bombers

MAN.SVES.000
V.1

SGO

Manual Operatiu

Intervenció bàsica en estructures col·lapsades

Generalitat de Catalunya

Control de versions

Versió	
01	**Unitat redactora:** DGPEIS - ISPC
	Data de redacció de la versió: 01/02/2026
	Canvis: Redacció inicial del document

Índex

1. Introducció 3
1.1. Objectius del Manual 3
1.2. Història i evolució de la intervenció internacional en terratrèmols 3
1.3. Equips especialitzats en intervenció en estructures col·lapsades 5
1.3.1. El Grup de Recolzament en Estructures Col·lapsades (GREC) 5
1.3.2. INSARAG: marc internacional de recerca i rescat 6
1.3.3. Equips USAR (*Urban Search and Rescue*) 6
2. Valoració del col·lapse estructural 6
2.1. Tipus de col·lapses 7
2.1.1. Col·lapses totals 8
2.1.2. Col·lapses parcials 8
2.1.3. Col·lapses secundaris 9
3. Maniobres d'intervenció 9
3.1. Recerca física 9
3.1.1. Crida i escolta 10
3.2. Instrumentalitzada (geòfons i càmeres) 11
3.3. Canina 12
3.3.1. Venteig 12
4. Apuntalaments 12
4.1. Apuntalaments verticals 13
4.2. Apuntalaments horitzontals 15
4.3. Apuntalaments inclinats 16
5. Senyalització 17
6. Mesures de seguretat 19
6.1. Emplaçament de vehicles i criteris de seguretat 19
6.2. Protocols per a la població afectada 20
6.3. Equip de protecció individual 21
6.4. Protocol de seguretat LACES 21
6.5. Seguretat i comunicació en operacions de recerca 22
6.6. Riscos específics en escenaris d'estructures col·lapsades 24

En aquest text, per a les referències fetes a col·lectius, s'ha utilitzat el masculí amb valor genèric

1. Introducció

1.1. Objectius del Manual

Aquest manual està dissenyat com una eina didàctica i operativa per als professionals dels serveis d'emergències que intervenen en actuacions amb estructures col·lapsades. L'objectiu principal és dotar els intervinents amb coneixements tècnics i pràctics bàsics que permetin actuar amb seguretat, eficiència i coordinació en escenaris complexos com ara ensorraments d'edificis, esllavissades o col·lapses estructurals derivats d'incendis, explosions o fenòmens naturals.

Els objectius específics són:

- Conèixer la naturalesa i les causes dels col·lapses estructurals.
- Entendre l'estructura bàsica dels edificis i les seves patologies.
- Conèixer i saber aplicar tècniques de localització, estabilització i rescat de víctimes.
- Garantir la seguretat dels equips i de la població afectada.
- Fomentar una resposta organitzada i compatible amb els estàndards internacionals (INSARAG, USAR).

Exemple real: *L'esfondrament d'un edifici a Badalona (2024) va activar el PROCICAT i va requerir la intervenció de Bombers, Mossos d'Esquadra, SEM i tècnics municipals. La coordinació dels recursos i l'aplicació dels protocols de seguretat van permetre localitzar víctimes de manera segura i controlar l'escenari en poques hores*





Ensorrament a Badalona (2024)

1.2. Història i evolució de la intervenció internacional en terratrèmols

La manera com es respon als terratrèmols i grans col·lapses ha evolucionat profundament des dels anys vuitanta. En aquell moment, quan un país patia un gran sisme, els equips de rescat arribaven sovint pel seu compte, sense una coordinació central, ni protocols compartits. Aquest model improvisat sovint generava problemes greus: duplicació d'esforços, conflictes logístics, barreres idiomàtiques i, fins i tot, una càrrega addicional per al país afectat, que ja es trobava col·lapsat.

A partir de diversos casos greus —com el terratrèmol de Ciutat de Mèxic (1985) o el sisme d'Armènia (1988)—, la comunitat internacional va començar a entendre la necessitat de coordinació, estandardització i autosuficiència operativa en els equips que acudien a ajudar.

Aquesta reflexió va culminar amb la creació, sota el paraigua de Nacions Unides, del Grup Assessor Internacional de Recerca i Rescat (INSARAG). L'INSARAG va establir, des dels anys 90, guies operatives, criteris de classificació i estàndards mínims perquè els equips USAR (Urban Search and Rescue) poguessin operar de manera segura, eficient i interoperable en escenaris de catàstrofe global.

Avui, els equips certificats sota l'INSARAG:

- Actuen de forma autònoma, sense dependre de recursos locals.
- Tenen protocols compartits de comandament, comunicació i actuació.
- Es coordinen a través del sistema OSOCC (On-Site Operations Coordination Centre) liderat per Nacions Unides.
- Estan classificats en tres categories (lleugers, mitjans i pesats) segons la seva capacitat operativa.

Aquesta evolució ha permès que, actualment, la presència d'un equip internacional sigui un suport i no una càrrega per al país afectat. Això ha millorat de forma significativa els temps de resposta, l'eficiència dels rescats i, sobretot, la seguretat dels equips i de les víctimes.

***Exemple**: Després del terratrèmol d'Haití (2010), més de 40 equips USAR de diferents països van treballar de manera conjunta, coordinats sota el sistema INSARAG, salvant centenars de vides i compartint informació tècnica en temps real.*



1.3. Equips especialitzats en intervenció en estructures col·lapsades

La complexitat de les intervencions en estructures col·lapsades requereix una resposta organitzada, basada en procediments reconeguts i recursos especialitzats. Tant en àmbit local com internacional, l'estandardització de les operacions facilita la coordinació, millora l'eficiència i incrementa les possibilitats de rescat amb èxit.

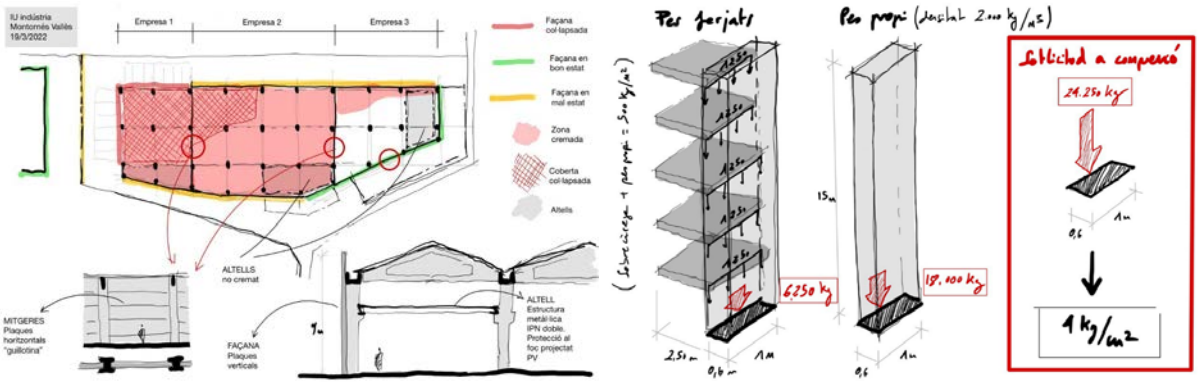
1.3.1. El Grup de Recolzament en Estructures Col·lapsades (GREC)

Tot i que el Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya sempre ha tingut experts en valoració d'estructures, no va ser fins el 2021 que es va constituir oficialment el Grup de recolzament en estructures col·lapsades (GREC) com un subàmbit de la guàrdia de suport.

Es tracta d'un grup format per bombers amb titulacions tècniques que aporten el seu coneixement per ajudar al comandament en la presa de decisions o en la definició de la resposta tècnica en intervencions amb patologies, afectacions i col·lapses estructurals, i afectacions d'estructures per incendis. Poden oferir suport tant a distància, com presencialment.

Entre les actuacions més destacades des de la seva creació trobem:

- Valoració de la nau incendiada i col·lapsada a Badalona amb persones a l'interior (2020).
- Valoració de l'afectació de la urbanització en l'incendi de Pont de Vilomara (2022).
- Valoració d'afectacions estructurals a Armènia per inundacions, dins del Mecanisme Europeu de Protecció Civil (2024).



Imatges d'anàlisis realitzats pel GREC en diferents intervencions

L'any 2025, el GREC ha començat la seva certificació com a equip STRAC per formar part dels recursos que poden ser activats pel Mecanisme Europeu de Protecció Civil en emergències internacionals.

1.3.2. INSARAG: marc internacional de recerca i rescat

INSARAG *(International Search and Rescue Advisory Group*) és una xarxa de Nacions Unides que coordina la resposta internacional en situacions d'ensorraments greus, especialment en escenaris de catàstrofes naturals com els terratrèmols.

Objectius principals:

- Establir protocols i guies internacionals per a equips d'operacions USAR (Urban Search and Rescue).
- Millorar la preparació i la interoperabilitat entre països.
- Validar equips USAR mitjançant processos de classificació internacional.
- Promoure l'aplicació d'un sistema modular, escalable i autosuficient per a operacions en entorns col·lapsats.

Els principis INSARAG són d'aplicació també a escala nacional i regional per millorar la coordinació entre bombers, protecció civil i serveis mèdics.



Logotip INSARAG i un equip USAR

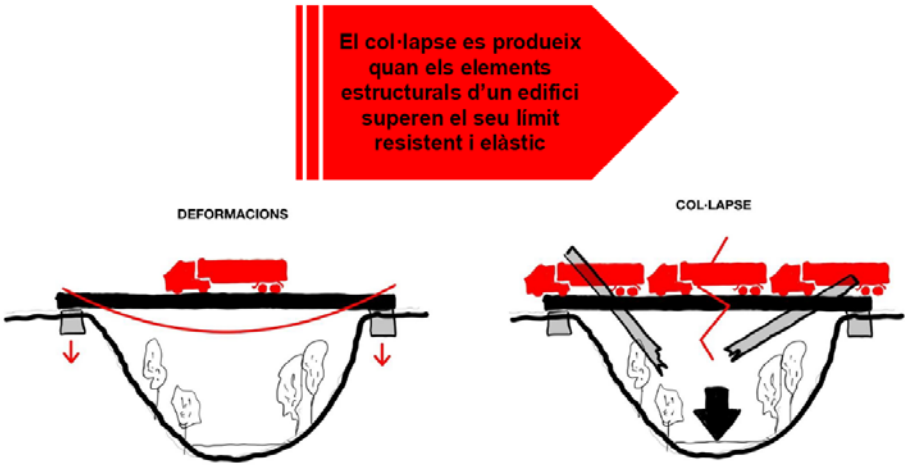
1.3.3. Equips USAR (*Urban Search and Rescue*)

Els equips USAR són dispositius especialitzats en actuacions de recerca i rescat en entorns urbans col·lapsats. A Catalunya, en formen part unitats dels Bombers de la Generalitat, grups especialitzats de la UME, serveis municipals i equips de suport amb gossos de recerca i personal mèdic.

2. Valoració del col·lapse estructural

Un col·lapse estructural és la fallida sobtada o progressiva d'una construcció quan algun dels seus elements estructurals –com ara forjats, murs, pilars o cobertes– supera el seu límit resistent o elàstic, deixant de complir la seva funció portadora. Aquest fenomen pot afectar des d'una petita part de l'edificació fins a la seva totalitat, i pot anar seguit de col·lapses secundaris, que agreugen la situació inicial.

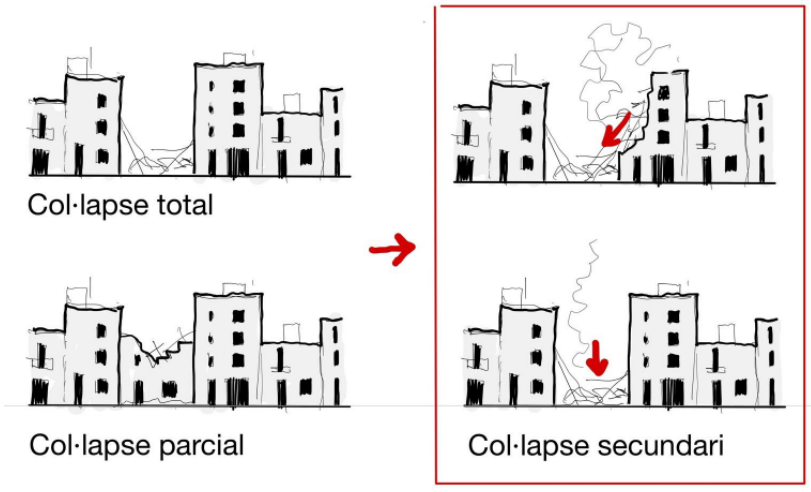
Les causes d'un col·lapse poden ser humanes –com reformes mal executades, falta de manteniment, incendis, explosions o negligències constructives– o naturals, com terratrèmols, aiguats, nevades, esllavissades o vents intensos. En molts casos, una combinació de diversos factors pot conduir al col·lapse.



2.1. Tipus de col·lapses

Els col·lapses estructurals no es presenten sempre de la mateixa manera ni amb la mateixa intensitat. Entendre com es manifesta un col·lapse és essencial per valorar correctament l'escenari, identificar els riscos associats i prendre decisions operatives adequades.

En l'àmbit de Bombers, es classifiquen habitualment en tres grans tipus: col·lapse **total**, col·lapse **parcial** i col·lapse **secundari**. Aquesta classificació no només ajuda a descriure l'estat de l'edificació, sinó que també orienta sobre les probabilitats de nous ensorraments, la disposició de la runa, la viabilitat de les maniobres de rescat i la necessitat d'apuntalaments específics. Cadascun d'aquests tipus presenta característiques pròpies i implicacions operatives diferents, que s'han d'entendre i tenir presents en tot moment per garantir la seguretat dels intervinents i augmentar les possibilitats d'èxit en la localització i extracció de víctimes.



2.1.1. Col·lapses totals

Parlem de col·lapse total quan la fallida estructural afecta la totalitat de l'edifici o de la seva estructura principal, provocant un ensorrament generalitzat. En aquests casos, gran part de l'estructura queda reduïda a runa, i el paisatge post col·lapse és generalment caòtic, amb una acumulació massiva de materials despresos i una elevada probabilitat d'atrapament de persones.

Els col·lapses totals es poden produir de forma sobtada o diferida, i solen estar associats a situacions d'alta intensitat, com incendis prolongats, explosions, sobrecàrregues, fallades estructurals greus o catàstrofes naturals com terratrèmols.
Aquest tipus d'escenari comporta un risc extrem per als intervinents, tant per la dificultat en la identificació d'espais vitals com per l'elevada inestabilitat de la runa. A més, cal preveure sempre la possibilitat que es desencadenin col·lapses secundaris, especialment durant les tasques de desenrunament o rescat.

Exemple de col·lapse total



EXEMPLE DE COL·LAPSE TOTAL:
Servei Pont de Vilomara., 3/9/2022
Col·lapse diferit 2 mesos després de l'incendi de Pont de Vilomara. L'afectació per incendi d'una paret i la llinda d'una porta de garatge desencadenen un col·lapse total.



2.1.2. Col·lapses parcials

Un col·lapse parcial es produeix quan només una part de l'estructura cedeix, ja sigui un mur, una coberta, un forjat o qualsevol altre element constructiu, mentre la resta de l'edificació roman aparentment estable. Aquest tipus de col·lapse és molt freqüent i pot passar desapercebut en una primera valoració, fet que el converteix en especialment perillós per a l'equip intervinent.

Les causes poden ser múltiples: obres al costat de l'estructura, degradació per humitats, impactes, incendis o fallades puntuals de materials. Tot i que l'afectació no és generalitzada, el risc d'un col·lapse secundari és alt, sobretot si els elements restants han quedat inestables o deformats.

Detectar un col·lapse parcial requereix una observació acurada de l'escenari, l'estat dels elements no col·lapsats, la disposició de la runa i les esquerdes visibles. Aquesta informació és essencial per decidir si es poden iniciar tasques de rescat, si cal apuntalar, o si s'ha de desallotjar amb urgència.

2.1.3. Col·lapses secundaris

El col·lapse secundari és aquell que es produeix després d'un primer col·lapse, com a conseqüència directa de la inestabilitat generada a l'estructura restant. Sovint, es desencadena de forma sobtada i imprevisible, posant en risc tant les víctimes com els equips d'emergència que ja estan treballant a la zona.
Aquest tipus de col·lapse és especialment habitual en edificacions antigues amb sistemes constructius tradicionals (murs de càrrega, bigues de fusta...), i pot estar condicionat per factors com la disposició de la runa, les càrregues acumulades, els moviments estructurals, o l'evolució de les esquerdes.

Els signes premonitoris –com la caiguda de pols, sorolls secs, moviments de runa, o canvis en les esquerdes– són indicadors que cal vigilar molt de prop. Per això, la detecció precoç i la prevenció són claus: revisar els punts crítics, sanejar elements inestables, i executar apuntalaments adequats pot marcar la diferència entre un escenari estable i un desastre en cadena.

EXEMPLE DE COL·LAPSE DE COBERTA QUE PRODUEIX UN COL·LAPSE EN CADENA DELS SOSTRES INFERIORS QUE NO ARRIBA A PLANTA BAIXA.
Servei a Vilafranca, 24/4/2020
Col·lapse d'una part de la coberta d'un edifici de PB+2 que arrossega un sostre inferior.
Les edificacions amb bigues de formigó i sense capa de compressió tenen més possibilitats de desencadenar un col·lapse en cadena de sostres inferiors.



3. Maniobres d'intervenció

3.1. Recerca física

Abans de començar qualsevol intervenció operativa sobre una estructura col·lapsada, és imprescindible dur a terme una valoració tècnica inicial, que permeti determinar l'estabilitat de l'estructura, identificar els riscos més imminents i establir les primeres mesures de seguretat. Aquest procés ha de ser sistemàtic, progressiu i sempre subordinat a la seguretat dels intervinents.

Objectius de la valoració:

- Determinar si és segur accedir a l'estructura o zona col·lapsada.
- Identificar els riscos estructurals o ambientals immediats que poden comprometre l'operació.
- Planificar punts d'entrada, rutes de treball i zones d'evacuació.
- Establir les zones que cal evitar i les que es poden considerar com a potencials espais segurs o refugis.

La recerca física és la primera fase operativa en la localització de víctimes atrapades després d'un col·lapse. Es basa exclusivament en els sentits dels bombers (vista i oïda) i no requereix equipament especialitzat. És una maniobra ràpida, immediata i molt efectiva durant els primers minuts post col·lapse, quan el factor temps pot ser determinant per a la supervivència.

L'objectiu és identificar víctimes en superfície o parcialment atrapades, que puguin ser alliberades amb facilitat. Aquesta recerca pot dur-se a terme seguint patrons sistemàtics com l'avanç en línia, els cercles concèntrics o el patró en habitacions múltiples, segons la configuració de l'espai i l'abast del col·lapse.

Per garantir l'eficàcia d'aquesta maniobra cal:

- Mantenir el màxim silenci possible.
- Reduir el nombre d'intervinents dins de la zona calenta.
- Evitar moure la runa de forma innecessària.
- Tenir precaució i actuar amb vigilància constant de possibles col·lapses secundaris.

La recerca física també inclou la tècnica de crida i escolta, utilitzat per detectar senyals auditius de vida sota la runa. Un cop completada, es pot continuar amb altres tècniques més profundes com la recerca instrumentalitzada o canina, però sempre partint d'aquesta base inicial indispensable.

3.1.1. Crida i escolta

La crida i escolta és una maniobra senzilla però essencial durant les primeres fases de la recerca física en un col·lapse estructural. Consisteix a aturar completament l'activitat a la zona afectada, fer silenci absolut i emetre una crida clara dirigida a les possibles víctimes atrapades sota la runa per tal de detectar qualsevol resposta sonora: veus, cops o sorolls.

Aquesta maniobra és especialment útil:

- Immediatament després del col·lapse, quan les víctimes poden respondre activament.
- En zones on poden haver-hi espais vitals sota la runa.
- Com a part de la recerca sistemàtica amb patró d'avanç.

Perquè sigui efectiva, cal:

- Eliminar qualsevol soroll ambiental (ràdios, eines, moviment de persones o runa).
- Fer una crida breu i clara, com ara: "Hi ha algú? Si em sents, pica o crida!"
- Esperar uns segons en silenci per escoltar respostes.
- Repetir el cicle tantes vegades com calgui.

Tot i la seva simplicitat, aquesta maniobra pot proporcionar indicis clars de presència de víctimes i ajudar a localitzar-les de forma ràpida, especialment durant les primeres hores. També pot combinar-se amb altres tècniques de recerca com la instrumentalitzada o la canina, sempre que es respecti el silenci operatiu.

3.2. Instrumentalitzada (geòfons i càmeres)

La recerca instrumentalitzada permet detectar víctimes atrapades sota la runa mitjançant l'ús d'eines tecnològiques com els geòfons i les càmeres de visualització. Aquesta tècnica s'utilitza un cop completada la recerca física superficial i sempre en condicions de silenci i estabilitat estructural.

Els **geòfons** són dispositius que detecten vibracions o sorolls provocats per les víctimes, com ara cops o moviments. Per ser efectius, necessiten un entorn sense sorolls externs, ja que qualsevol vibració aliena pot interferir en la detecció. Els equips d'intervenció s'han de retirar del perímetre immediat i aturar qualsevol activitat durant la seva utilització.

Les **càmeres** s'introdueixen a través de forats a la runa o entre esquerdes per localitzar visualment persones atrapades i valorar-ne la posició i l'estat. Aquestes imatges poden facilitar l'establiment d'un pla d'extracció o la planificació d'un apuntalament de fortuna.

La recerca instrumentalitzada complementa les fases prèvies de localització i pot ser decisiva en escenaris complexos on les víctimes no són visibles ni poden respondre a la crida.



3.3. Canina

La recerca canina és una maniobra de localització de víctimes atrapades que es basa en l'olfacte d'alt rendiment dels gossos ensinistrats, que treballen seguint l'olor humana emesa des de sota la runa o altres estructures col·lapsades.

3.3.1. Venteig

El venteig és el nom que rep la maniobra pròpia del gos, en què rastreja l'aire en la recerca de partícules d'olor corporal. Aquest procés pot fer-se a nivell superficial o des de punts elevats com finestres, balcons o teulades, depèn del moviment natural de l'aire i de la configuració de l'escenari.

Per garantir-ne l'efectivitat, cal:

- Aturar tota activitat mentre el gos treballa (silenci i immobilitat).
- Retirar els equips d'intervenció de la zona calenta per evitar interferències.
- Coordinar estretament amb el guia caní per adaptar la maniobra a cada situació.

Els gossos detecten persones atrapades per l'olfacte i pel sistema del joc + premi.
Han de treballar amb el mínim de distorsions.
Mentre treballen, l'operatiu de rescat es retira.

EXEMPLE DE RECERCA CANINA DES D'UN BALCÓ (vídeo).
Servei a Terrassa, 6/9/2022

En aquest cas, s'accedeix pel balcó perquè el col·lapse de la coberta ha provocat un col·lapse en cadena de 2 sostres que no ha arribat a la planta baixa.



4. Apuntalaments

Els apuntalaments són estructures provisionals que permeten assegurar elements inestables en una construcció col·lapsada o malmesa. El seu objectiu principal en les intervencions dels bombers és garantir la seguretat dels equips de rescat i evitar nous ensorraments durant les tasques d'exploració, recerca i extracció de víctimes. Mitjançant l'ús de sistemes adaptats a cada situació, els apuntalaments esdevenen una eina fonamental per estabilitzar l'escenari d'intervenció i fer possible una actuació més eficaç i segura.

Criteris bàsics a tenir en compte en un apuntalament

A nivell del Bombers de la Generalitat es tenen en compte aquestes consideracions:

- La distància entre puntals **no pot superar el metre**.
- Es considera que un puntal té una resistència màxima de **1.000 kg**.
- L'apuntalament ha de quedar **ben alineat i fermament fixat** al sotapont i jaç de taulons, utilitzant falques si cal.
- Cal **evitar les vibracions** i els puntals s'han d'**entrar en càrrega de manera uniforme**.
- **No** intentar **restituir** la posició de l'element danyat.
- Mantenir una **via d'escapament** neta d'obstacles.
- Dins la zona afectada s'hi estarà el **temps i personal imprescindible**.
- El conjunt ha de generar un **pla de descàrrega estable**, repartint la càrrega cap avall de forma segura.

Distingim 3 grans grups d'apuntalaments segons la direcció de la càrrega que suporten: Verticals, Horitzontals i Inclinats.

4.1. Apuntalaments verticals

Els apuntalaments verticals són els més habituals i utilitzats en les intervencions dels bombers en col·lapses estructurals. Tenen com a funció principal sostenir elements horitzontals com forjats, sostres o bigues, o bé reforçar murs verticals debilitats. Aquest tipus d'apuntalament es fa des del terra en direcció vertical, transmetent les càrregues cap als punts de suport resistents o cap al sòl.

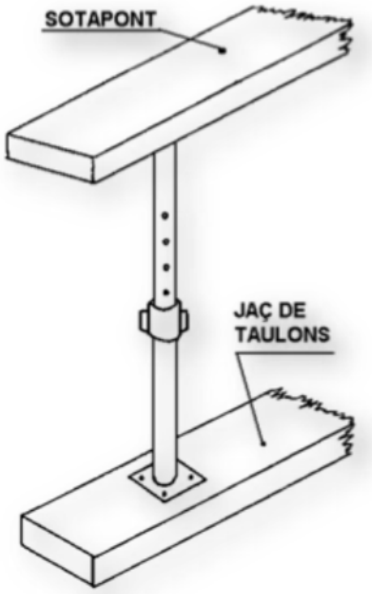
Un apuntalament vertical bàsic consta de tres elements:

- **Sotapont**: tauló de fusta que recull i reparteix la càrrega de l'element danyat.
- **Puntals**: elements metàl·lics (o de fusta) regulables, que transfereixen la càrrega cap avall.
- **Jaç de taulons**: taulons situats a la base que distribueixen el pes al terra o a l'estructura inferior.

Els apuntalaments verticals són una maniobra fonamental per garantir l'estabilitat de l'escenari i protegir tant les víctimes com els equips de rescat.



Parts d'un apuntalament i funció.



- **RECOLLIR LA CÀRREGA**

El **sotapont** es un tauló de fusta que assegura el repartiment i absorció d'esforços cap els puntals.

- **TRASLLADAR LA CÀRREGA**

El **puntal** (o tornapuntes en un apuntalament obliquo) és un element d'acer regulable per una rosca, tot i que també pot ser resolt amb un o diversos taulons de fusta.

- **REPARTIR LA CÀRREGA**

El **jaç de taulons** reparteix els esforços cap el terreny o el forjat inferior.



4.2. Apuntalaments horitzontals

Els apuntalaments horitzontals són estructures provisionals dissenyades per estampar o sostenir murs que han perdut part de la seva resistència estructural des de l'exterior o assegurar parets de contenció i excavacions des de l'interior. A diferència dels verticals, no traslladen càrregues cap avall, sinó que treballen en empenta lateral, oferint resistència a pressions o desplaçaments horitzontals, i aporten seguretat i estabilitat a l'equip de rescat i a l'estructura afectada.

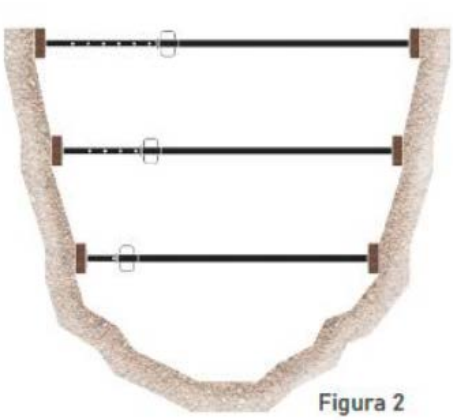


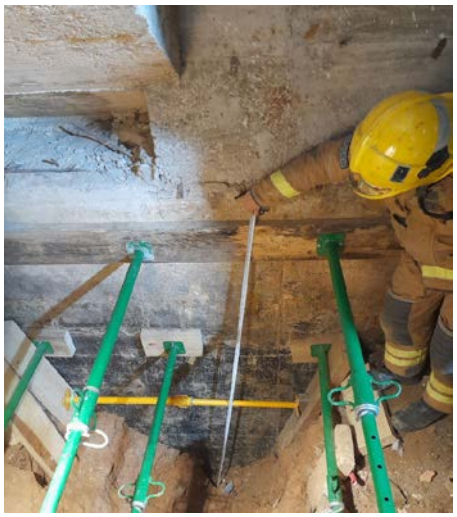
Figura 2

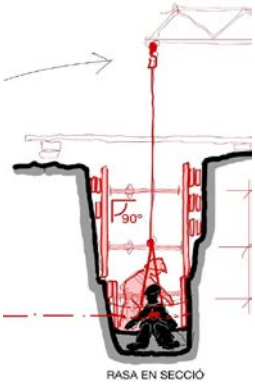
S'utilitzen habitualment en tres situacions:

- Per estabilitzar murs que poden desplomar-se cap a l'exterior.
- Per reforçar parets laterals en excavacions o rases, evitant enfonsaments.
- Per assegurar murs mitgers afectats per col·lapses veïns.

Consideracions en apuntalaments horitzontals a tenir en compte:

- Els elements horitzontals han de tenir contacte ferm amb els punts de suport (falques o lligams si cal).
- És important revisar de forma constant l'estabilitat del sistema, especialment quan s'està desenrunant a prop o hi ha risc d'ensorrament per la pressió de terres.

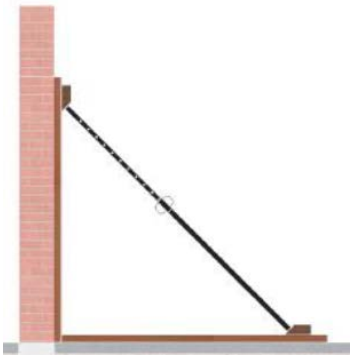




***Exemple en rases o excavacions profundes**:*
En intervencions on hi ha persones atrapades dins d'una rasa, és habitual fer apuntalaments horitzontals successius a mesura que s'aprofundeix el desenrunament. Aquest reforç evita que la terra o les parets de la rasa cedeixin i posin en perill els intervinents o la víctima.

4.3. Apuntalaments inclinats

Els apuntalaments inclinats, també coneguts com apuntalaments oblics, són estructures provisionals que s'instal·len en posició diagonal per fer de suport lateral o substitució parcial d'un element estructural, habitualment murs o parets amb risc de col·lapse.



A diferència dels apuntalaments verticals, que transmeten càrregues cap avall, els oblics treballen en tracció i compressió diagonal, ajudant a contrarestar el desplaçament o enfonsament d'un mur o estructura que ha perdut estabilitat. Poden actuar com a suport temporal o com a sistema de reforç mentre es duu a terme una extracció, una estabilització o un enderroc controlat.

Aplicacions habituals:

- Murs amb desplom o esquerdes que han perdut la seva capacitat portant.
- Elements descalçats per obres, col·lapses parcials o moviments de terra.
- Substitució puntual de murs de càrrega, en escenaris d'emergència.
- Reforç lateral d'elements afectats per explosions, impactes o incendis.

Components principals:

- **Tornapuntes**: són els elements oblics que fan la funció de puntal inclinat. Poden ser metàl·lics o de fusta, segons el context i el material disponible.
- **Punts d'ancoratge ferms**: tant a la base com a la zona superior (mur o element afectat), que garanteixin la transmissió segura de la càrrega.
- **Falques i reforços addicionals**, si cal, per millorar el contacte i la resistència del conjunt.

Característiques i recomanacions:

- L'apuntalament ha de formar un angle òptim amb el terra, generalment entre 45º i 60º, per equilibrar estabilitat i capacitat de càrrega.
- Cal assegurar una bona fixació al terreny o a un element resistent.
- En molts casos, l'apuntalament inclinat es combina amb altres sistemes (verticals o horitzontals) per garantir una estabilització completa de l'estructura.

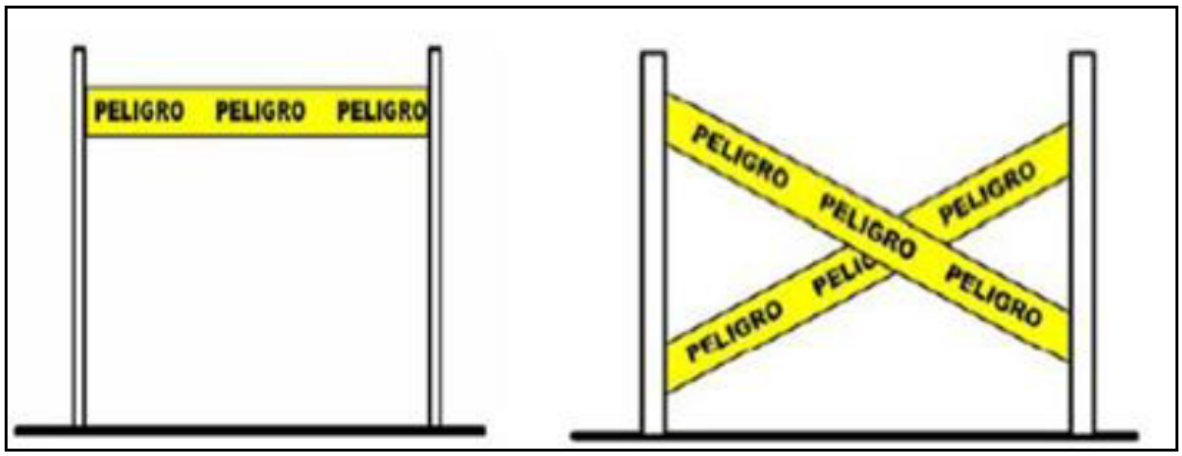
Els apuntalaments inclinats són maniobres típiques en intervencions de risc estructural greu, i ofereixen una solució flexible i eficaç per assegurar elements que no es poden apuntalar ni verticalment ni horitzontalment.

5. Senyalització

La correcta senyalització de les zones en un escenari d'estructura col·lapsada és essencial per garantir la seguretat, l'eficàcia i la coordinació dels equips de rescat. Per evitar confusions i assegurar un llenguatge comú entre unitats d'orígens diversos, s'utilitza una nomenclatura i simbologia internacionalment establerta. Aquest sistema permet identificar de manera ràpida l'estat de les edificacions, els riscos existents, les àrees d'intervenció i la presència de víctimes, facilitant així una resposta organitzada i segura en situacions d'emergència.

Senyalització de seguretat

Mitjançant pintura, cintes o *sticks* lluminosos es poden marcar rutes segures i zones de perill. Els colors habituals són el **vermell** per indicar perill, el **verd** per assenyalar rutes transitables i la **X** per prohibir el pas. Aquest sistema visual ràpid facilita l'orientació i redueix riscos durant les operacions.



Senyalització de víctimes

Quan es detecta una víctima —ja sigui de forma visual, auditiva o mitjançant eines tècniques— cal marcar el punt amb una gran **V** d'uns 50 cm de mida, pintada sobre la runa o estructura visible. Aquest símbol indica la presència d'una víctima potencial, tant viva com morta, encara sense confirmar.
Sota la V, presència potencial de víctima pendent de confirmació s'anotarà:

- **L** - n → n per indicar el nombre de víctimes vives confirmades.
- **D** - n → n per indicar el nombre de víctimes mortes confirmades.

Aquest marcatge s'ha d'actualitzar a mesura que avança el rescat. Per exemple, si inicialment s'hi escriu "L - 2" i es rescata una víctima, cal ratllar la línia anterior i escriure: "L - 1" per reflectir correctament que queda una víctima viva pendent de rescat. Quan totes les línies "L" o "D" hagin estat ratllades, s'entén que totes les víctimes detectades han estat evacuades i la zona queda revisada, sense víctimes ni indicis "**Clear**".

Aquest sistema facilita la transmissió d'informació entre equips de diferents torns o especialitats (recerca, rescat, sanitari) i permet una supervisió àgil de l'evolució del dispositiu.



Marcatge de víctimes

Descripció	Exemple
V de 50 cm aprox. Al lloc on hi ha víctimes potencials (vives i mortes) **sense confirmar** Fletxa opcional per aclarir la situació exacta de la víctima Informació sota la ***V***: • Si es confirma víctima viva: L - (nre. de víctimes) • Si es confirma víctima morta: D - (nre. de víctimes)	V V V L - 1 V D - 1
S'ha d'actualitzar el marcatge a mesura que es rescatin víctimes, i ratllar el que correspongui. En l'exemple, s'ha rescatat una víctima viva de les dues que hi ha; per tant, es ratlla L-2 i s'escriu L-1 perquè encara queda una víctima viva.	V ~~L - 2~~ D - 1 L - 1
Quan totes les línies ***L*** o ***D*** estiguin ratllades significarà que totes les víctimes (detectades) han estat rescatades	V ~~L - 1~~ ~~D - 1~~

Taula amb exemples de marcatge de víctimes.

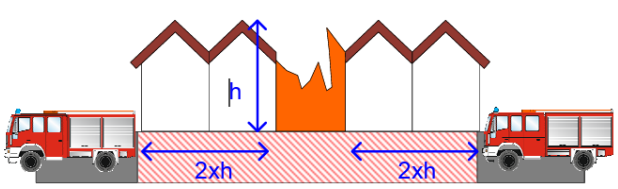
6. Mesures de seguretat

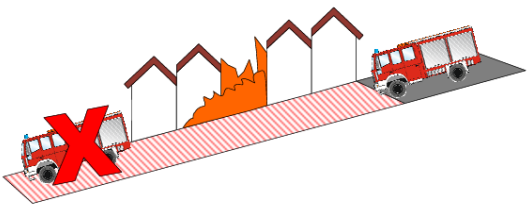
La seguretat és un dels pilars fonamentals en qualsevol intervenció amb estructures col·lapsades. Aquest tipus de sinistres presenten múltiples riscos que poden evolucionar de manera sobtada: col·lapses secundaris, caiguda de materials, atmosferes tòxiques, focs latents, etc. Per això, cal aplicar protocols específics, tant per a la protecció de les víctimes com per als intervinents

6.1. Emplaçament de vehicles i criteris de seguretat

Una correcta disposició dels vehicles d'intervenció és un dels primers passos per garantir la seguretat de l'escenari. L'emplaçament inicial ha de fer-se tenint en compte tant la protecció del personal com la preservació de la capacitat de maniobra dels equips.

Emplaçament segur dels vehicles





Com a norma general, els vehicles s'haurien de col·locar a una distància mínima de dues edificacions no afectades respecte el lloc del col·lapse. Aquesta separació permet evitar riscos derivats d'un col·lapse secundari i facilita l'establiment de zones segures. En carrers amb pendent, els vehicles s'hauran de situar per sobre de l'edificació afectada, per evitar quedar atrapats en cas de despreniment o fluxos imprevistos de runa i materials

Pel que fa als criteris de seguretat en podem destacar els següents:

Establir control d'accessos: Cal tenir clar que l'escenari d'un col·lapse és altament dinàmic i inestable, i per tant, la primera actuació ha d'anar enfocada a establir un control estricte dels accessos. Només han de penetrar a la zona calenta els equips estrictament necessaris, amb registre de presència i comunicació constant amb el comandament.

Identificar els riscos principals: Cal identificar fuites de gas, risc d'incendi o de col·lapse secundari, i aplicar-hi mesures de contenció immediata. També caldrà considerar altres riscos potencials, com ara la presència de matèries tòxiques en suspensió, aigües residuals, inestabilitat del terreny o perill elèctric.

Posicionament d'un guaita: Establir una persona encarregada de vigilar contínuament l'estat de l'estructura, els moviments de runa o qualsevol canvi que pugui afectar la seguretat dels equips. Aquest guaita ha de tenir accés a senyals acústics de seguretat (toques, xiulets o missatges de ràdio codificats) i estar en comunicació directa amb el comandament.

Equip SOS: Cal establir un equip SOS, preparat per intervenir en cas que algun membre de l'equip quedi atrapat o es produeixi un incident dins la zona calenta. Aquest equip ha d'estar degudament equipat, amb accés ràpid a eines de rescat i coneixement de les rutes d'evacuació, i no ha de tenir cap altra funció operativa mentre estigui assignat com a equip de suport d'emergència.

Recordar que la seguretat no comença quan s'entra a l'edifici, sinó molt abans —amb la forma com s'arriba, es desplega el dispositiu i es llegeix l'escenari—. La bona pràctica en l'emplaçament i la previsió de riscos marca la diferència entre una intervenció segura i una que pot empitjorar la situació.

6.2. Protocols per a la població afectada

Els primers minuts després d'un col·lapse són caòtics. En aquest context, cal establir mesures clares per garantir la seguretat de les persones afectades i evitar interferències en les operacions de rescat.

Mesures bàsiques:

- **Perímetre de seguretat:** delimitació amb tanques, cinta o vehicles d'una zona d'accés restringit.
- **Desallotjament preventiu:** evacuació d'edificis adjacents que puguin veure's afectats per col·lapse en cadena o efecte dominó.
- **Control de circulació:** tall de carrers, desviaments i restriccions per evitar riscos secundaris.
- **Atenció psicosocial:** suport emocional i informació clara a les persones afectades (Protecció Civil, Creu Roja, etc.).

Exemple real: En l'explosió d'un bloc de pisos a Torroella de Montgrí (2021), es va activar l'equip d'atenció psicosocial per atendre veïns desallotjats i familiars de víctimes, evitant situacions de col·lapse emocional a peu d'escenari.

6.3. Equip de protecció individual

En qualsevol intervenció sobre estructures col·lapsades, la protecció individual dels intervinents és una prioritat absoluta. El risc de patir lesions per caiguda d'elements, atmosferes tòxiques, col·lapses secundaris o agents físics (com pols, calor o materials tallants) és elevat i sovint imprevisible. Per aquest motiu, l'ús dels Equips de Protecció Individual (EPI) no és només una recomanació: és una obligació operativa i personal.

L'EPI forma una barrera vital entre el bomber i l'entorn hostil, i ha de garantir la seva seguretat en totes les fases de l'actuació.

- El casc protegeix el cap davant impactes i incorpora visera i llanterna per a la visibilitat en entorns foscos o confinats.
- Les ulleres, els guants i la roba ignífuga eviten lesions per contacte amb materials trencats, flames o substàncies irritants.
- A més, la protecció respiratòria és especialment important: la presència de pols en suspensió fa imprescindible portar una mascareta FFP3 i, amb risc de presència d'amiant o partícules tòxiques, cal reforçar la protecció respiratòria amb equip de respiració autònoma (ERA).
- També són imprescindibles les botes amb protecció davantera i sola antiperforació, ja que el terra pot estar cobert de fragments tallants, punxants o inestables.

L'ús correcte i complet de l'EPI ha d'estar integrat en la cultura operativa de qualsevol equip d'emergència. No és una qüestió de comoditat, sinó de prevenció i responsabilitat.

6.4. Protocol de seguretat LACES

Per garantir la seguretat dels intervinents en entorns altament inestables com són les estructures col·lapsades, és fonamental aplicar protocols operatius de protecció. Un dels més reconeguts i efectius és el protocol LACES, adoptat per diversos serveis d'emergències internacionals i també pels Bombers de la Generalitat de Catalunya.

LACES és un acrònim que defineix cinc mesures preventives bàsiques que s'han d'implementar abans i durant qualsevol intervenció:

- **Look (guaita):** Designar una persona o equip encarregat de mantenir la vigilància constant de l'escenari. Ha de detectar qualsevol canvi, moviment estructural, risc imminent o senyal de perill que pugui afectar la seguretat dels equips que treballen dins la zona calenta.
- **Ancoratge:** Establir un punt d'entrada controlat i identificable. Aquest punt serveix de referència per a la traçabilitat de l'equip i per assegurar que tothom que entra a la zona perillosa està registrat i en contacte amb el dispositiu de comandament.
- **Comunicacions:** Mantenir sistemes actius i continus de comunicació (ràdio o visual) entre tots els equips que operen i el centre de comandament. Qualsevol trencament en les comunicacions ha de ser considerat un factor de risc greu.
- **Escapament:** Planificar i senyalitzar rutes d'evacuació segures des de qualsevol punt de la zona calenta. Aquestes rutes han de ser ràpides, clares i lliures d'obstacles, i tothom ha de conèixer-les abans de començar les tasques de rescat.
- **Seguretat (refugi):** Identificar zones segures o de refugi dins del propi escenari d'intervenció. És un espai prèviament avaluat, que ofereix una protecció mínima als intervinents en cas d'emergència sobtada. No substitueix l'evacuació, però permet guanyar temps i evitar l'exposició directa al perill mentre es reorganitza la resposta o es fa una extracció controlada Aquestes zones, tot i estar dins la zona calenta, han de ser considerades relativament estables, protegides d'un possible col·lapse secundari, i accessibles en pocs segons. Poden ser, per exemple, espais reforçats amb apuntalaments previs, racons protegits per murs estructurals intactes o vehicles blindats estacionats estratègicament.

Aquest enfocament estructurat redueix dràsticament incidents com la pèrdua de contacte, els atrapaments sobtats o els accidents per descoordinació. Incorporar LACES a totes les fases de la intervenció reforça la disciplina d'equip i millora la capacitat de resposta davant qualsevol imprevist.

6.5. Seguretat i comunicació en operacions de recerca

En entorns d'alta complexitat com els col·lapses estructurals, la seguretat dels intervinents i la localització precisa de les víctimes depenen en gran part d'un sistema de comunicació clar i unificat, així com d'un marcatge correcte de l'escenari. Les accions que es duguin a terme han de garantir tant la protecció de l'equip com la traçabilitat de la informació operativa.

Senyalització de seguretat i d'abalisament

Les zones perilloses dins l'escenari d'intervenció han d'estar degudament delimitades amb sistemes visibles i robustos (cordes, tanques, cintes reflectants). Aquest abalisament físic

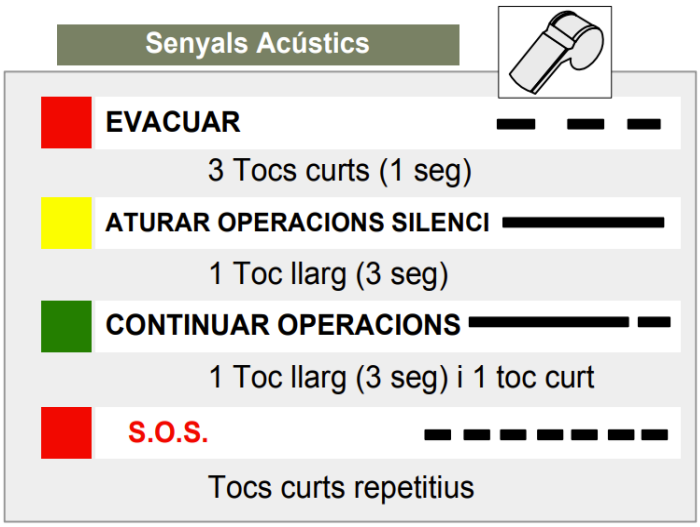
evita l'accés incontrolat a zones inestables o en risc de col·lapse secundari i reforça la seguretat col·lectiva.



Senyals acústics de seguretat

Per a la comunicació ràpida i universal entre els equips que operen dins la zona calenta, s'utilitzen senyals acústics predeterminats amb significat tàctic:

- 3 tocs curts: Evacuació immediata de la zona per perill imminent.
- 1 toc llarg: Aturada de totes les operacions, mantenint posicions.
- 1 toc llarg + 1 toc curt: Reprenem les operacions, situació estabilitzada.
- tocs curts repetitius: Socors



Tots els intervinents han de conèixer i reconèixer aquests senyals, ja que poden ser vitals en situacions de col·lapse sobtat, fuites o detecció d'un perill greu. El so pot provenir d'un xiulet, una sirena, un martell metàl·lic o qualsevol mitjà que garanteixi l'abast i la claredat.

Aquest sistema integrat de marcatge, senyalització i comunicació és una eina indispensable per ordenar la intervenció, minimitzar riscos i garantir una transmissió d'informació efectiva entre equips i torns de treball. Aplicar-lo de forma rigorosa forma part de la disciplina operativa en escenaris d'estructures col·lapsades.

6.6. Riscos específics en escenaris d'estructures col·lapsades

Treballar en un entorn col·lapsat és assumir una situació en què els perills són constants, sovint ocults i poden evolucionar en segons. Conèixer i anticipar-se als riscos específics és essencial per garantir la seguretat dels intervinents i evitar situacions crítiques.

Col·lapse secundari: Un dels perills més greus és el col·lapse secundari. Pot ser causat per vibracions procedents d'eines, passos, maquinària pesada, o fins i tot pel moviment no controlat de runa. També pot venir provocat per factors ambientals, com la pluja, que afebleix els materials o altera l'estabilitat de murs o fonaments. Per això, cada acció dins la zona calenta ha de ser precedida d'una valoració estructural i d'un apuntalament si cal.

Caigudes a diferent nivell: Les caigudes a diferent nivell són habituals quan es treballa sobre forjats danyats, cobertes parcialment enfonsades o entre nivells de planta. És important comprovar sempre la resistència del pla on es treballa i utilitzar línies de vida o arnesos anticaiguda en espais elevats o inestables.

Riscos per atmosferes tòxiques: Els riscos atmosfèrics també són crítics. L'ambient pot estar contaminat per gasos tòxics (CO, CO_2, metà), deficient en oxigen o carregat de pols i partícules nocives (amiant). Aquestes condicions poden no ser perceptibles a simple vista, però representen un perill real per a la vida. Per això és imprescindible monitorar l'aire amb detectors de gasos abans d'entrar i, si cal, fer servir equip de respiració autònoma (ERA).
Risc elèctric: Un altre risc latent és l'electrocució. En moltes estructures, especialment habitatges o naus industrials, poden quedar cables amb tensió actius. Un contacte accidental amb aquests conductors, especialment dins la runa o en espais humits, pot ser fatal. Cal confirmar la desconnexió de subministraments elèctrics i fer servir eines aïllades si hi ha dubte.

Risc fuites i acumulacions d'aigua: Les fuites d'aigua en estructures col·lapsades poden generar greus problemes de seguretat. L'acumulació d'aigua afebleix els fonaments, pot provocar nous enfonsaments i dificulta la mobilitat dels equips de rescat. A més, els paviments mullats incrementen el risc de relliscades i caigudes, mentre que el contacte amb instal·lacions elèctriques actives pot comportar electrocució. També cal contemplar la possible presència d'aigua contaminada amb productes químics o residuals, que pot afectar la salut dels intervinents i víctimes.

Incendis latents: Finalment, cal considerar l'incendi latent. Pot haver-hi punts calents sota les runes, fuites de gas no visibles, o combustibles atrapats en zones sense oxigen que poden inflamar-se quan es retirin elements. És vital fer una detecció tèrmica prèvia, controlar les atmosferes i treballar amb extintors i línies de seguretat preparades.