distància a l'objecte es determina mesurant el temps de retard entre l'emissió del pols i la seva detecció a través del senyal reflectida. **Permet generar Models Digitals d'alta precisió.**

Potential of airborne LiDAR data analysis to detect subtle landforms of slope failure: Portainé, Central Pyrenees



María Ortuño^{a,*}, Marta Guinau^a, Jaume Calvet^a, Glòria Furdada^a, Jaume Bordonau^a, Antonio Ruiz^b, Miquel Camafort^c



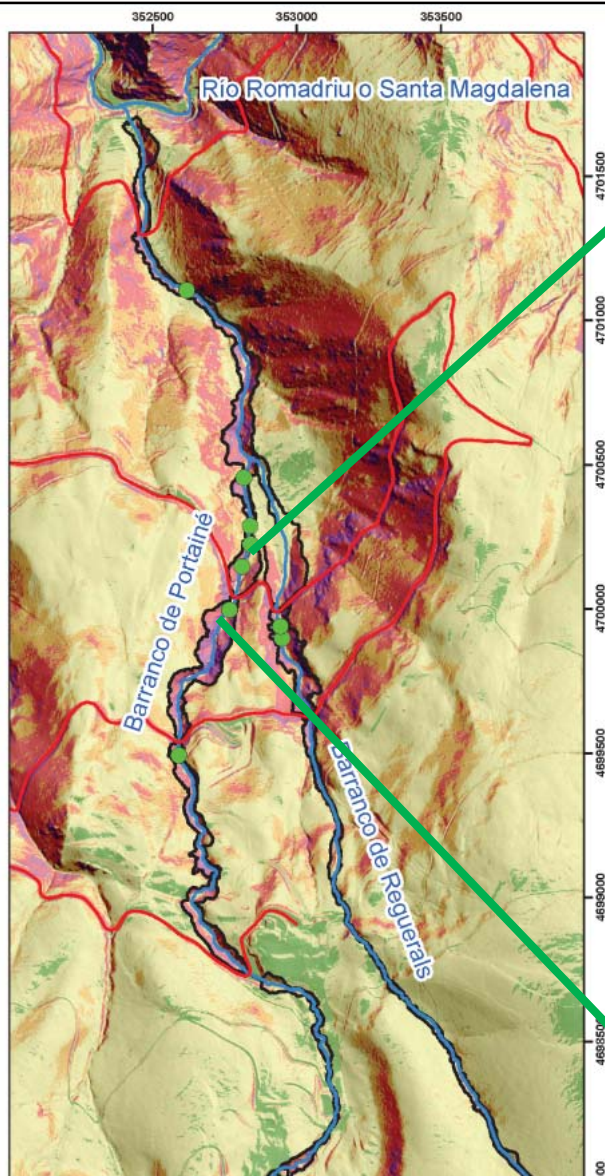


Figura 2. Mapa de pendientes con la delimitación del área estudiada y ubicación de las barreras instaladas entre las tomas de datos LiDAR del ICGC.

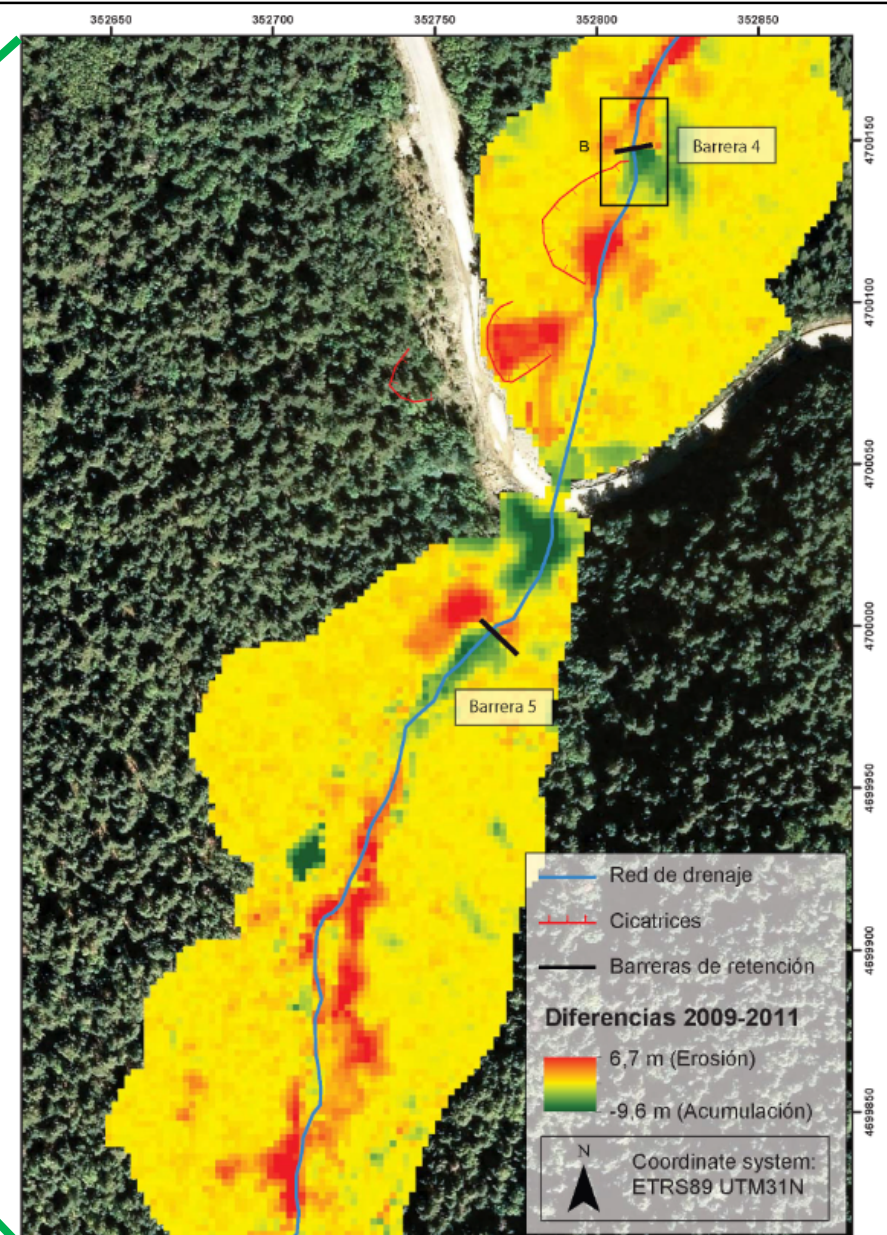


Figura 4. Modelo de diferencias del tramo medio del barranco de Portainé y la ubicación de dos de las barreras.

Barrier 4



Barrier 52



Barrier 1



Aplicaci3n de dats LiDAR en el estudi de la dinàmica torrencial i evoluci3n de los barrancos de Portainé y Reguerals (Pirineos Centrales)

A. Victoriano¹, M. Guinau¹, G. Furdada¹, J. Calvet¹, M. Cabré² y M. Moysset²

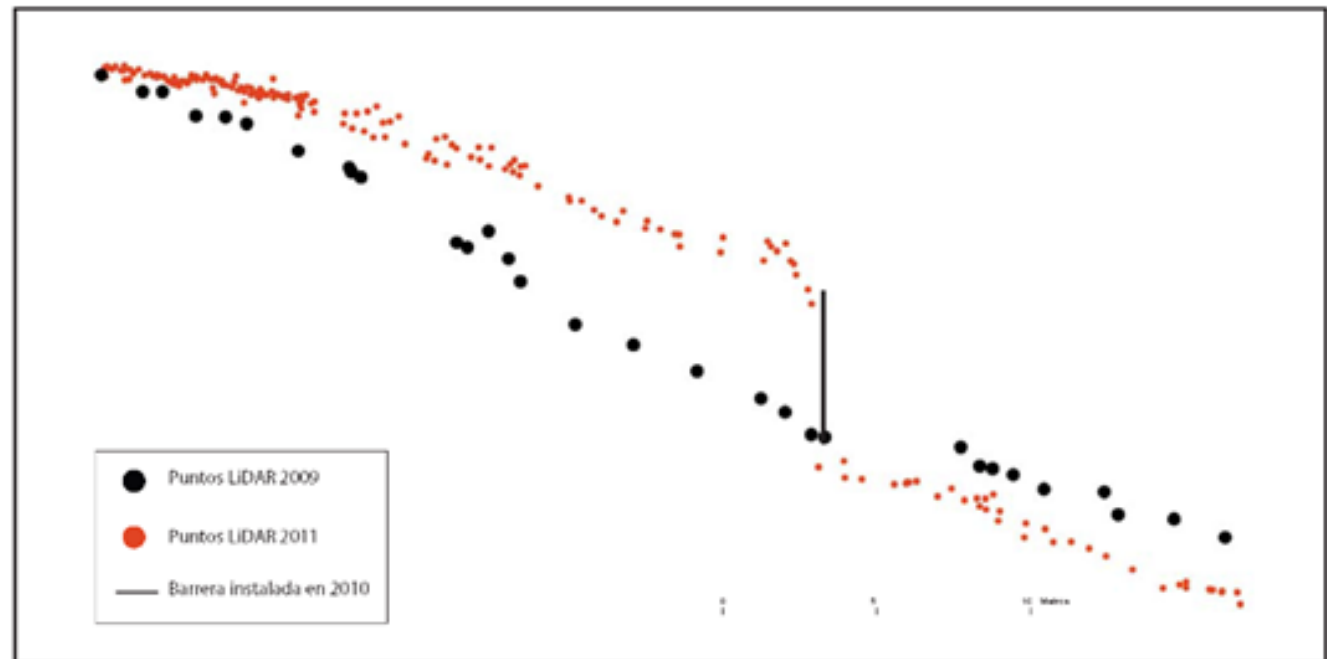


Figura 5. Puntos LiDAR de 2009 y 2011 correspondientes a un perfil longitudinal del río (30 m de longitud y 3 m de anchura) cruzando la barrera 4, en el que se observa el llenado de la barrera.

Resultats

S'han obtingut balanços sedimentaris mínims entre 2009-2011 i 2011-2016:

	Erosió	Deposició	Balanç
2009-2011	22042 m ³	19204 m ³	-2838 m ³
2011-2016	8308 m ³	8161 m ³	-147 m ³

El treball amb dades LiDAR permet la revisió i inspecció remota d'àrees de difícil accés

- Permet caracteritzar detalladament els canvis (NO amb altres mètodes)
- Previsió de vols d'obtenció de dades LiDAR anual: GRAN POTENCIAL!!

S'han identificat les zones amb elevada erosió preferent

- valoració de l'efectivitat i necessitat de manteniment de les barreres
- suport a la decisió d'instal·lació de noves barreres

Els canvis a la capçalera

FOTOINTERPRETACIÓ I MODELITZACIÓ
HIDROLÒGICA

Concepte d'equilibri geomorfològic, llindar i retroalimentació

Equilibri: l'estat de balanç creat per una varietat de forces tal que l'estat es manté sense canvis encara que les forces que el controlen canviïn.

Gregory (2010)

Llindars: són estadis o “punts de capitoné” en els quals les característiques essencials d'un sistema canvien dràsticament; són condicions límit que separen dues situacions d'equilibri diferents.

Gregory (2010)

Retroalimentació o *feedback* positiu: es produeix quan un canvi en un sistema esdevé accentuat i augmentat.

Goudie & Viles (2010)

Equilibri abans de 2006-2008:

quan plou, l'aigua pot ser absorbida per desaigües /drenatges de 80 cm diàmetre (a la carretera d'accés).

SE SOBREPASSA EL LLINDAR D'EQUILIBRI →
Trencament de l'equilibri

“Equilibri” actual: torrentades erosives i que transporten grans quantitats de materials (corrents d'arrossegalls o “debris flows”)



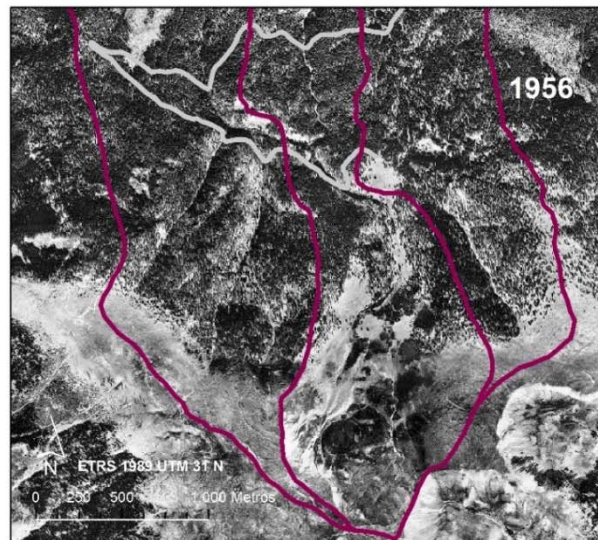
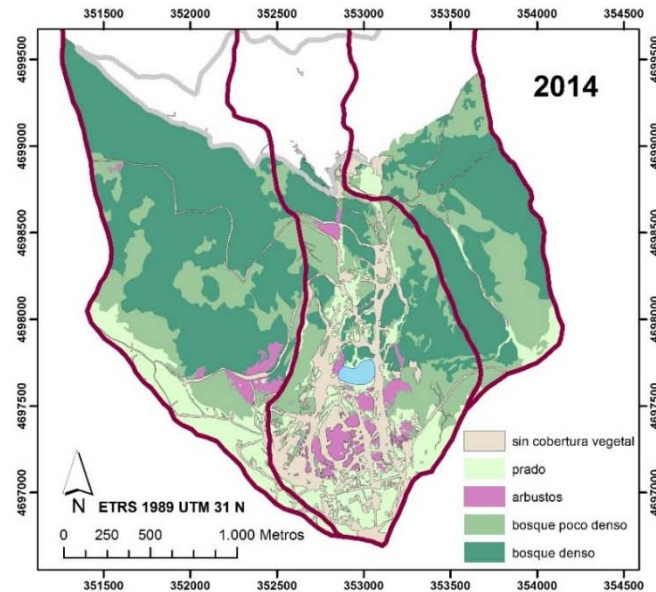
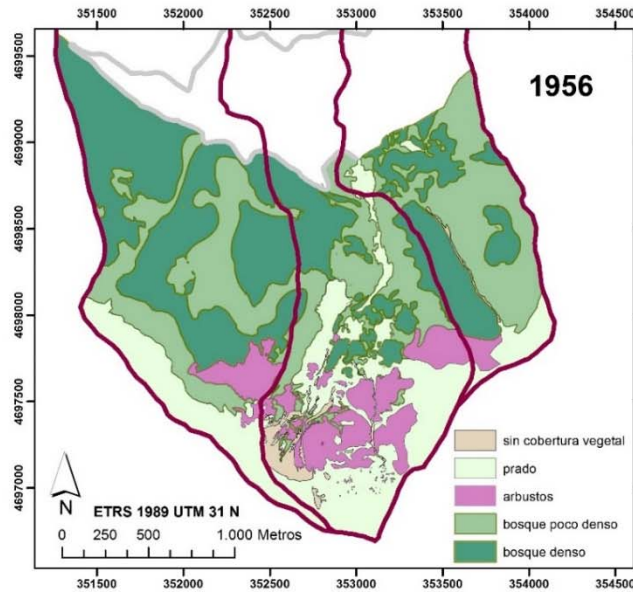




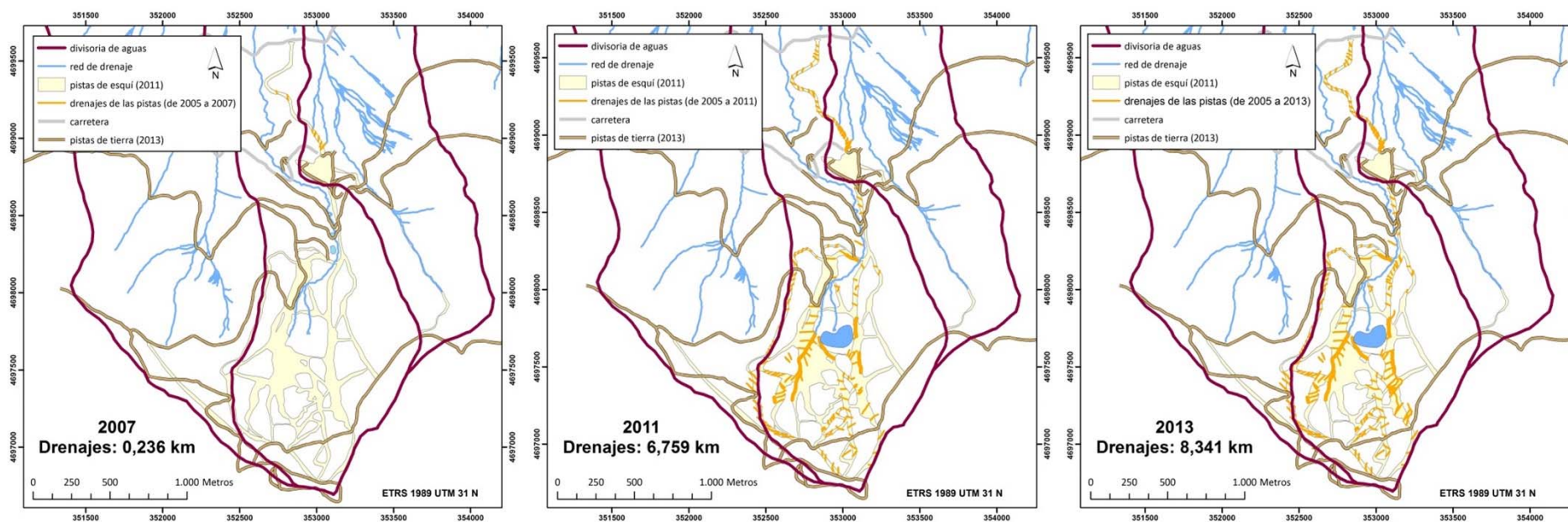


Canvi d'ús del sòl!!!!

Els canvis d'ús del sòl en capçalera des de 1956



Des de 2005, i sobretot des de 2007, s'han construït 8,341 km de canals de drenatge d'aigües pluvials



La concentració de les aigües i els processos erosius













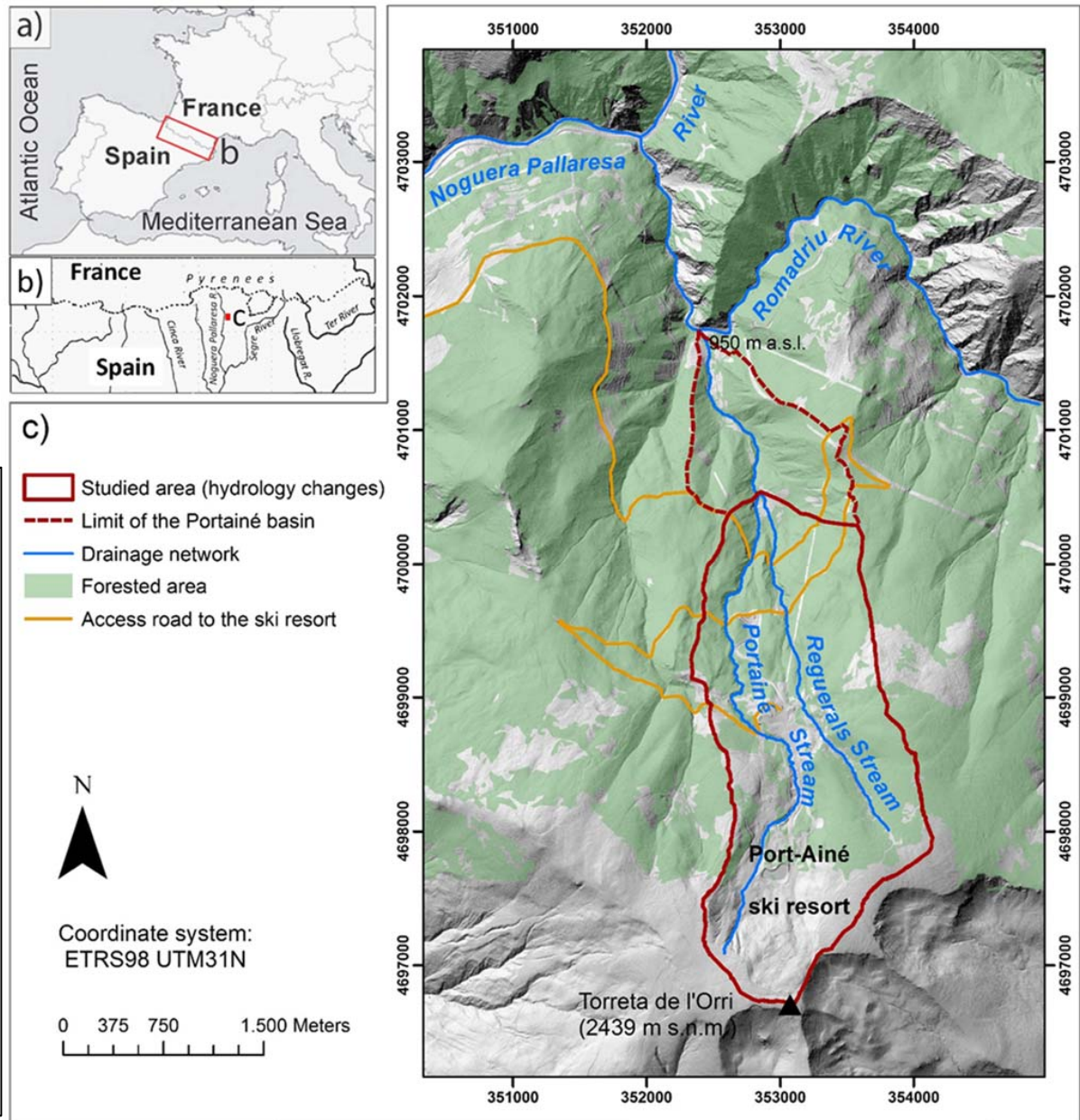




MODELITZACIÓ HIDROLÒGICA: Software HEC-HMS

Álvaro De las Heras. 2016.
Modificación de la respuesta hidrológica en avenidas torrenciales ante los cambios de usos del suelo en una cuenca de montaña (Portainé, Pirineo leridano).

Trabajo de Fin de Máster del Agua en el medio natural; usos y gestión. UPM, ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. 49 pp. i 3 annexes.



METHODS

DATA SOURCES

DTM LiDAR 2x2 m
DTM 5x5m
Topographic map 1:5000

Orthophoto 2015 PNOA
Historical aerial photos 1956 - 1996
SIOSE 2011

Geological map 1:50000 (ICGC)
Land Use maps (UB)

Database and software MAXPLUWIN (Ministerio de Fomento, 1999)
Database and software MAXIN (Salas, L. and Carrero, L., 2006)

ANALYSIS METHODS

EL TERRENY

Subbasin delimitation HEC_GeoHMS
Multitemporal subbasin's models (2 models: Present and 1996/1956)
Muskingum propagation parameters
Morphometric parameters
Control specifications

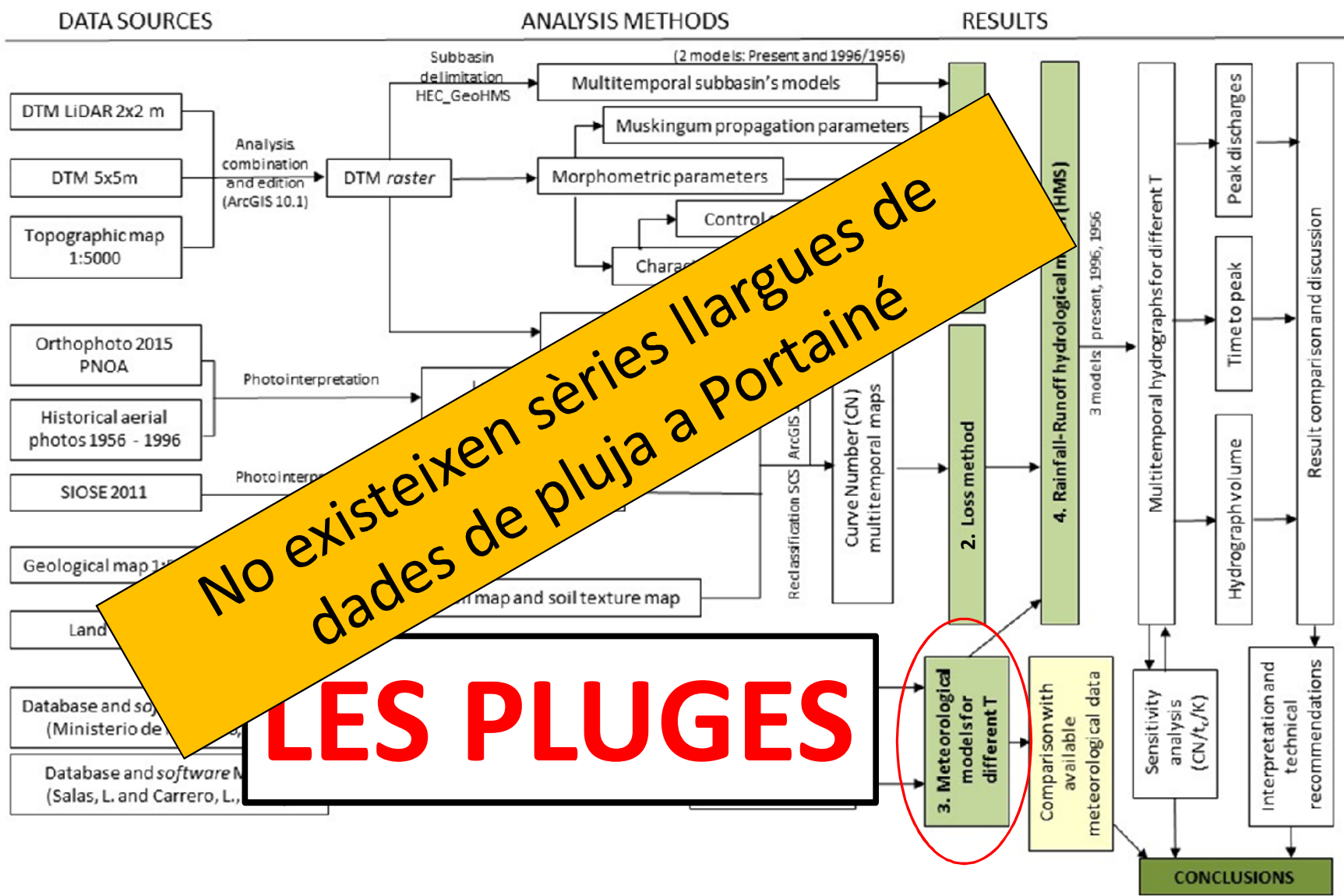
Photo interpretation
Present land use map
Soil map and soil texture map
Redassification SCS ArcGIS
Curve Number (multitemporal)

Rainfall quantiles for different T
Rainfall hyetographs T
3. Meteorological models for different T

RESULTS

1. basin model
2. Loss method
4. Rainfall-Runoff hydrological model (HMS)
3 models present, 1996, 1956
Multitemporal hydrographs for different T
Peak discharges
Time to peak
Hydrograph volume
Result comparison and discussion
Sensitivity analysis (CN/t_c/K)
Interpretation and technical recommendations
CONCLUSIONS

METHODS



The impact of land-use changes on palaeoflood and recent floods magnitude and frequency: Portainé (Eastern Pyrenees, Iberian Peninsula)

¹Furdada, Glòria; ²de las Heras, Álvaro; ³Díez-Herrero, Andrés; ³Martins, Luciano; ²Fernández-Yuste, José Anastasio; ¹Victoriano, Ane.



¹ RISK-NAT Research Group; Geomodels Institute; Dpt. Dinàmica de la Terra i de l'Oceà; Universitat de Barcelona.
² ECOGESFOR Research Group; ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural; Universidad Politécnica de Madrid.
³ Geological Hazards Division, Geological Survey of Spain (Instituto Geológico y Minero de España)



Synthetic hyetographs for specific return periods were generated (software MAXIN 2.0) (fig. 8).

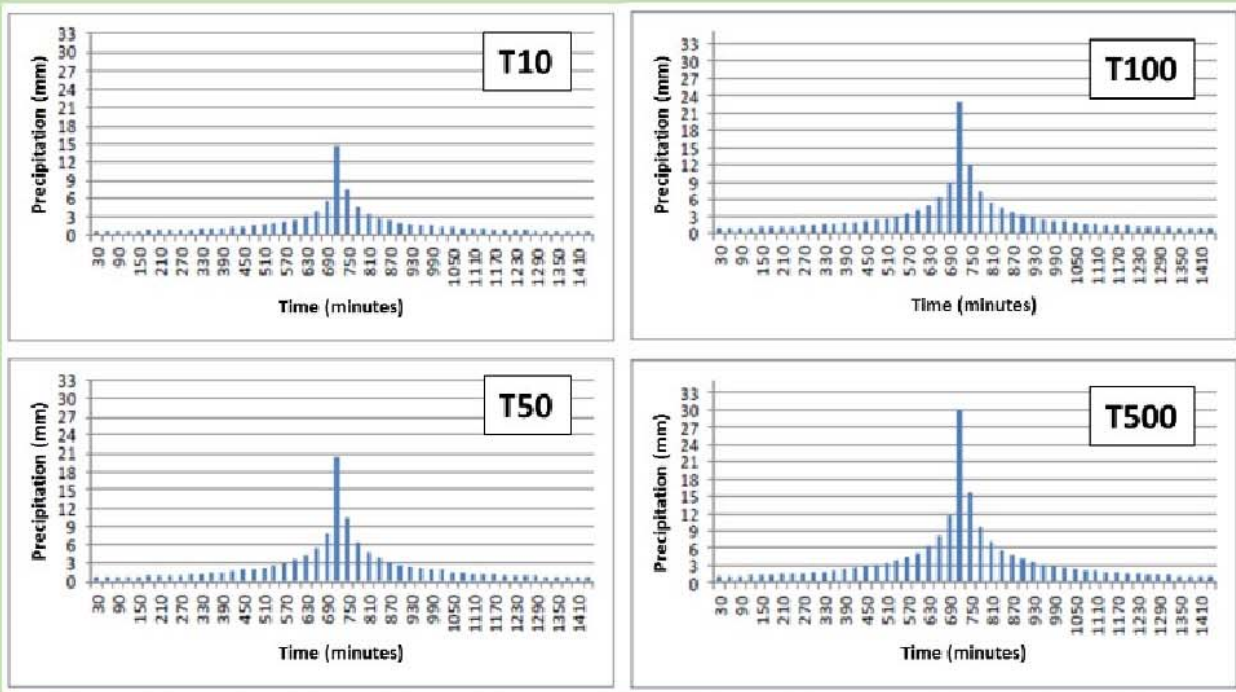
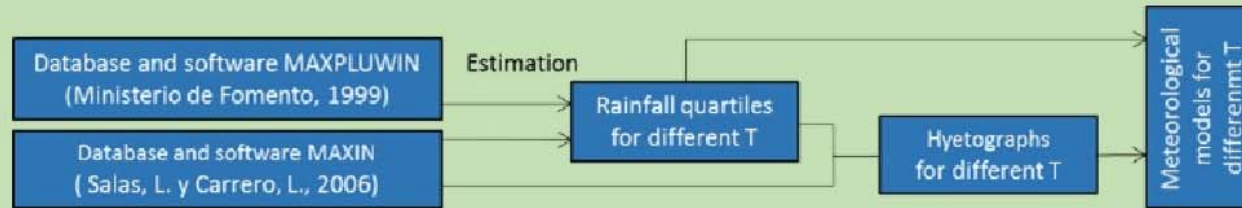
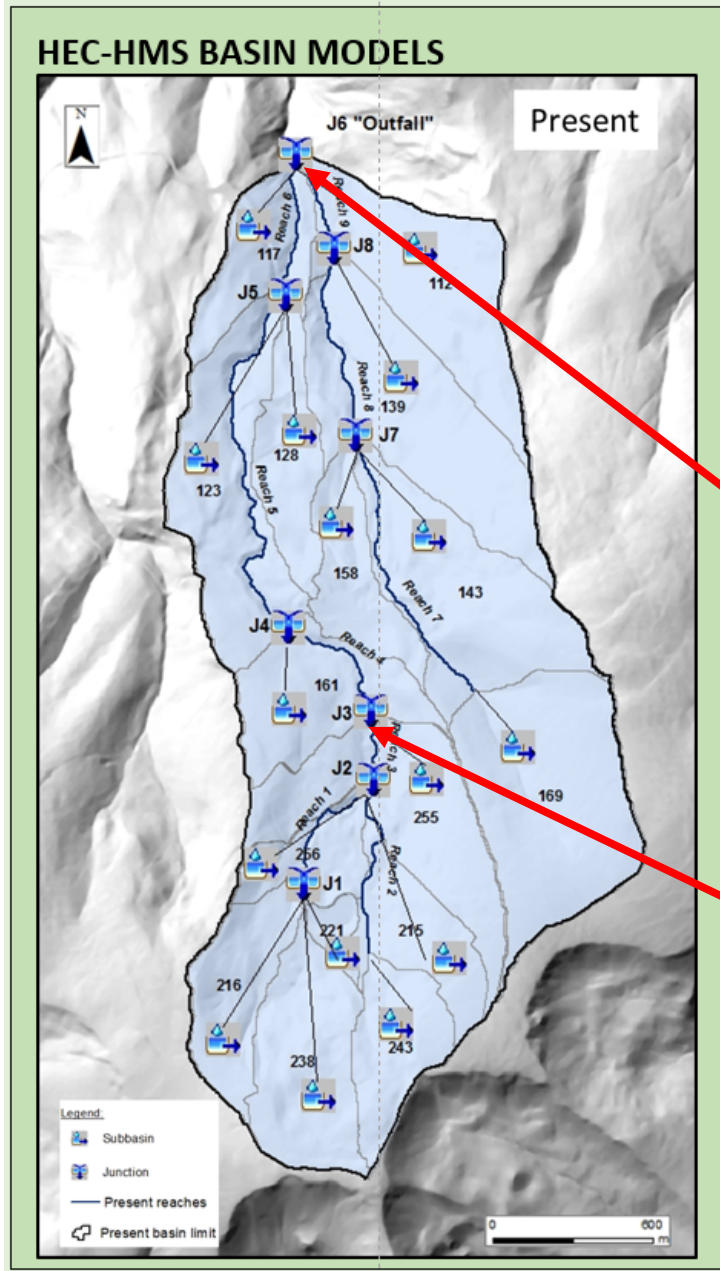


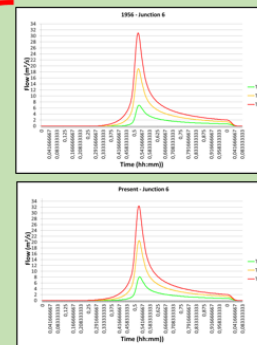
Figure 8: Synthetic hyetographs for return periods of 10, 50, 100 and 500 years

In order to obtain the rainfall return periods regionalization, it was used the SQRT-ET_{máx} extreme-distribution function, due to the lack of rainfall series in the studied basins (Salas and Fernández, 2006).

RESULTATS DEL MODEL HIDROLÒGIC

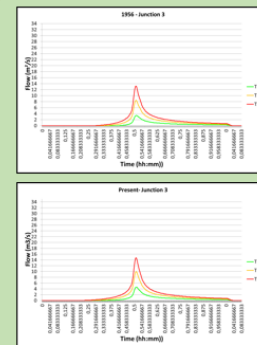


DISCHARGE RESULTS



Junction 6 - "OUTFALL"						
T	Situation	Hydrograph model	Peak Flow (m ³ /s)	Peak Time (hh:mm)	Vol Hydrograph (mm)	% Change of Peak Flow
10	Present	Central	8,1	12:40	24,06	15
	1996		7,8	12:39	23,03	
	1956		6,9	12:39	21,17	
100	Present	Central	20,5	12:38	57,45	7
	1996		20,3	12:33	55,98	
	1956		19,1	12:33	53,3	
500	Present	Central	32,4	12:34	90,1	4
	1996		32,3	12:33	88,36	
	1956		31	12:33	85,2	

Figure 11: Discharge increase at Junction 6, shown with hydrographs and parameters table.

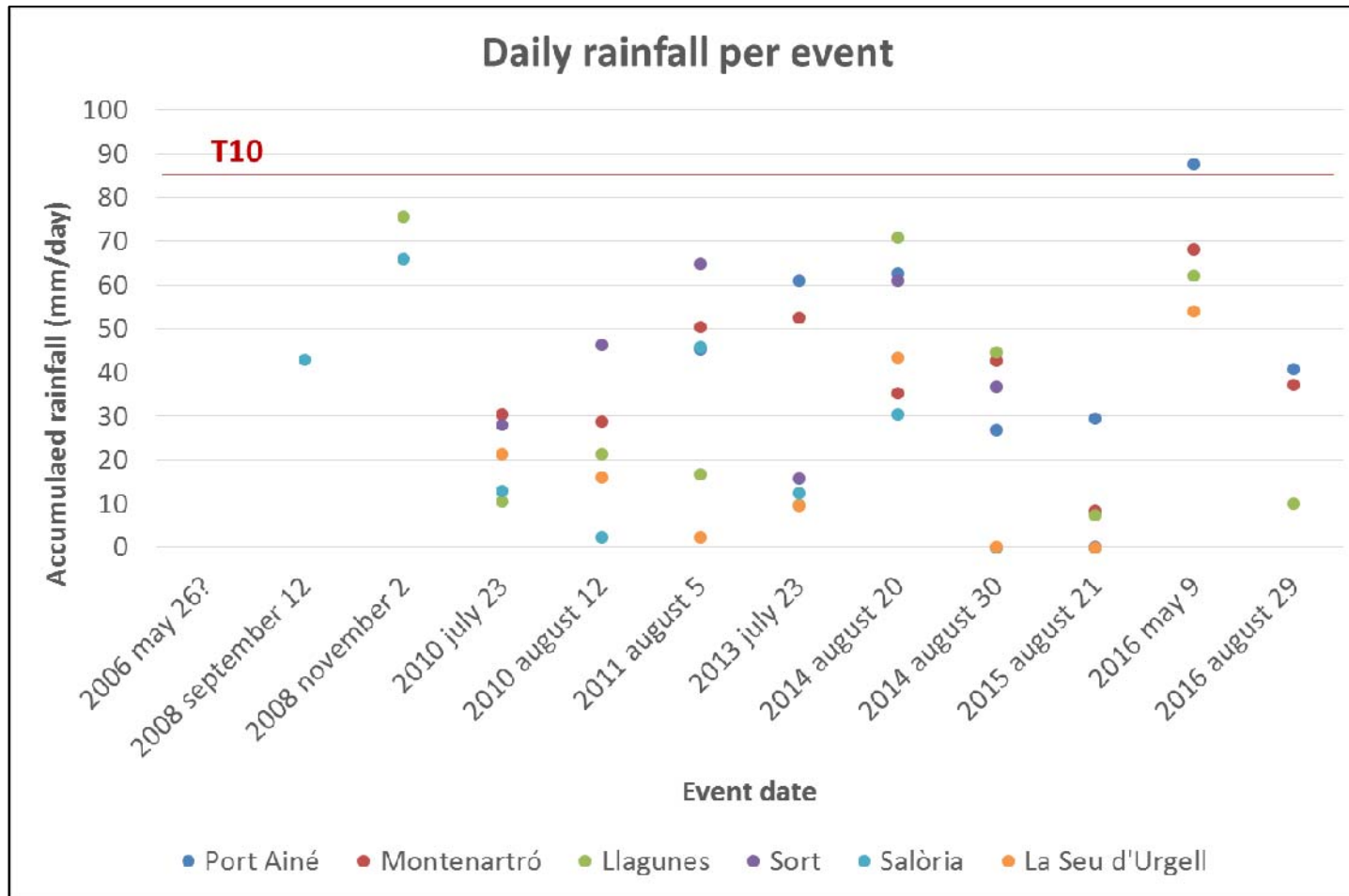


Junction 3 - "Significant land use changes"						
T	Situation	Hydrograph model	Peak Flow (m ³ /s)	Peak Time (hh:mm)	Vol Hydrograph (mm)	% Change of Peak Flow
10	Present	Central	4,6	12:18	37,27	26
	1996		4,44	12:15	34,55	
	1956		3,4	12:18	28,16	
100	Present	Central	10	12:16	78,08	15
	1996		9,9	12:15	74,27	
	1956		8,5	12:15	64,86	
500	Present	Central	14,7	12:16	115,47	10
	1996		14,8	12:15	111,03	
	1956		13,2	12:15	99,8	

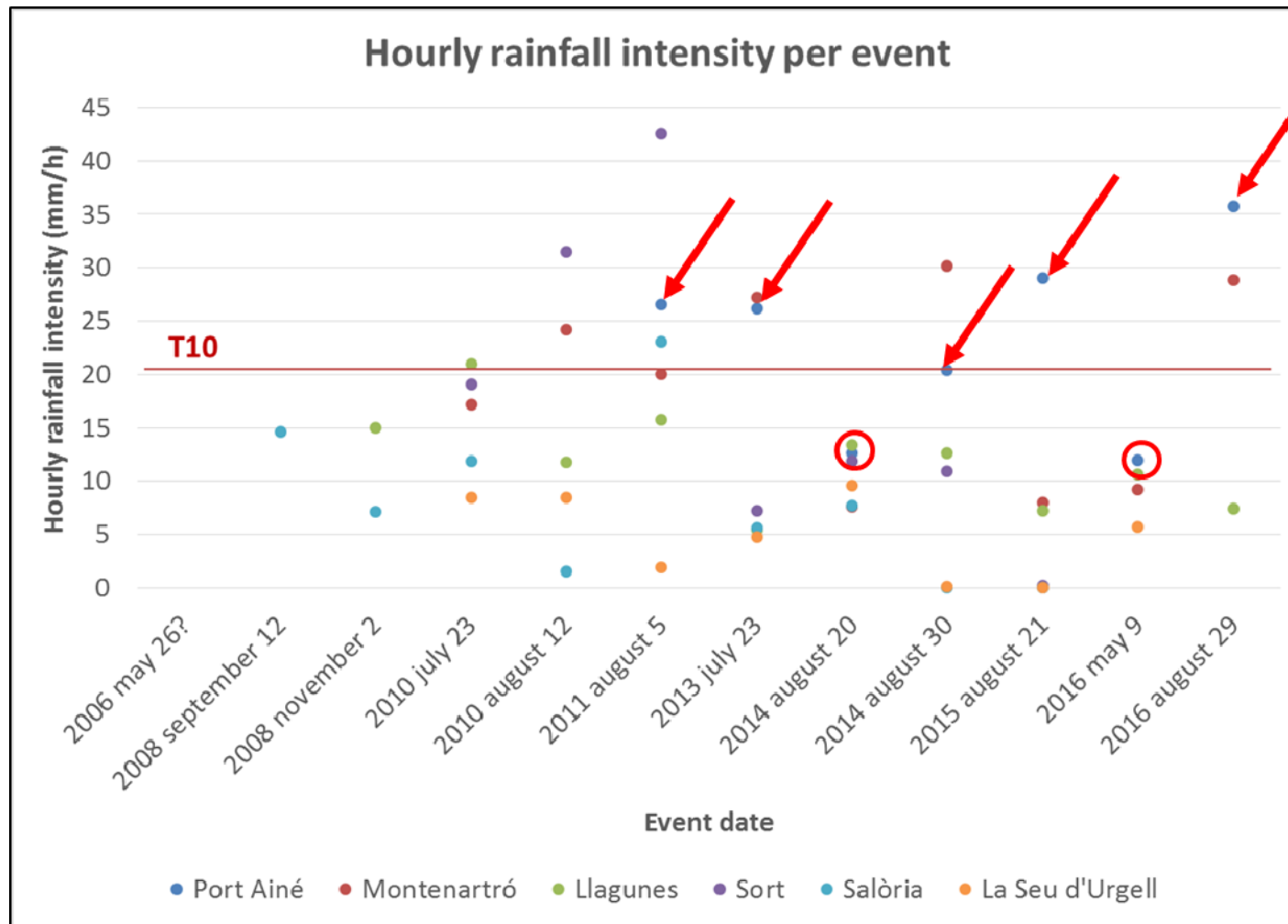
Figure 12: Discharge increase at Junction 3, shown with hydrographs and parameters table.

Comparació amb dades de pluja reals

Pluges enregistrades vs. pluges sintètiques (1):
dades de Portainé des de 2011



Pluges enregistrades vs. pluges sintètiques (2)



CONCLUSIONS:

Els canvis d'usos de sòl des de 1956 a la capçalera de Portainé han canviat la seva resposta hidrològica

Els resultats obtinguts amb la modelització a partir dels hietogrames sintètics mostra que, des de 1956 fins a l'actualitat els cabals han augmentat un 26% a l'alçada de l'hotel (J3) i un 15% a la confluència de Portainé amb Reguerals (J6), per a un període de retorn de les pluges de 10 anys (T10)

Els valors de les pluges sintètiques s'han comparat amb els valors de pluja reals que es corresponen amb torrentades:

Els increments de cabals esperats per a T10 (26% a J3 i 15% a J6) poden, en realitat, produir-se anualment, tot accentuant i agravant l'ocurrència de torrentades (fluxos d'arrossegalls i hiperconcentrats).

A més, tot el considerat fins ara no té en compte l'increment que es produeix per efecte dels canals d'evacuació d'aigua de fusió de la neu durant les pluges.

La integració de metodologies dendrocronològiques, geomorfològiques i de modelització hidràulica donen molt bons resultats per a l'estudi i coneixement dels processos torrencials

La utilització de dades LiDAR per a la caracterització dels canvis morfològics (erosió i sedimentació) en torrents d'àrees remotes és molt prometedora.

L'Equip del projecte CHARMA



Glòria Furdada Bellavista. UB



Marta Guinau Sellés. UB



Ane Victoriano Lamariano. UB

Giorgi Khazaradze. UB

Jaume Calvet Porta. UB



Andrés Díez Herrero. IGME



Mar Génova Fuster. UPM

Referències

Furdada G, Génova M, Guinau M, Victoriano A, Khazaradze G, Díez-Herrero A, Calvet J (2016). Las avenidas torrenciales de los barrancos de Portainé, Reguerals y Ramiosa (Pirineo Central): evolución de las cuencas y dinámica torrencial. In: Durán, Montes, Robador, Salazar (Eds.) Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro. XIV Reunión Nacional de Geomorfología. Málaga, junio 2016, pp 315-322.

Furdada G, de las Heras A, Díez-Herrero A, Martins L, Fernández-Yuste JA, Victoriano A (2017). The impact of land-use changes on palaeoflood and recent floods magnitude and frequency: Portainé (Eastern Pyrenees, Iberian Peninsula). In: PAGES 5th Open Science Meeting, Global Challenges for our Common Future: a paleoscience perspective. Zaragoza, May 2017. Poster.

Furdada G, Génova M, Victoriano A, Díez-Herrero A, Guinau M (2017). Flood Dendrogeomorphological Evidence: the best palaeoflood record of a small mountain catchment. Book of Abstracts. EuroDendro Conference 2017, 6–10 September, 2017, Tartu, Estonia. p. 82. Poster.

García-Oteyza J, Génova M, Calvet J, Furdada G, Guinau M, Díez-Herrero A (2015). Datación de avenidas torrenciales y flujos de derrubios mediante metodologías dendrogeomorfológicas (barranco de Portainé, Lleida, España). Ecosistemas 24(2): 43-50. ISSN 1697-2473. Monográfico: Dendroecología: la aplicación del análisis de los anillos de crecimiento a interrogantes ecológicos (mayo-agosto 2015). DOI:10.7818/ECOS.2015.24-2.07.

Génova M, García-Oteyza J, Calvet J, Furdada G, Guinau M, Díez-Herrero A (2015). Flash floods and debris flows in Portainé stream (Lleida, Spain) dated through dendrogeomorphological methodologies. In: TRACE Tree-Rings in Archaeology, Climatology and Ecology. Sevilla, May 2015. Poster.

Génova M, Díez-Herrero A, Furdada G, Guinau M, Victoriano, A. (2017) Implementing new dendrogeomorphological evidence in Flood Frequency Analysis. In: Book of Abstracts. EuroDendro Conference 2017, 6–10 September, 2017, Tartu, Estonia. p. 83. Poster

Ortuño M, Guinau M, Calvet J, Furdada G, Bordonau J, Ruiz A, Camafort M (2017). Potential of airborne LiDAR data analysis to detect subtle landforms of slope failure: Portainé, Central Pyrenees. Geomorphology 295 (2017) 364–382.

Palau RM, Hürlimann M, Pinyol J, Moya J, Victoriano A, Génova M, Puig-Polo C (2017). Recent debris flows in the Portainé catchment (Eastern Pyrenees, Spain): analysis of monitoring and field data focussing on the 2015 event. *Landslides* (2017) 14:1161–1170. DOI 10.1007/s10346-017-0832-9.

Pinyol J, Hürlimann M, Furdada G, Moysset M, Palau RM, Victoriano A, González M, Moya J, Guinau M, Raïmat C, Fañanás C (2017). El barranco de Portainé (Pirineo Central): un laboratorio in situ completo para el estudio de la actividad torrencial. In: Alonso, Corominas, Hürlimann (Eds.) IX Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Santander, junio 2017. CIMNE, pp 1165-1176.

Victoriano A, Guinau M., Furdada G, Calvet, J., Cabré, M. y Moysset, M. (2016) Aplicación de datos LiDAR en el estudio de la dinámica torrencial y evolución de los barrancos de Portainé y Reguerals (Pirineos Centrales). . In: Durán, Montes, Robador, Salazar (Eds.) Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro. XIV Reunión Nacional de Geomorfología. Málaga, junio 2016, pp 447-455.

Victoriano A, Díez-Herrero A, Génova M, Guinau M, Furdada G, Khazaradze G, Calvet J (2017). Multidisciplinary palaeoflood reconstruction using dendrogeomorphology and hydraulic modelling in Portainé (Eastern Pyrenees, Iberian Peninsula). In: PAGES 5th Open Science Meeting, Global Challenges for our Common Future: a paleoscience perspective. Zaragoza, May 2017. Poster.

Victoriano A, Guinau M, Furdada G, Calvet J, Cabré M, Moysset M (2017). Aplicación de datos LiDAR en el estudio de la dinámica torrencial y evolución de los barrancos de Portainé y Reguerals (Pirineos Centrales). In: Durán, Montes, Robador, Salazar (Eds.) Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro. XIV Reunión Nacional de Geomorfología. Málaga, junio 2016, pp 447-455.

Victoriano A, Díez-Herrero A, Génova M, Guinau M, Furdada G. (2017) A new case study of the application of dendrogeomorphology to hydraulic modelling: using tree scars for palaeoflood magnitude reconstruction. Book of Abstracts. EuroDendro Conference 2017, 6–10 September, 2017, Tartu, Estonia. p. 84. Poster

Victoriano A, Díez-Herrero A, Génova M, Guinau M, Furdada G, Khazaradze G, Calvet J (2017). Four-topic correlation between flood dendrogeomorphological evidence and hydraulic parameters (the Portainé stream, Iberian Peninsula). *Catena*, in press.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.11.009>

MOLTES GRÀCIES

