

# Riscos naturals associats a l'aigua

*Pere Esteban i Veà*



En aquest article hem volgut fer un breu recorregut pels diferents riscos naturals que ocorren a Andorra i en els quals, en menor o major mesura, participa l'aigua. En total parlem de nou riscos naturals, alguns de caràcter més meteorològic o climàtic, i d'altres més propers als processos geomorfològics o hidrològics. La seva ocurrència a Andorra queda justificada a partir de l'esment d'episodis concrets i de la seva aparició a la premsa, segons hem pogut determinar a partir de la base de dades de diaris desenvolupada des del Cenma (Gallego, 2004) i en constant actualització.

## **Definició de risc natural**

El risc natural està definit com la mesura de probabilitat i severitat d'un efecte advers en la salut, la propietat o el medi ambient, fruit d'un fenomen de la natura. El risc sovint s'avalua com el producte de la probabilitat d'ocurrència per les conseqüències (les conseqüències depenen de la vulnerabilitat dels elements exposats al risc i el seu nombre) del fenomen natural.

**RISC RISC = PROBABILITAT D'OCURRÈNCIA x CONSEQÜÈNCIES**

En definitiva, quan parlem de riscos hem de considerar la interacció d'un component físic associat a un procés natural amb un component antròpic en alguns casos de tipus estrictament material i econòmic (destrucció de cases, infraestructures...) i en altres que afecta de forma directa (ferits, morts, desplaçats...) les persones.

## **Risc 1. Les precipitacions intenses**

El fenomen físic associat a aquest risc es caracteritza per l'acumulació d'un total de precipitació més alt del normal per a un període de temps determinat (figura 1). Aquesta precipitació pot ser en forma líquida (pluges intenses) o sòlida (nevades intenses). En el cas de fortes pluges, la dificultat d'absorció que té el sòl (infiltració) afavoreix l'escorrentia superficial, fet que en determinades situacions afavoreix la crescuda sobtada de torrents i rieres. Per a les nevades, parlem

d'acumulacions de gruixos superiors al normal en un temps determinat; es considera habitualment com a llindar genèric de referència els 30 cm en 24 hores.

Casos recents d'interès produïts a Andorra són el de les pluges intenses del 02/07/2010 (notícia 1) o les nevades de l'11/02/2009 (fotografies 1 i 2).



Notícia 1. Relat al "Diari d'Andorra" de l'episodi del torrent de Montaup, del 10/07/2010.

## Risc 2. Tempestes / calamarsades

Quan un núvol de tempesta es presenta actiu pel que fa a moviments verticals (sovint es parla d'instabilitat atmosfèrica, foto 3) pot produir corrents d'aire molt forts en el seu interior, precipitació intensa, i facilitar la formació de grans de gel. Aquests poden assolir dimensions de fins a centímetres de diàmetre i que cauen a molta velocitat; parlem de calamarsa o de pedra (>10 mm de diàmetre). Evidentment, la caiguda lliure d'objectes sòlids pot afectar de forma molt evident la vegetació (foto 4), i segons sigui la seva mida, objectes (cotxes, tendals...) o ferir persones. Diversos són els episodis ocorreguts a Andorra (notícia 2), que han causat destrosses normalment a les plantacions de tabac a punt de ser recollides a final d'agost.

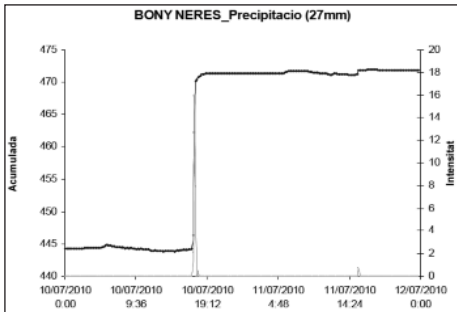


Figura 1. Gràfic de la precipitació acumulada al pluviòmetre totalitzador de l'estació nivometeorològica del Bony de les Neres (2.100 m) durant l'episodi de precipitacions intenses del 10 de juliol de 2010 i que va generar diverses afectacions a Canillo. La punta de precipitació correspon a la part vertical del gràfic i denota l'alta intensitat de l'episodi.



Fotografies 1 i 2. Imatges de la intensa nevada de l'11 de febrer de 2009 a Sant Julià de Lòria que va col·lapsar el país (fotografies de Natàlia Gallego i Laura Traperó - Cenma).



Fotografies 3 i 4. El cumulonimbus (esquerra, autor: Pere Esteban) és un núvol que pot generar la formació de calamarsa o pedra. L'afectació sobre el tabac que pot tenir aquest meteor queda evidenciada en la fotografia de la dreta, apareguda al "Diari d'Andorra" (12/08/2011).



Notícia 2. Capçalera de la informació apareguda el 12 d'agost de 2011 al "Diari d'Andorra" relativa a les afectacions en el cultiu del tabac que va tenir la tempesta del 5 d'agost del mateix any.

### Risc 3. Sequera (pluviomètrica)

La sequera es defineix com un període de temps durant el qual es produeixen de forma prolongada precipitacions inferiors a les corresponents a la mitjana climàtica d'un sector. Això pot generar disminució dels recursos hídrics i afectar la població, amb dificultats com l'abastiment d'aigua o el normal funcionament de les activitats agrícoles, així com dificultats en el desenvolupament normal de la vegetació a causa de la manca d'aigua al sòl. A Andorra, per les seves característiques climàtiques, són poc freqüents els períodes de sequera, i menys encara els episodis prolongats que puguin requerir mesures extraordinàries. Així, destaca els darrers anys la sequera pluviomètrica de l'any 1997 (notícia 3 i figura 2).



Notícia 3. Informació apareguda a "El Periòdic d'Andorra" el 16 d'abril de 1997 en relació amb el dèficit pluviomètric acumulat al Principat a l'inici de 2007 i com això afectava el perill d'incendi i la gestió del recurs energètic.

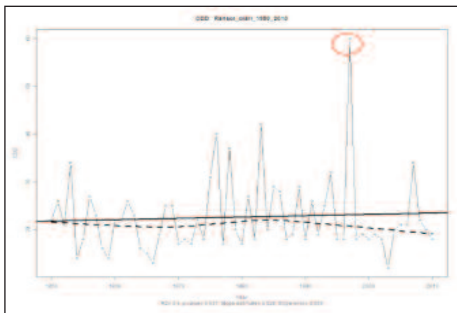


Figura 2. Gràfic de tendència generat pel Cenma (Esteban et al. 2011) sobre l'evolució entre el 1950 i el 2010, a l'estació meteorològica de Ransol, de la llargada de les seqüències de dies sense precipitació. Aquest índex internacional, anomenat CDD (Consecutive Dry Days - ETCCDMI / Peterson, 2005) s'obté lleugerament creixent però no estadísticament significatiu en aquest cas. Destaca (encerclat en vermell) l'any 1997.

### Risc 4. Canvi climàtic

Aquest concepte fa referència a la modificació del clima respecte a l'històric climàtic a una escala global i regional, canvis que es produeixen a diverses escales de temps i sobre tots els paràmetres climàtics (temperatura, precipitació, núvolositat...). Aquestes modificacions poden tenir l'origen en causes naturals (parlem de variabilitat natural del clima) o per causa humana (canvi climàtic antropogènic). En aquest sentit, i segons el Panell Intergovernamental pel Canvi Climàtic (IPCC, 2007), la modificació del clima al llarg del darrer centenar d'anys per influència de l'activitat de l'home (principalment l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera), ha afectat de forma inequívoca el clima terrestre, fet que es pot traslladar a escala local i afectar la variabilitat de variables climàtiques com la temperatura (figura 3) i la precipitació (figura 4), tant pel que fa al seu comportament normal (mitjà) com als seus extrems (i és aquí principalment on pot haver-hi modificacions en el comportament dels riscos naturals).

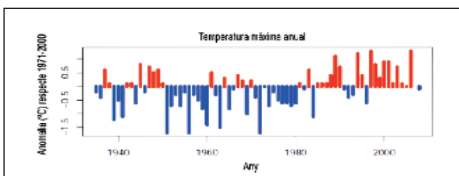
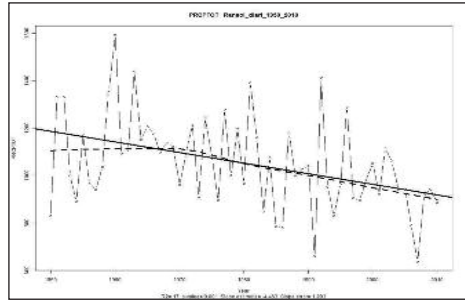


Figura 3. Gràfic d'evolució de l'anomalia de la temperatura màxima anual a Andorra des del 1934 i fins al 2008. S'observa clarament l'alt grau de variabilitat del clima del Principat, alhora que també es detecta el període càlid que han representat especialment les darreres dues dècades (Font: Esteban et al. 2010).

Figura 4. Gràfic de tendència generat pel Cenma (Esteban et al. 2011) sobre l'evolució entre el 1950 i el 2010, a l'estació meteorològica de Ransol, de la precipitació anual acumulada els dies plujosos. Aquest índex internacional, anomenat PRCPTOT (Annual Total Wet-days Precipitation – ETCCDMI / Peterson, 2005) s'obté decreixent i estadísticament significatiu per a aquest cas.



### Risc 5. Allaus de neu

Una allau de neu és una part del mantell nival que es desprèn i es desplaça vessant avall per efecte de la gravetat. Quan aquesta massa de neu en moviment interacciona amb béns materials (edificis, carreteres...) o persones (muntanyencs...) pot tenir un efecte devastador, com va ocórrer a Andorra el 8 de febrer de 1996 a Arinsal (foto 5).

A grans trets, hi ha tres tipus bàsics d'allaus: de neu recent (que es donen durant o poc després de nevades intenses), de placa (despreniment d'un sector extens d'un vessant, fruit de les característiques del mantell a causa, principalment, de l'efecte del vent) o de fusió (pèrdua de cohesió del mantell per humidificació per la pluja, altes temperatures o per efecte de la radiació d'ona llarga principalment, notícia 4).



Fotografia 5. Conseqüències de l'allau de grans dimensions que el febrer del 1996 va afectar el sector d'Arinsal (Cenma).

### Risc 6. Inundacions

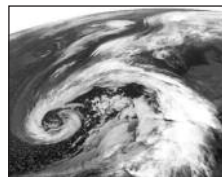
Una inundació és el desbordament d'un riu en sortir del llit menor a causa d'una forta crescuda, d'un augment de la massa d'aigua o d'una variació de la cabuda de la llera.

En definitiva, parlem d'inundacions quan un riu, com la Valira a Andorra, surt de mare i afecta més enllà del seu recorregut habitual. Una inundació respon a un comportament més regional que la torrentada, és a dir, que les precipitacions associades a una torrentada corresponen a nuclis molt localitzats de precipitació intensa, mentre que per a les inundacions normalment parlem de precipitacions abundants en un sector extens del territori (Pirineu Oriental, Cen-



Notícia 4. L'any 2003, tal com mostra aquesta notícia apareguda a "El Periòdic d'Andorra" el 4 de març de 2003, mostra com també ocorren episodis d'allaus rellevants associats a la humidificació del mantell nival per pluja a cotes altes.

Fotografies 6 i 7. Les inundacions del 1982 a Andorra van estar associades a una profunda depressió situada a l'oest de la península Ibèrica i que va provocar una marcada advecció de component sud sobre els Pirineus. A l'esquerra observem la imatge del satèl·lit Meteosat associada a aquesta situació meteorològica i on es veu ben clara l'espiral de núvols associada a la depressió (Font: Eumetsat). A la dreta tenim un exemple de les moltes fotografies existents de l'episodi d'inundacions, en aquest cas a l'avinguda Meritxell (Font: Arxiu Nacional d'Andorra).



tral...) fruit del pas de depressions o sistemes frontals actius (foto 6). Les inundacions en alguns casos també poden estar associades a la fusió ràpida del mantell de neu per la persistència de temperatures altes. L'episodi més conegut i recordat per al cas d'Andorra és el del 7 de novembre de 1982 (notícia 5, foto 7), tot i que anteriorment podem esmentar dates com el 1772 o el 1937.



Notícia 5. Informació apareguda l'endemà de la catàstrofe al diari "Poble Andorrà" on s'evidenciava la dimensió de les inundacions ocorregudes.

de dimensions inferiors, tenen una ocurrència més puntual i poden tenir una afectació més inesperada sobre el territori (notícia 6).

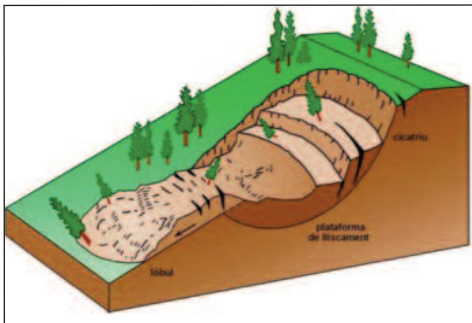


Figura 5. Esquema sobre el funcionament d'una esllavissada.

### Risc 7. Esllavissades

Una esllavissada és el trencament d'una part del terreny que es desplaça vessant avall per la influència de la gravetat (figura 5). Aquestes esllavissades del terreny es poden reactivar durant aiguats importants, períodes de pluja continuada i si es canvia l'estat d'equilibri del terreny per actuacions antròpiques (implementació d'infraestructures, excavacions, etc.). En sectors d'orografia complexa i precipitacions relativament freqüents com és el cas dels Pirineus aquest fenomen no és pas estrany, i en aquest sentit són conegudes moltes esllavissades al llarg del territori andorrà. Algunes, existents des de fa centenars d'anys, es reactiven intermitentment (com és l'esllavissada de Cal Borró a Canillo), mentre que d'altres, normalment



Notícia 6. Informació apareguda al "Diari d'Andorra" el 25 de juliol de 1992 sobre l'afectació d'una carretera fruit d'unes esllavissades.

## Risc 8. Corrents arrossegalls / torrentades

Un corrent d'arrossegalls és una massa de fang saturada d'aigua que s'escola a través d'un vessant i que se sol canalitzar a través dels torrents. Aquesta massa de fang pot contenir blocs rocósos que fan augmentar significativament la seva capacitat destructiva. La seva activitat normalment va relacionada amb episodis de precipitacions intenses, i segons quines siguin les característiques geològiques i geomorfològiques de la zona afectada per les precipitacions, així com l'estat general de la conca (canalització, brutícia, tipus i estat de la cobertura vegetal a la capçalera, tipologia del terreny...), el flux que finalment davalla pot anar més o menys carregat de matèria sòlida i presentar una més gran capacitat destructiva. Un cas recent força rellevant a Andorra és l'episodi de l'1 d'agost de 2008 a la duana hispanoandorrana (riu Runer, notícia 7, foto 8), i un altre, menys conegut, el del febrer de 2004 a la font del Dallaire a Encamp (foto 9).

53,8 LITRES PER M<sup>2</sup>  
**El dia  
després  
del diluvi**

Notícia 7. Títular aparegut a "El Periòdic d'Andorra" l'endemà de l'episodi del riu Runer de l'1 d'agost del 2008 i que va afectar notablement la infraestructura duanera andorrana i espanyola.



Fotografies 8 i 9. Imatge (esquerra) de les conseqüències del corrent d'arrossegalls que va afectar la duana andorrana el primer dia d'agost del 2008. La força del flux va transportar arbres i blocs de roca de grans dimensions. A la dreta, instantània de l'episodi del 2004 a Encamp.

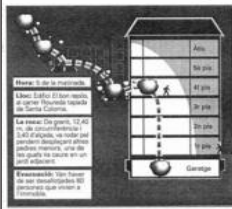
## Risc 9. Despreniments

Un despreniment és una massa rocósos que es despenja d'un vessant rocós gairebé vertical. La massa rocósos cau lliurement i es pot fragmentar en blocs rocósos més petits. Al llarg del temps, aquests blocs despresos s'acumulen en forma d'esbaldregalls al peu del vessant rocós i formen les tarteres, tan característiques del paisatge de muntanya com el d'Andorra. El seu desencadenament pot tenir un origen divers, i factors meteorològics com la precipitació o el gel/desgel poden ser determinants en la seva ocurrència. Al Principat han estat diversos els episodis ocorreguts, com els del 21/01/1997 o el 28/04/2008, al solà d'Andorra la Vella i que van afectar habitatges de la zona (notícia 8, foto 9 i foto 10).



Fotografies 9 i 10. Afectacions sobre edificis de la caiguda de blocs ocorregudes a Andorra el 21 d'abril del 2008 (esquerra) i el 21 de gener del 1997 (dreta).

# La caiguda d'una roca causa un ferit molt greu a Santa Coloma



**ESLLAVISSADA** Un roc enorme va foradar quatre dels cinc pisos de l'edifici on viu la ministra Sala

**ALLAUS** Evacuació preventiva de tres-centes persones a Arinsal i dues allaus provocades a Soldeu

Les adverses condicions meteorològiques, amb canvis de temperatura, van causar altre diversos accidents naturals. La caiguda d'una roca sobre l'edifici de Santa Coloma en viu la ministra Carles Sala va causar tres ferits, un de molt greu, i va foradar quatre pisos de l'immoble. Una altra collorissada, de menor importància, es produí a Escaldes. Dues allaus van ser provocades a Soldeu i tres-centes persones van ser evacuades del Solà d'Arinsal. **PAQUETA 2 a 10 FEBRER 1997**

Notícia 8. Informació apareguda al "Diari d'Andorra" en què s'explica com el bloc que va caure el 21 de gener de 1997 al sector del Solà d'Andorra la Vella va afectar diferents pisos d'un edifici.

## Consideracions finals

Hem vist, amb els exemples exposats, que quan parlem de riscos incloem tant el vessant físic associat al fenomen natural com el vessant humà associat a l'impacte produït. Per al cas d'Andorra, doncs, són diversos els riscos naturals associats amb l'aigua que cal tenir presents, i que poden ser de caràcter meteorològic, climàtic, geomorfològic i hidrològic. En aquest treball n'hem fet una breu descripció acompanyada amb exemples reals

Des del Cenma estem desenvolupant un recull històric dels esdeveniments ocorreguts a Andorra. Aquesta base de dades ha comportat un buidatge de les notícies de premsa, arxius històrics, fulls de serveis per part dels bombers d'Andorra, entre d'altres. Aquesta base de dades, en desenvolupament, ens mostra que a Andorra han esdevingut diversos tipus de fenòmens associats a l'aigua que han causat danys. Gràcies a eines com aquesta podrem avançar per a un millor coneixement dels fenòmens naturals que ens poden generar un risc. La informació resultant pot ser una eina útil per a les diferents entitats encarregades de la gestió del risc.

**Pere Esteban i Vea,**

geògraf, cap de la Unitat de Física del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra (CENMA-IEA), i membre del Grup de Climatologia (UB)

## Nota:

Aquesta ponència ha estat preparada també per Ramon Copons i Natàlia Gallego, del CENMA-IEA

## Bibliografia

ESTEBAN, P.; PROHOM, M. J.; AGUILAR, E.; MESTRE, O. (2010) "Evolució recent de la temperatura i la precipitació a Andorra (1934-2008): resultats anuals i estacionals." *Revista del Cenma*, 5. Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra, Institut d'Estudis Andorrans.

[http://www.iea.ad/images/stories/Documents/CENMA/Revista\\_CENMA/Revista\\_Cenma5/5-article3.pdf](http://www.iea.ad/images/stories/Documents/CENMA/Revista_CENMA/Revista_Cenma5/5-article3.pdf)

ESTEBAN, P.; PROHOM, M. J.; AGUILAR, E. (2011) *Tendències recents del clima d'Andorra i càlcul d'índexs diaris*. 4s Jornades tècniques de neu i allaus – IGC, SMC, CGA.

GALLEGO, N. (2004) "Cadastrer dels riscos naturals a Andorra. Recull de premsa entre els anys 1933 i 2002." *Horitzó* 5: 16-27. [http://www.iea.ad/index.php?option=com\\_content&view=article&id=322&catid=17&Itemid=163](http://www.iea.ad/index.php?option=com_content&view=article&id=322&catid=17&Itemid=163).

IPCC (2007) *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p.

PETERSON, T. C. (2005) "Climate Change Indices". *WMO Bulletin*, 54 (2): 83-86.