

DRYAS®



Medi Ambient i Riscs Naturals

PROTECCIONS PASSIVES EN EDIFICIS

-ANNEX DE DOCUMENTACIÓ-

Direcció: **Valentí TURU i MICHELS**
Av. Príncep Benlloch 66-72
Edifici Interceus, despatx 408
Telèfon i fax: 321815 - 820323
Email: risc.dryas@igeotest.ad
<http://www.igeotest.ad>

A6 RESPOSTES CONSTRUCTIVES

En aquest capítol presentem un recull de respostes constructives en zones d'allau extreteres del llibre *Construire en montagne. La prise en compte du risques d'avalanche* del **Ministère de l'écologie et du developpement rurale i el Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer (2004)**.

A6.1 Construccions tradicionals

De forma general, les construccions tradicionals, amb murs de 50 cm a 1 m d'amplada, realitzats en pedra amb eventualment una mica de morter, no ofereixen pas una gran resistència a una empenta lateral.

Per adonar-se'n, hom pot considerar una porció de mur d'1 m llargada, de 50 cm d'espessor, 2 m d'alçada que pesi 2 tones el m³: per una raó de pura estàtica (la resistència al basculament), un mur així no podrà mai resistir una empenta horitzontal superior a 5 kN (500 kg), o sia 2,5 kPa (250kg/m²). Augmentant l'espessor, fins a 1 metre, hom podrà obtenir una resistència fins a 20 kN (2 T), o sia 10 kPa (1 T/m²).



Borda a la vall d'Incles amb dispositius arquitectònics específics davant allaus:
 -Edifici llarg i baix, enclavat en el vessant per no donar facilitats a les allaus
 -Piles de pedres en punt rodó com a para allaus.

El raonament presentat és molt senzill: d'una banda no té en compte la millora de la resistència que poden aportar els murs, elements de planxer o de fusteria, però d'altra banda, hom no es preocupa pas massa pels problemes de qualitat de la realització, del lligam de les pedres entre elles o de la cohesió de l'ensamblatge.

D'altra banda, el que sembla prou evident és que les construccions tradicionals, amb espessors inferiors a 1 metre, no poden resistir allaus importants. Això és el que explica, que d'una manera sistemàtica, totes les construccions tradicionals situades en zona d'allau estiguin protegides per dispositius arquitectònics específics. Aquests dispositius, combinats amb molta enginyositat, donen sovint una orientació molt marcada i un caràcter afirmat a les construccions.

A6.2 Construccions en formigó armat

Amb l'invent, i després generalització del formigó armat, el paisatge va canviar. Resistir empentes de 30 kPa ($3T/m^2$) sobre 4-6 m d'alçada, amb una obra amb formigó armat, és un problema bastant senzill:

Si l'obra està simplement estabilitzada al peu, 30 kPa ($3T/m^2$) sobre 4-6 metres d'alçada, això dona una obra equivalent a un mur de sosteniment, amb espessors d'aproximadament 50 cm a la base, 30 a la part de dalt, i una sabata de fonamentació suficient com per contrarestar un esforç horitzontal i el parell de bolcament.

Si l'obra es comporta com una capa entre 2 planxers o dos murs de separació dins l'interior d'un edifici, es deixa dins l'ordre de magnitud dels murs normals en formigó armat, aproximadament 20 cm, amb un ferrellat una mica consistent que l'habitual. Entenent-se que una obra així, com tots els edificis realitzats amb formigó armat, han d'estar lligats a un estudi de dimensionament i a un pla de ferrellat específic.

També es pot senyalar que les solucions amb una estructura en formigó armat i reompliment en totxana o blocs aglomerats seran sens dubte més difícils de justificar: s'hauran de considerar dins la classificació dels que necessiten precaucions particulars. En general, és sovint millor una realització amb una capa monolítica en formigó armat.

El problema dels fonaments i el lligat amb l'estructura haurà de ser tingut en compte dins l'estudi.

Contràriament a la construcció tradicional, on les capacitats de resistència insuficients imposen disposicions arquitectòniques específiques, el ciment armat permet franquejar les obligacions de forma i també d'aspecte del material. Les construccions no estan pas restringides i de moment hom pot trobar-se en zones sotmeses a risc d'allau murs de formigó/formigó, murs de formigó/pedra i murs de formigó/fusta.

A6.3 Construccions en fusta

Contràriament al que hom pensa generalment, les construccions en fusta poden comportar-se bé en zones de risc d'allau, i no hi ha cap raó per prohibir aquests materials en aquestes zones. Per convèncer-se, cal considerar les mampares de fusta que es col.loquen al llarg de les carreteres o vies de tren per protegir de caigudes de pedres: la fusta té una resistència mecànica elevada i una bona capacitat d'absorció dels xocs a causa de la seva flexibilitat.

Per fixar les idees, hom pot senyalar que la fusta i el formigó tenen els límits de resistència similars (de l'ordre de 30 Mpa) i que una paret de formigó i una de fusta realitzades amb el mateix espessor podrien oferir resistències semblants per esforços estàtics, la paret de fusta es comporta millor per esforços dinàmics amb xocs i els impactes.

Entenent el raonament que cal treballar amb espessors consistents i sobretot amb els lligam i els ensamblatges serioros entre els elements: si hom apila fustes sense cap unió i sense ancoratges amb la fonamentació, és evident que en cas d'allau tot saltarà pels aires com un piló de llumins.

Però amb disposicions constructives adequades, hom pot obtenir resistències molt elevades. Per fixar les idees, per una càrrega de 30 kPa ($3T/m^2$) i per una paret que es recolza en refends (refend: mur de càrrega de separació i de sosteniment en un edifici)

- Els troncs de 15 cm de diàmetre necessiten 3,5 m entre refends
- Els troncs de 20 cm de diàmetre necessiten 4,5 m entre refends
- Els troncs rectangulars formant una paret de 10 cm d'espessor necessiten 3 m entre refends
- Amb una paret de 15 cm d'espessor hom obté 4,5 metres entre refends i 6 m per una paret de 20 cm

Si a aquesta càrrega repartida de 30 kPa ($3T/m^2$), hom afegeix una càrrega puntual de 100 kN (10 T) corresponent a un xoc d'un tronc d'arbre:

- Una paret de 15 cm d'espessor necessita 2 metres entre refends
- Una paret de 20 cm d'espessor necessita 3 metres entre refends

Tots aquests elements no són més que ordres de magnitud, cal precisar-los, justificar-los i validar-los per cada estudi en particular en funció de la qualitat de la fusta, les condicions de recolzament, de lligat, etc.

Dins l'apartat de construccions en fusta, cal parlar també dels sostres i de les cobertes. Per aquests elements i pels edificis susceptibles a ser submergits, el risc d'allau s'ha de traduir en dues preocupacions:

- Comptar amb una sobrecàrrega vertical a afegir a la mateixa de la neu
- Comptar els esforços horitzontals i verticals d'arrancament importants.

El primer punt no modifica pas sensiblement la concepció de les feines, però imposa dimensionaments més importants. Com a ordres de magnitud hom pot senyalar que:

-Segons l'Eurocodi 1, la càrrega de neu a tenir en compte és de 2,4 a 2,85 kN/m² (240 a 285 kg/m²) a 1000 m d'alçada segons les zones, de 6,9 a 7,35 kN/m² (690 a 7355 kg/m²) a 2000 m.

-Si hom considera una construcció tapada a causa d'una allau per una massa de neu de 2 m d'alçada amb una densitat de 3 kN/m^3 (300 kg/m^3), la sobrecàrrega suplementària a tenir en compte serà de 6 kN/m^2 (600 kg/m^2), el que no és gens menyspreable.

El segon punt imposa una atenció particular per tot al que concerneix als ancoratges i a les fixacions, amb els esforços que no són en general tinguts en compte per la neu "normal".

Sempre com a títol d'ordre de magnitud, si hom té en compte els paràmetres següents:

- Una pressió dinàmica de referències P_d de 30 kPa (3 T/m^2)
- Un angle d'incidència α de l'allau de 30° sobre el sostre
- Un coeficient de fregament estàtic de μ de $0,30$

hom obté un esforç tangencial de $\mu \times P_d \times \sin^2 \alpha$, de $2,25 \text{ kPa}$ (225 kg/m^2), el que sobre la junta d'un sostre produeix efectes importants, ben superiors als efectes del fregament deguts al vent que hom té en compte habitualment.

A6.4 Construccions en acer

Com en la fusta, no hi ha cap raó per excloure les estructures en acer per les construccions en les zones d'allau. A títol d'il·lustració, hom pot senyalar que la pilona d'un remontador mecànic resisteix sense reforços particulars fins a pressions d'allau de 30 a 40 kPa (3 a 4 T/m^2) i que amb reforços apropiats hom obté resistències de fins a 120 a 150 kPa (12 a 15 T/m^2).

Les construccions metàl·liques són usades per realitzar obres lligades a remontadors mecànics, més aviat per les estructures que per les parets. Però a priori, res no prohibeix de realitzar parets d'acer en una zona d'allau: hom sap perfectament realitzar estructures en paret metàl·lica que resisteixen pressions molt elevades.

A6.5 Problemàtica de les obertures

A6.5.1 Finestres estàndards (batents)

Per abordar el problema, hom pot donar valors de resistència a les obertures estàndards. En efecte, per aquestes obertures, existeix una classificació anomenada AEV, que dóna estanqueïtat a l'aire (A), a l'aigua (E), i al vent (V). En una allau, només la resistència al vent ens interessa, i per aquest criteri es consideren dos criteris:

La conservació de la permeabilitat a l'aire sota una pressió de:

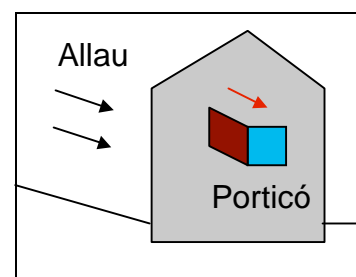
- 0,5 kPa (50 Kg/m²) en classe V1
- 1,0 kPa (100 Kg/m²) en classe V2
- 1,45 kPa (145 Kg/m²) en classe VE, classe Excepcional

La resistència a una pressió brusca davant la qual la finestra no s'ha de trencar, ni obrir-se bruscament, sota una pressió de:

- 0,9 kPa (90 Kg/m²) en classe V1
- 1,7 kPa (170 Kg/m²) en classe V2
- 2,3 kPa (230 Kg/m²) en classe VE, classe Excepcional

Amb aquests valors, hom observa ràpidament que l'ordre de magnitud de resistència de les obertures estàndards, igual que la classe Excepcional, està bastant lluny dels valors de resistència als quals cal que responguin les façanes exposades a un risc d'allau.

Sovint les finestres batents exposades a allaus són també protegides amb porticons. No obstant, aquests és recomanable que es puguin tancar tot sols amb l'empenta de l'allau.



A6.5.2 Vidres fixos

Per esforçar-se en millorar les resistències de les finestres poden considerar-se vidres fixos. Sempre a títol orientatiu d'ordre de magnitud, hom pot donar els elements d'apreciació següents per vitralls d'1 m de llarg:

- Per resistir una pressió de 5 kPa (500 Kg/m²), cal un espessor de 10 a 15 mm
- Per resistir una pressió de 10 Kpa (1 T/m²), cal un espessor de 15 a 25 mm
- Per resistir una pressió de 30 kPa (3 T/m²), cal un espessor de 25 a 40 mm

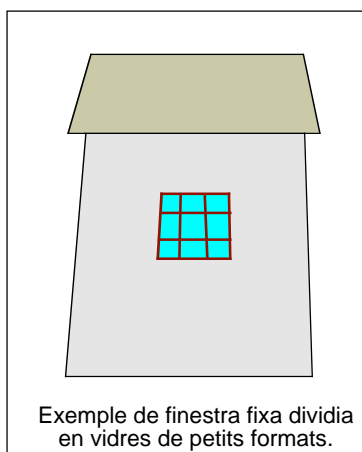
A la inversa, si hom parteix d'un vidre específic, hom pot donar per vidres fullats de protecció la superfície i la llargada màxima a respectar en funció de la pressió:

Vidre	5 kPa (500 kg/m ²),		10 kPa (1T/m ²)		30 kPa (3T/m ²),	
	S màx.	L màx.	S màx.	L màx.	S màx.	L màx.
44,2	0,61 m ²	45 cm	-	-	-	-
66,2	1,42 m ²	69 cm	0,71 m ²	49 cm	-	-
SP 722	2,10 m ²	84 cm	1,05 m ²	59 cm	0,35 m ²	34 cm

D'aquestes aproximacions, hom pot retenir que per vidres fixos:

- Per una pressió de 5 kPa (500 kg/m²), se sol fer un cost raonable per un format raonable
- Per una pressió de 10 kPa (1 T/m²), amb un format no massa gran, encara es pot fer
- Per una pressió de 30 kPa (3 T/m²), sempre es pot fer però amb un cost i un pes molt elevats, o bé amb un format molt petit (aquest nivell de pressió és equivalent als vidres d'aquàrium amb 3 metres d'alçada d'aigua)

Però si hom afegeix a aquesta pressió de 30 kPa (3 T/m²) la força d'impacte d'un tronc, sigui 100 kN (10 T) sobre un diàmetre de 25 cm no es pot aguantar sobre una superfície important: és per aquesta raó que la majoria dels reglaments o de les recomanacions limiten a 20 cm la llargada d'un element d'obertura amb vidre en una façana exposada (en aquest cas des de Suïssa es preconitza vidres reforçats, tipus vidres de carro d'assalt, etc).



A6.5.3 Portes massisses

Si per obertures finestres amb vidres, sobretot per batents, és difícil obtenir valors de resistència elevats, ho és menys pel cas de les portes massisses. Per exemple, pels porticons de fusta hom pot donar un ordre de magnitud de la capacitat admissible en funció de l'espessor i de la pressió:

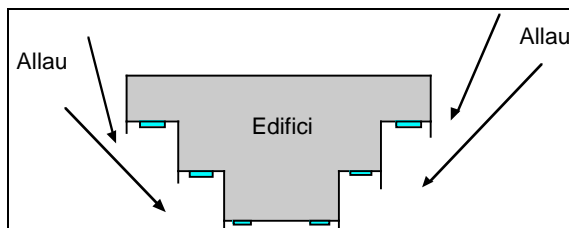
Espessor	10 kPa (1T/m ²)	30 kPa (3T/m ²)
20 mm	1 m	0,50 m
40 mm	2 m	1,20 m
60 mm	3 m	1,75 m

A canvi d'espessor importants, és possible realitzar tancaments resistents. Solucions mixtes, fusta-metall, o tot metall també es poden fer, però cal tenir present que aquestes obertures faran un pes important.

Per contra, hom pot remarcar que les persianes normals (persiennes courantes) o els porticons amb rodes (volets roulants) no tenen pas una resistència suficient com per a ser utilitzats per façanes exposades

A6.5.4 Obertures escalonades

Una altra aproximació pot consistir, en lloc d'augmentar les resistències, en intentar disminuir les sol·licitacions amb una orientació sensata de les obertures o amb la realització de murs en ala.



Una qüestió que queda fa referència al sector protegit per aquest tipus de disposició: les prescripcions suïsses consideren un angle de 20°, mentre que experts francesos opinen que un angle de 45° seria més sensat.