

---

# **METODOLOGIA PER A LA INVESTIGACIÓ D'ACCIDENTS TRAMVIARIS I FERROVIARIS**

## Control documental

### Autoria

	Signatura	Càrrec
Elaborat		
Revisat		
Aprovat		

### Control de modificacions

Versió	Data	Motiu
1.0	08/10/2024	Primera edició



# Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	1
2. OBJECTE .....	3
3. MARC LEGAL I ALTRES PUBLICACIONS.....	3
4. ÀMBIT D'APLICACIÓ.....	4
5. DEFINICIONS.....	5
6. METODOLOGIA.....	11
6.1. NOTIFICACIÓ DEL SUCCÉS I NECESSITAT D'INVESTIGACIÓ .....	13
6.2. DETERMINACIÓ DE LA GRAVETAT DE L'ACCIDENT.....	15
6.3. PROCEDIMENT DE LA INVESTIGACIÓ.....	16
6.3.1. Planificació d'una investigació.....	17
6.3.2. Recopilació d'evidències, proves i informació .....	19
6.3.2.1. Preservació i transport d'evidències.....	25
6.3.2.2. Anàlisi de les mostres recollides.....	26
6.3.2.3. Proves d'alcohol i drogues .....	26
6.3.3. Anàlisi del succés .....	27
6.3.4. Conclusions i recomanacions.....	29
7. INFORME.....	34
7.1. RESUM.....	35
7.2. LA INVESTIGACIÓ I EL SEU CONTEXT .....	35
7.3. DESCRIPCIÓ DEL SUCCÉS I DE LES SEUES CIRCUMSTÀNCIES .....	36
7.4. ANÀLISI .....	37
7.5. CONCLUSIONS.....	41
7.6. RECOMANACIONS DE SEGURETAT.....	42
8. SEGUIMENT DE LES RECOMANACIONS DE SEGURETAT .....	43

9. SUBMINISTRAMENT D'INFORMACIÓ A LES VÍCTIMES SOBRE LA INVESTIGACIÓ DE L'ACCIDENT .....	44
ANNEX 1. MODEL HÍBRID GEMS-SHELL per a la investigació de successos amb factors humans i organitzacionals implicats .....	46
ANNEX 2. ALTRES TÈCNIQUES USADES EN INVESTIGACIÓ TÈCNICA D'ACCIDENTS.....	56
ANNEX 3. EQUIPS DE REGISTRE I GRAVACIÓ .....	66
ANNEX 4. Flux de determinació d'investigació. ....	68
ANNEX 5. Model de Registre d'un accident o incident ferroviari o tramviari. ..	69
ANNEX 6. Procediment d'accions després d'un accident i/o incident. ....	70

## **Taula d'il·lustracions**

---

Il·lustració 1: Procés d'investigació d'accidents.....	13
Il·lustració 2: Model GEMS .....	47
Il·lustració 3: Modelo SHELL.....	52
Il·lustració 4: Interaccions en el model SHELL .....	53
Il·lustració 5: Representació gràfica en forma d'arbre del model híbrid GEMS-SHELL .....	55
Il·lustració 6: Exemple arbre de causes per a un depassament de senyals .....	59
Il·lustració 7: Exemple de taula per a l'aplicació del mètode dels 5 perquè.....	60
Il·lustració 8: Esquema AcciMap.....	64
Il·lustració 9: Exemple AcciMap .....	65
Il·lustració 10: Procés d'investigació d'accident .....	68
Il·lustració 11: Fluxograma d'investigació d'un accident.....	70

## **Índex de Taules**

---

Tabla 1.- Nivells d'AcciMap .....	63
Tabla 2.- Identificació dels factors .....	64
Tabla 3.- Registre d'accident .....	69

# 1. INTRODUCCIÓ

---

Un sistema ferroviari és un tipus de sistema extremadament complex degut fonamentalment a l'enorme conjunt d'interaccions entre les seues diferents parts (tren, via, instal·lacions, senyalització, normes i regulació, personal de conducció i operacions...) tant des de l'enfocament tècnic com humà.

*La Llei 7 / 2018, de 26 de març, de Seguretat Ferroviària (d'ara en avant, Llei 7/2018) estableix com un dels principis fonamentals de la seguretat ferroviària el règim d'investigació d'accidents i incidents ferroviaris (article 5.7) dedicant a aquest tema el Títol V Investigació i notificació d'accidents i incidents.*

En aquest títol V es crea la Comissió d'Investigació d'Accidents Ferroviaris (CIAF-GV d'ara en avant) com a òrgan col·legiat permanent d'investigació tècnica dels accidents i incidents que es produïsquen en la circulació ferroviària, i s'estableix, entre altres aspectes, l'objectiu i finalitat de les investigacions, així com el procediment de notificació d'incidents i accidents per part de les entitats ferroviàries.

La CIAF-GV té com a objecte la investigació tècnica dels accidents ferroviaris significatius que es produïsquen en la xarxa ferroviària de la Generalitat (article 51.1), a més d'aquells altres accidents o incidents que se li sol·liciten o que la pròpia CIAF-GV decidisca investigar.

*La investigació tècnica tindrà com a finalitat determinar les causes d'un accident o incident i les circumstàncies en què es va produir i formular, si és el cas, les recomanacions de seguretat que resulten pertinents. En cap cas s'ocuparà de la determinació de la culpa o responsabilitat en els fets investigats (article 51.2).*

A més, totes les entitats ferroviàries investigaran internament tots els accidents i incidents en els quals s'hagueren vist implicats (article 51.6). Aquesta informació no interferirà en les investigacions dutes a terme per la CIAF-GV, qui ha d'assegurar la protecció contra interferències externes per a garantir que les investigacions s'efectuen de mode independent.

Por part seua, l'article 8.1 j) estableix com a funció de l'Agència Valenciana de Seguretat Ferroviària (d'ara en avant, AVSF) *el desenvolupar una metodologia per a la investigació d'accidents que tinga en compte els factors tècnics, humans i organitzatius, així com la seua interacció i analitze en profunditat l'origen i totes les causes de les possibles fallades humanes.*

Aquesta funció ve també arreplegada en l'article 3.1 n) del *Decret 272/2019, de 27 de desembre, del Consell, d'aprovació de l'Estatut de l'Agència Valenciana de Seguretat Ferroviària*.

La investigació d'un incident o accident complex porta associades tècniques i mètodes multidisciplinaris que han d'abastar aspectes relacionats amb els subsistemes estructurals i funcionals com ara el manteniment, el material rodant, o la infraestructura, així com el relacionat amb el sistema de gestió de la seguretat de l'organització o organitzacions implicades, a més de tots aquells aspectes relacionats amb la part humana i organitzativa que van poder influir en l'accident. Serà necessari perquè aplicar proves, llegir registres i realitzar simulacions per a conèixer els aspectes tècnics de l'accident.

Els informes d'investigació d'accidents i incidents de seguretat han de garantir que s'aprén dels accidents i incidents ocorreguts amb anterioritat. A més, han de facilitar la detecció de riscos per a la seguretat per a poder mitigar els riscos similars en el futur, així com permetre que els agents del sector ferroviari revisen l'avaluació dels riscos relacionats amb les seues operacions i actualitzen els seus sistemes de gestió de la seguretat quan siga necessari, inclosa, quan siga procedent, l'adopció de mesures correctores

Centrant l'enfocament en l'aprenentatge en lloc de buscar culpables, aprofitant oportunitats de millora amb l'estudi i anàlisi d'accidents i incidents, l'organització pot aprendre dels incidents a un cost relativament baix. Referent a això, és molt important ser capaç d'aprendre dels incidents on no hi ha pèrdues significatives i es poden identificar les fallades i comportaments inusuals d'individus o grups no compatibles amb la gestió de riscos. La capacitat de detectar i actuar sobre indicis menors és fonamental en una organització, per al que es requereix un lideratge compromés i conscient del risc que investigue i aprenga dels senyals febles.

La investigació serà independent de qualsevol investigació judicial.

## 2. OBJECTE

---

En compliment del que s'estableix en l'art. 8.1.j) de la Llei 7 /2018, el present document té per objecte establir una metodologia per a **la investigació d'accidents i incidents ferroviaris i tramviaris que tinga en compte els factors tècnics, humans i organitzatius**, la seua interacció, i l'anàlisi en profunditat de l'origen i totes les causes de les possibles fallades humanes, amb un triple objectiu:

- que no es repetisquen successos no desitjats per les mateixes causes o similars,
- incrementar la seguretat en el transport ferroviari i tramviari, i
- afavorir la prevenció d'accidents.

## 3. MARC LEGAL I ALTRES PUBLICACIONS

---

La metodologia tracta d'ajustar-se a les directrius que marca la legislació autonòmica, tenint en compte la legislació nacional i l'europea, en l'àmbit de la seguretat ferroviària.

En concret es destaquen:

- Llei 7/2018, de 26 de març, de Seguretat Ferroviària.
- Decret 272/2019, de 27 de desembre, del Consell, d'aprovació de l'Estatut de l'Agència Valenciana de Seguretat Ferroviària.
- Decret 190/2021, de 26 de novembre, del Consell, de regulació de la seguretat i l'autorització de posada en servei dels subsistemes estructurals fixos i dels controls periòdics del sistema ferroviari autonòmic.
- Reglament d'execució (UE) 2020/572, de la Comissió, de 24 d'abril de 2020, relatiu a l'estructura de presentació d'informació a la qual hauran d'atindre's els informes d'investigació d'accidents i incidents ferroviaris.
- Real Decret 623/2014, de 18 de juliol, pel qual es regula la investigació dels accidents i incidents ferroviaris i la Comissió d'Investigació d'Accidents Ferroviaris.



- Real Decret 627/2014, de 18 de juliol, d'assistència a les víctimes d'accidents ferroviaris i els seus familiars.

Així mateix, s'ha tingut en consideració a l'hora de redactar aquesta metodologia el que s'estableix en la publicació "Els Factors Humans i Organitzatius en la Investigació i Prevenció d'Accidents Ferroviaris", editada per l'Institut d'Investigació en Seguretat i Factors Humans (ESM).

Finalment, s'enumeren a continuació altres publicacions que s'han pres com a referència:

- "Orientació de bones pràctiques de presentació d'Informes" ERA 15/10/2010.
- "Aprenent dels elements adversos" CIEHF.
- "Elements d'una investigació en profunditat: expectatives de l'ERA" 16/10/2023.
- "Col·lecció d'exemples d'avaluacions de riscos i de possibles eines de suport al Reglament MCS" 2009 ERA.
- Guia "Requisits del sistema de gestió de la seguretat per a un certificat o autorització de seguretat" 2009 ERA.
- Accident and Incident Investigation. Rail Industry Standards. RIS-3119-TOM del 13 de maig de 2022 versió 3.0.

## 4. ÀMBIT D'APLICACIÓ

---

La metodologia exposada en aquest document s'aplicarà a la investigació dels accidents i incidents, segons les tipologies definides en la Llei 7/2018, produïts pel trànsit ferroviari o tramviari que ocorreguen en la xarxa competència de la Generalitat, definida en el Catàleg d'infraestructures ferroviàries i tramviàries de la Generalitat.

Per tant, es recomana que es tinga en compte per part de totes les entitats ferroviàries a l'hora de realitzar les investigacions internes dels diferents successos en els quals es veguen afectades, així com per part de la CIAF-GV quan aquesta haja d'intervindre.

## 5. DEFINICIONS

A l'efecte de aquesta metodologia, i d'acord amb el marc legal ressenyat, s'entén per:

Accident	Un succés sobtat, no desitjat ni intencionat, o una cadena de successos d'aquest tipus, de conseqüències perjudicials; els accidents es divideixen en les següents categories: col·lisions, descarrilaments, danys causats a persones per material rodant, incendis i altres.
Accident en pas autoritzat	Tot accident en un encreuament tramviari en el qual està implicat almenys un vehicle tramviari i un o diversos vehicles de carretera, o altres persones usuàries de l'encreuament, com a vianants, o altres objectes temporalment presents en la via fèrria o prop d'aquesta, si han sigut perduts per un vehicle de carretera o una persona usuària de l'encreuament.
Accident significatiu	Qualsevol accident en què estiga implicat com a mínim un vehicle ferroviari o tramviari en moviment, amb almenys una persona morta o ferida greu, o es produïsquen greus danys (superiors a 150.000) en el material mòbil o en la via fèrria o altres instal·lacions, o interrupcions greus del trànsit (interrupcions del servei ferroviari o tramviari de, almenys, una hora).
Administrador de la infraestructura	Qualsevol organisme o empresa que s'encarregue principalment de la instal·lació i el manteniment de la infraestructura ferroviària, o de part d'ella, la qual cosa també podrà incloure la gestió dels sistemes de control i seguretat de la infraestructura. Les funcions de l'administrador de la infraestructura es desenvoluparan en els termes establits en la Llei 6/2011, d'1 d'abril, de la Generalitat, de mobilitat de la Comunitat Valenciana, i podran assignar-se a diferents organismes o empreses.
Enrotllament	Persones atropellades per un tren o una part del mateix en lloc diferent d'un PN o pas entre andanes, inclosos els arrossegaments per atrapaments en portes. (Font Llei 7/2018 [1])

Autoritat responsable de la seguretat	L'organisme autonòmic encarregat de les funcions relatives a la seguretat ferroviària de conformitat amb la Llei 7/2018.
Causes	Les accions, omissions, successos, condicions, o la seua combinació, que hagen provocat un accident o incident.
Col·lisió entre trens o vehicles ferroviaris	Xoc frontal, atropellat per darrere o col·lisió lateral entre una part d'un tren o tramvia i una part d'un altre vehicle ferroviari, o amb material rodant de maniobres. (Font Llei 7/2018)
Col·lisió de tren amb un obstacle dins del gàlib	Col·lisió entre una part d'un tren o tramvia i objectes fixos o temporalment presents en la via fèrria o prop d'aquesta (excepte en els PN o passos autoritzats), inclosa una col·lisió amb les línies aèries de contacte. (Font Llei 7/2018)
Col·lisió de tren amb vehicle de carretera o parts d'aquests en PN	Col·lisió en un pas a nivell en la qual està implicat, almenys, un tren o vehicle ferroviari i un o diversos vehicles de carretera o parts dels mateixos o objectes units al vehicle o despresos d'aquest. (Font Llei 7/2018)
Col·lisió de tramvia amb vehicle	Col·lisió entre una part d'un tramvia i un vehicle del trànsit de carretera, inclosa la bicicleta, bé siga en un pas autoritzat o fora d'ell. (Font Llei 7/2018)
Cultura de seguretat i clima de seguretat	<p>La cultura de seguretat es refereix a la interacció entre els requisits del Sistema de Gestió de Seguretat (SGS), com les persones els donen sentit, en funció de les seues actituds, valors i creences, i el que realment fan, com es veu en les decisions i comportaments.</p> <p>El clima de seguretat fa referència a la percepció global de la seguretat que serveix de referent per a la pròpia conducta i per a establir un judici de patrons aliens de comportament segur d'aquesta.</p>
Descarrilament de tren o tramvia	Tota situació en la qual s'ix dels rails almenys una roda d'un tren o del tramvia sense que derive en col·lisió. (Font Llei 7/2018)

Entitat ferroviària	Qualsevol operador ferroviari o administrador de la infraestructura, així com qui tinga les característiques i atribucions d'ambdues simultàniament.
Error humà (en el sistema ferroviari)	Accions o omissions comeses per persones en operacions de trànsit ferroviari, així com en altres operacions (manteniment de material rodant, d'infraestructures, etc.) que provenen d'un desajust entre les capacitats de les persones i les exigències de les tasques.
Factors humans i organitzatius	Característiques dels individus, de l'entorn i de l'organització que la seua major o menor influència en els nivells de rendiment humà ha quedat demostrada. Aquells aspectes, circumstàncies i condicions (factors) que puguen influir, positiva o negativament, en la realització d'una tasca per part del treballador. Qualsevol factor que influisca en el rendiment humà.
Factors de risc latent	Factors avaluats negativament que encara no han donat lloc a accidents o incidents però que potencialment poden provocar-ho.
Factors causants	Per factor causant s'entén qualsevol acció, omissió, succés o condició, o una combinació d'ells, que, en cas de ser corregits, eliminats o evitats, hauria impedit, amb tota probabilitat, que es produïra el succés no desitjat.
Factor coadjuvant	Qualsevol acció, omissió, succés o condició que afecte una incidència augmentant la probabilitat que es produísca, accelerant el seu efecte en el temps o augmentant la gravetat de les conseqüències, però l'eliminació de les quals no haguera impedit que es produïra.
Factors subjacents	Aquells elements presents en el sistema que van afectar adversament el seu funcionament o al bon acompliment d'una tasca particular. Es tracta de factors que han demostrat tindre una influència negativa. S'associen a tendències d'errors que van influir en la seua aparició o manteniment. Són factors latents més duradors, que romanen en el

		sistema i dels quals tenim evidència a través de l'anàlisi de riscos o de la investigació d'incidents i accidents.
Factor sistèmic		Qualsevol factor causant o coadjuvant de tipus organitzatiu, social, reglamentari o de gestió que puga afectar incidències similars i relacionades en el futur i, en particular, les condicions del marc reglamentari, el disseny i l'aplicació del sistema de gestió de la seguretat, les capacitats del personal, els procediments i el manteniment.
Fallada activa		Accions insegures i errors dels treballadors que es fan visibles en el moment actual.
Fallada latent		Accions les decisions de les quals estan allunyades en el temps respecte del moment de l'accident, que només o en combinació amb altres circumstàncies pot romandre adormit en el sistema durant llarg temps i es farà evident quan s'aconsegueixca alinear amb altres fallades, posant en perill les defenses del sistema.
Incendi/fum material rodant	en	Qualsevol incendi o explosió d'un tren en un trajecte, incloses les estacions d'eixida i arribada. (Font Llei 7/2018)
Incendi/fum en la infraestructura	en la	Qualsevol incendi o explosió en la infraestructura ferroviària, si aquesta afecta al servei ferroviari. (Font Llei 7/2018)
Incident		Qualsevol incidència, distinta d'un accident, associada al funcionament dels trens i que afecte la seguretat de funcionament.
Infraestructura ferroviària		La totalitat d'elements que formen part de les vies principals i de les de servei i ramals de desviació, com ara els terrenys, les estacions, depòsits i tallers de material ferroviari, els carregadors, les obres civils, els passos a nivell, els camins de servei, senyalitzacions, enllumenat,

	telecomunicacions i tot tipus d'equipament fix necessari per a garantir la seguretat i la continuïtat en les operacions ferroviàries.
Investigació	Procés que inclou la recollida i anàlisi d'informació relativa als accidents i incidents ferroviaris i tramviaris, l'elaboració de conclusions, inclosa la determinació de les causes dels mateixos i, arribat el cas, l'elaboració de recomanacions en matèria de seguretat en la circulació ferroviària o tramviària a fi de previndre'ls en el futur.
Multicausalitat	Les fallades en els sistemes sociotècnics no es deuen a una única causa, sinó a l'actuació conjunta de diverses d'elles.
Normes autonòmiques de seguretat	Totes les normes que continguin requisits tècnics o de seguretat ferroviària establits en l'àmbit autonòmic i aplicables a les entitats ferroviàries o a tercers, amb independència de l'organisme que les emeta.
Operador ferroviari	Qualsevol empresa, pública o privada, l'activitat de la qual consistisca a prestar serveis de transport de mercaderies o persones per ferrocarril, havent de ser aquesta empresa en tot cas qui aporte la tracció; s'inclouen també les empreses que aporten únicament la tracció.
Persona ferida greu	Qualsevol persona ferida que haja estat hospitalitzada més de vint-i-quatre hores com a resultat d'un accident, excepte els intents de suïcidi. (Font Llei 7/2018)
Persona ferida lleu	Qualsevol ferit no considerat com a greu. (Font Llei 7/2018)
Persona morta (Víctima mortal)	Qualsevol persona morta immediatament o de resultes d'un accident, excepte els suïcidis. En el cas de no disposar d'informació, serà considerat com a ferit greu. (Font Llei 7/2018)

Trencament de roda en material mòbil rodant en servei	Qualsevol trencament que afecte la roda, creant un risc d'accident. (Font Llei 7/2018)
Trencament de l'eix de material mòbil en servei	Qualsevol trencament que afecte l'eix, creant un risc d'accident.(Font Llei 7/2018)
Seguretat operacional	Conjunt de mesures i el desenvolupament d'activitats destinades a minimitzar els riscos de les operacions necessàries per a dur a terme el transport ferroviari.
Significatiu	Amb almenys una persona morta o ferida greu, o es produïsquen greus danys (superiors a 150.000 euros) en material mòbil o instal·lacions o interrupcions greus del trànsit (interrupcions del servei ferroviari de, almenys, una hora). (Font *Ley7/2018)
Sistema de gestió de la seguretat	Consisteix en l'organització, les mesures i els procediments establits per un administrador d'infraestructures o una empresa ferroviària per a garantir la gestió de les seues operacions en condicions de seguretat. Sense perjudici de les facultats de l'Agència Valenciana de Seguretat Ferroviària, el SGS servirà de suport a la presa de decisions estratègiques basada en dades objectives
Sistema ferroviari	La totalitat dels subsistemes corresponents a àmbits estructurals (infraestructura, energia, control i comandament i senyalització en terra i a bord, i material rodant) i funcionals (explotació i gestió del trànsit, manteniment i persones usuàries), així com la gestió i explotació del sistema en el seu conjunt.
Sistema ferroviari de la Comunitat Valenciana	Constituït pel conjunt d'elements necessaris per a realitzar qualsevol tipus de transport guiat per carrils metàl·lics que forme part de les seues competències. S'inclouen tots els elements de titularitat de la Generalitat i de les administracions locals, així com els de caràcter privat que precisen d'autorització per alguna d'aquestes administracions.

Víctima	qualsevol persona morta o ferida resultes d'un accident. (Font Llei 7/2018)

## 6. METODOLOGIA

---

La metodologia en la investigació dels accidents marca les bases que han de regir tot el procés d'investigació, posant l'accent en la informació que ha d'existir quan es produeix un succés i els qui són els encarregats de transmetre-la i rebre-la, la pròpia designació d'agents competents en els diferents camps per a realitzar la investigació, les eines que s'utilitzen per a la recollida de dades i la descripció de les diferents fases que té tota investigació.

El propòsit fonamental de la investigació és obtindre sempre una comprensió completa del succés, del per què i com va succeir, considerant els aspectes organitzatius, tècnics, humans del succés i la interacció entre ells. A partir d'aquesta comprensió, s'identificaran correctament les causes directes i indirectes. Per tant, és important remarcar que el propòsit de la investigació d'accidents no és buscar culpables, sinó buscar les causes reals que han produït els accidents per a poder determinar les accions correctives eficaces i evitar que aquest es repetisca.

Existeix un principi internacionalment reconegut per autoritats i experts pel qual s'admet que en el 80% dels accidente i incidents dels trens trobem factors humans implicats.

La metodologia sempre tindrà un enfocament sistèmic. "L'enfocament de sistemes" considera que la majoria dels errors reflecteixen fallades humanes predictibles en el context de sistemes mal dissenyats.

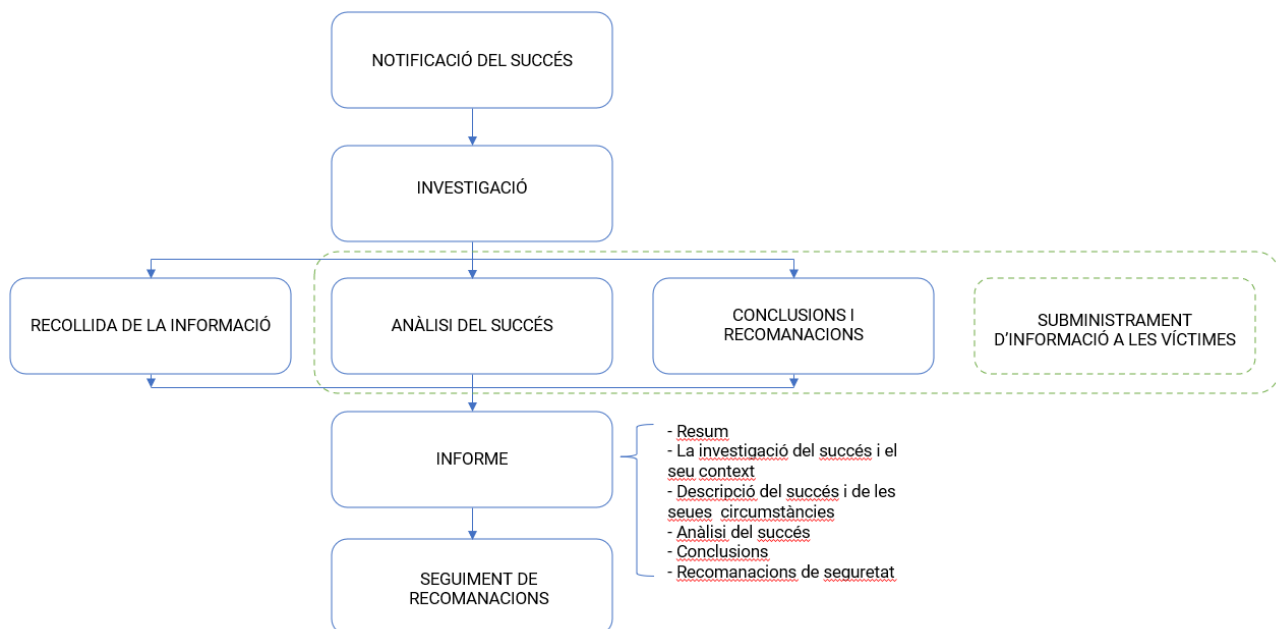
En lloc de centrar els esforços correctius a reprendre a les persones o perseguir l'educació correctiva, l'enfocament dels sistemes busca identificar situacions o factors que podrien donar lloc a errors humans i implementar "canvis en els sistemes" que reduiran la seua ocurrencia o minimitzar el seu impacte en els treballadors. Se sosté que, els esforços per a identificar els errors humans abans que ocorreguen o bloquejar-los de causar mal, seran en última instància, més fructífers que els que busquen crear persones impecables.



El mètode d'investigació descrit en aquesta metodologia per a investigar factors tècnics, humans i organitzatius consisteix en:

- Recopilació de dades encaminada perquè la investigació puga dilucidar quins factors han produït fallades humanes i tècnics, a fi d'obtenir tota la informació necessària i imprescindible per al seu posterior investigació
- Fer una descripció exhaustiva i espai-temporal dels fets realitzada a través d'una metodologia seqüencial - cronològica.
- Comprendre el context d'actuació, decisions i accions en tots els nivells del sistema ferroviari.
- Dur a terme una dissecció de tots aquells actes/accions realitzades pels diferents actors/elements, extrets de la descripció per la seua especial rellevància, per a conèixer les desviacions d'aquests respecte a una actuació de referència.
- Indagar en tots els factors humans, organitzacionals i sistèmics que han contribuït al desenvolupament de tals desviacions. Per a això es recomana la utilització del Mètode híbrid GEMS-SHELL (veure Annex 1 Model Híbrid GEMS-SHELLS).
- Realitzar proves, llegir registres i fer simulacions. A més, s'utilitzaran mètodes i tècniques multidisciplinàries per a una correcta avaluació dels factors tècnics relacionats amb el material rodant, la infraestructura i les instal·lacions tècniques, senyals, PN , ENCEs, etc.

Amb tot l'anterior, s'infereixen els factors causals, subjacents, coadjuvants i sistèmics del succés per a, fonamentant-se en tots ells, establir recomanacions de seguretat a fi d'incorporar l'aprenentatge de les troballes de la investigació del succés, acceptant la necessitat de canviar, comunicant les lliçons apreses, dissenyant canvis efectius i avaluant posteriorment l'efectivitat de els canvis realitzats.



Il·lustració 1: Procés d'investigació d'accidents  
(Font: Elaboració pròpia)

L'ANNEX 6. Procediment d'accions després d'un accident i/o incident descriu esquemàticament el procés a seguir des que succeeix un accident o incident i que és desenvolupat al llarg del present document.

## 6.1. NOTIFICACIÓ DEL SUCCÉS I NECESSITAT D'INVESTIGACIÓ

Qualsevol succés, accident o incident sobre la xarxa ferroviària de la Generalitat ha de ser comunicat per la persona pertanyent a l'organització implicada que estiga en condicions d'informar del succés, de manera immediata, tan prompte com es tinga coneixement, al lloc de comandament o, si és el cas, al lloc de circulació de l'estació més pròxima.

La comunicació ha de fer-se per radiotelefonia, amb un llenguatge clar, concís i correcte, i ha de quedar registrada i emmagatzemada en els dispositius destinats a aquest efecte en el lloc de comandament. Quan no siga possible realitzar la comunicació mitjançant radiotelefonia, es realitzarà per qualsevol altre mitjà disponible.

L'entitat ferroviària tindrà establert un pla d'emergència per a reduir o limitar les conseqüències del succés, garantint la seguretat del lloc i el benestar de les persones implicades.

En el cas que es puga considerar en un primer moment, i amb la informació disponible, que l'accident és significatiu, l'entitat ferroviària haurà de comunicar-lo com més prompte millor a la CIAF-GV.

Aquells altres accidents o incidents (especialment els precursors d'accident) que pogueren tindre una especial rellevància pels seus efectes, perill potencial o el seu impacte en l'opinió pública hauran de ser també comunicats a la CIAF-GV.

En aquesta notificació s'indicaran, como a mínim:

- La data, hora exacta del succés.
- La localització d'aquest (línia, tram, trajecte, estació, punt quilomètric...).
- La denominació del succés.
- Breu descripció del succés (reportatge fotogràfic, croquis de situació,)
- Condicions atmosfèriques i de visibilitat.
- Circulacions involucrades, identificació de trens i pertorbacions del servei.
- L'existència de víctimes.
- Abast de danys i altres valoracions.
- Primeres mesures adoptades i notificacions efectuades

Les entitats ferroviàries, independentment de la qualificació del succés, investigaran internament tots els accidents i incidents en els quals s'hagueren vist implicats (article 51.6 de la Llei 7/2018). Així mateix, hauran de notificar a l'AVSF sobre els accidents ocorreguts, en un termini de 10 dies, amb els detalls d'aquests (article 41.3 del Decret 190/2021).

Per part seua, i d'acord amb la normativa vigent, la CIAF-GV prendrà la seua decisió d'investigar tenint en compte els següents casos:

- Hauran de ser objecte d'una investigació els accidents ferroviaris significatius que es produïsquen sobre la xarxa ferroviària i tramviària de la Generalitat (article 51.1 de la Llei 7/2018). En aquests accidents, serà responsabilitat del president de la CIAF-GV, tenint en compte la informació rebuda i la qualificació inicial del secretari, la decisió d'obrir la investigació i d'adoptar les mesures necessàries.

- En la resta dels successos, serà el ple de la CIAF-GV qui avalue i decidisca sobre la necessitat d'investigar, atesa la concurrència de les següents circumstàncies:
  - La importància de l'accident o incident.
  - La seua repercussió en la seguretat de la circulació ferroviària.
  - Les peticions de les entitats ferroviàries, de l'agència o de la Conselleria competent en matèria de transports.
  - Les peticions d'usuaris, persones afectades o altres interessats.
  - Si forma part d'una sèrie d'accidents o incidents amb repercussió en el sistema en el seu conjunt.

Els actors involucrats en el procés, una vegada decidisquen l'obertura de la investigació, hauran d'acordar els canals de comunicació pertinents. Serà responsabilitat de la CIAF-GV comunicar la decisió d'obrir una investigació, juntament amb una breu descripció d'aquesta, tant a l'AVSF com aquells altres actors que considere oportuns.

L' ANNEX 4. Flux de determinació d'investigació mostra un flux del procés d'identificació si l'accident deu o no ser motiu d'investigació.

## 6.2. DETERMINACIÓ DE LA GRAVETAT DE L'ACCIDENT.

Previ a la investigació d'un accident ha de determinar-se la gravetat d'aquest. Per a això, tal com s'estableix en l'Annex I de la Llei 7/2018, es determinarà la categoria dels accidents:

1. Col·lisions
  - a. Entre tramvies o trens o vehicles ferroviaris.
  - b. Amb obstacles dins de gàlib (inclosa catenària)
  - c. Amb vehicles en un pas autoritzat
  - d. Amb vehicles en un pas no autoritzat
2. Descarrilaments
3. Danys a persones per material mòbil en moviment
  - a. Enrotllament de vianant en pas autoritzat.
  - b. Enrotllament de vianant en lloc diferent d'un pas autoritzat.
  - c. Caigudes de persones dins del material mòbil.

4. Danys a persones per material mòbil aturat o sense intervenció de material mòbil
  - a. Danys a persones en pujar o baixar del tren (inclosos atrapaments en portes).
  - b. Caigudes a la via.
5. Incendi/fum significatiu:
  - a. En material rodant
  - b. En la infraestructura
6. Altres, es considerarà qualsevol accident no categoritzat anteriorment

En funció de les conseqüències que provoquen podran ser considerats significatius o no. Es considerarà accident significatiu i, per tant, serà motiu d'investigació, tot accident en el qual es produísca almenys un ferit greu o una víctima mortal. En cas de no produir-se el descrit anteriorment, només es considerarà un accident significatiu objecte d'investigació si existeix la pèrdua d'un subsistema ferroviari, si es produeix un impacte sobre el medi ambient, o si es provoquen interrupcions greus del trànsit (superiors a una hora).

Així mateix, es registrarà cada accident conformement al tipus d'esdeveniment primari (desencadenant), el qual inicia la situació perillosa, encara que les conseqüències de l'accident desencadenat anara més greu. No obstant això, les conseqüències seran les provocades pels diferents accidents o incidents en el seu conjunt.

Independentment de la seua gravetat, seran registrats tal com s'indica en l'ANNEX 5. *Model de Registre d'un accident o incident ferroviari o tramviari* per a conservar un registre de cadascun dels accidents o incidents esdevinguts. En relació amb aquests últim, l'Annex I de la Llei 7/2018 estableix els indicadors d'incident que poden ser precursors d'un accident. Així mateix, amb caràcter orientatiu, s'ha elaborat una llista no exhaustiva de possibles fallades tècniques en l'apartat 6.3.4 d'aquest informe (Fallada Tècnica).

## 6.3. PROCEDIMENT DE LA INVESTIGACIÓ.

Tant la CIAF-GV com l'entitat ferroviària, d'acord amb els seus procediments, hauran de designar als investigadors que hauran de personar-se en el lloc de l'accident de manera immediata.

En tots els casos, l'equip investigador haurà de ser nomenat formalment i comunicat als diferents actors involucrats. L'investigador o investigadors encarregats hauran de ser independents de qualsevol part, podent recórrer a perits interns o externs depenent de la naturalesa de l'accident o incident que es tracte.

Durant la investigació l'equip designat recaptarà en el lloc del succés la màxima informació i en el termini més breu possible, per a garantir que l'administrador d'infraestructura restablisca com més prompte millor la circulació ferroviària.

La investigació tindrà en compte les necessitats raonables de les víctimes i els seus familiars i els mantindrà informats, tal com s'estableix en apartat 9 *SUBMINISTRAMENT D'INFORMACIÓ A LES VÍCTIMES SOBRE LA INVESTIGACIÓ DE L'ACCIDENT* d'aquesta metodologia.

## 6.3.1. Planificació d'una investigació

La planificació és crucial per a una bona investigació. La revisió primerenca d'un esdeveniment advers proporciona una eina útil per a recaptar les evidències i destinar els recursos que seran necessaris per a la investigació. L'investigador principal iniciarà els treballs elaborant un pla que gestione el procés de la investigació i concloga un informe que continga la informació rellevant del succés. La planificació haurà de quantificar el temps i l'esforç dedicat a la investigació, en funció del risc de l'esdeveniment produït, i es deurà tindre en compte:

- La gravetat de l'esdeveniment
- La probabilitat que torne a ocórrer.
- La necessitat de demostrar la transparència del procés d'investigació
- Investigacions prèvies sobre esdeveniments similars

A causa de la rapidesa de resposta que l'investigador ha de posseir després de la notificació de l'accident, aquest haurà de disposar de l'equipament adequat per a realitzar la investigació, entre ells cambres, gravadora de veu, equips de mesura, etc.

### 6.3.1.1. Avaluació inicial

La revisió primerenca requerirà de la participació de diferents organitzacions per a aconseguir acords i decisions de manera conjunta. La selecció dels revisors ha de tindre en compte el principi de proporcionalitat a l'accident per les polítiques i recursos de les diferents organitzacions. Aquesta revisió podrà ser mitjançant via telemàtica o telefònica, per a

maximitzar la representació dels agents implicats. La presa de decisions haurà de ser proporcional a la categoria de l'esdeveniment.

La valoració inicial de l'accident ha d'incloure almenys els següents aspectes:

- a) Descripció de l'esdeveniment, basada en la informació coneguda.
- b) Avaluació de proves requerides
- c) Cronograma de l'esdeveniment
- d) Avaluació d'acció i/o condició deficient coneguda
- e) Causes potencials tant immediates com subjacents.
- f) Revisió de les avaluacions de riscos relacionades
- g) Mesures adoptades i previstes pendents de realitzar
- h) Comparar les diferències de l'esdeveniment si haguera ocorregut a una hora distinta

Una planificació clara i completa proporciona un millor procés d'investigació i al seu torn un informe més eficaç, partint d'una adequada revisió anticipada de l'esdeveniment.

### 6.3.1.2. Informe preliminar de les entitats ferroviàries.

L'informe preliminar ha de contindre els paràmetres per a la realització de la investigació. Ha de redactar-se després d'haver-se produït l'esdeveniment advers i en consulta amb les parts afectades, sobretot a l'investigador principal.

L'organització/ns responsable/s del desencadenant serà l'encarregada de realitzar aquest informe, aquest guiarà la investigació en termes d'amplitud i profunditat. Si existeixen més agents implicats en l'accident se'ls consultarà sobre l'informe preliminar abans de finalitzar-lo i entregar-lo a l'investigador. Amb aquest aspecte es busca que tots els implicats puguin aportar les dades rellevants que puguin ajudar a mitigar la probabilitat que torne a ocórrer. S'han de considerar els següents aspectes claus:

- a) Identificació de l'organització afectada i de qualsevol altra entitat involucrada.
- b) Detalls de l'accident a investigar (tipus d'accident, data, ubicació)
- c) Investigador principal i membres de l'equip d'experts en la investigació
- d) Objectius de la investigació:
  - a. Esdeveniments que van desencadenar l'accident.
  - b. Identificació de causes immediates i subjacents.

- c. Identificació de mesures correctives que podrien mitigar o eliminar el risc d'aquests esdeveniments adversos en el futur més pròxim.
- d. Identificar qualsevol indicador específic de l'accident.
- e. Notificació de problemes crítics per a la seguretat trobats durant el període inicial de la investigació i que justifiquen les mesures correctives.
- f. Fixació dels terminis de la investigació, proporcional a les conseqüències d'este.

És important que l'informe preliminar fomenti la identificació de les causes subjacents i que no prevalga cap sobre conclusió de l'accident.

Aquest informe preliminar pot ser empleat per part de l'entitat ferroviària en relació amb la notificació de l'accident que ha de realitzar a l'AVSF (article 41.3 del Decret 190/2021).

## 6.3.2. Recopilació d'evidències, proves i informació

És important que tant el personal investigador de les entitats ferroviàries involucrades en el succés com el personal investigador de la CIAF-GV es personen en aquest al més prompte possible amb la finalitat de recaptar la màxima informació i de la manera més exacta possible, així com per a la realització de les proves que es consideren inajornables o peribles, sense que s'haja donat lloc a produir alteracions no imprescindibles en els elements i/o personal involucrat: material rodant; personal implicat en l'operació, el succés i possibles testimonis; l'entorn i la infraestructura.

Una vegada assegurat el lloc de l'accident i les persones afectades hagen sigut adequadament ateses per les unitats d'emergència hauran de recopilar-se les proves de l'accident, sobretot aquelles considerades com a peribles. La recopilació de proves ha de realitzar-se de forma ordenada i el més ràpid possible després de l'ocurrència de l'accident, ja que existeixen proves crucials que poden perdre's o distorsionar-se.

És convenient, per tant, establir una distinció prèvia sobre les dades a obtindre in situ, diferenciant els que, fins i tot sent fonamentals per a la investigació, romandran inalterats les hores o els dies següents, d'aquells que puguen veure's modificats o fins i tot desaparèixer i la recollida dels quals és, per aquest motiu, urgent.

Per alteracions imprescindibles es pot entendre aquelles que han de ser inevitablement realitzades per a poder restablir el servei, com és la reparació de les vies, apartat del material, etc.

El objectiu de la recopilació de proves físiques i testimonials és determinar:



- Les circumstàncies que van conduir a l'accident
- La/les causa/es immediata/es de l'accident
- Les conseqüències de l'accident
- La resposta immediata a l'accident
- Les causes subjacents a l'accident
- Qualsevol altre factor rellevant

Les proves d'alcoholèmia i de detecció de drogues també són, per la seua naturalesa, urgents i serà convenient a vegades sol·licitar la col·laboració de les Forces i Cossos de Seguretat presents en el lloc de l'accident (veure apartat 6.3.2.3 Proves d'alcohol i drogues).

En tots els casos haurà de quedar perfectament identificada l'entitat ferroviària del vehicle ferroviari o tramviari involucrat, el personal involucrat i les seues dades, i la composició del tren/tramvia i els seus vehicles.

En el procés de recollida de dades cal tindre present que la naturalesa de la informació obtinguda pot ser decisiva per a la determinació de les causes de l'accident, per la qual cosa resulta necessari garantir documentalment l'exactitud de les dades, tant en la seua fase d'obtenció com en la seua posterior utilització i custòdia.

Els suports documentals, entrevistes i registres, així com les corresponents actes se signaran pels presents.

És necessària la presa de fotografies de la situació després de l'accident de manera immediata, amb les menys modificacions possibles, per exemple, enganxaments entre vehicles, subjeccions de carrils, situació d'aparells de via, etc. Així mateix, és necessària la realització d'esquemes a mode de croquis, la realització de gravacions i la identificació dels testimonis clau de manera que s'arregle la informació en el moment inicial i poder fer indagacions o entrevistes abans que canvie l'escenari.

Es deurà arreglar informació sobre els següents aspectes:

## A. Procedimentals i operacionals

- Sistema de Gestió de Seguretat Operacional
  - Registre o de mesures de detecció de fallades.
  - Esdeveniments similars o que involucren elements similars.

- Procediments usats en aquelles operacions que interessa analitzar.
  - Historials de manteniment i proves tècniques dels equips involucrats.
  - Descripció o de les activitats laborals, com ara materials utilitzats, accions realitzades, equips i processos de seguretat
- Instruccions que els han sigut donades als operadors.
  - Registre de comunicacions i disposicions laborals.
  - Comunicació de la informació
- Distribució espacial interacció amb equips.
  - Posició o dels comandaments de conducció
  - Interruptors, etc.
  - Registres dels equips de seguretat
  - Anomalies
- Documents de circulació
  - Registres d'incidències
  - Quadrant d'hores
  - Itineraris establerts
- S'arreglaran, així mateix, els procediments específics o les alteracions en els procediments que puguin haver contribuït al succés.
  - Registres de formació i plans de desenvolupament de competències (o similars) dels empleats involucrats en l'esdeveniment advers

## B. Mediambientals

- Pluja.
- Gel.
- Boira
- Sol (enlluernaments).

- Condicions d'il·luminació
- Soroll excessiu.
- Fum.
- Etc.

## C. Material rodant, Infraestructura i instal·lacions tècniques

- Identificació (número de vehicle, composició, etc.) i estat del material rodant, i del seu equipament de senyalització i comunicacions.
- Identificació (tram de línia afectat) i estat de la infraestructura.
- Identificació i estat de la resta d'instal·lacions tècniques: senyalització, electrificació i comunicacions
- Trams en obres.
- Dades recollides pel registrador d'esdeveniments dels vehicles (veure ANNEX 3. *EQUIPS DE REGISTRE I GRAVACIÓ*).
  - Velocitat i desacceleració
  - Registre de l'aplicació de frenada
  - Comandaments del conductor
  - Comunicacions entre el maquinista i el CTC.
- Posicions i indicacions dels equips de senyalització:
  - Aspecte de senyals
  - Ocupació de CV
  - Orientació d'agulles
  - Registre d'avaries de l'enclavament
- Material rodant
  - Mesuraments de temperatura (caixes de greix, frens, rodes...)
  - Pressió dels frens i lectura dels instruments i manòmetres.

- Dades d'equips de tensió
- Estat dels equips de rodament
- Estat del sistema d'amortiment
- Estat enganxaments
- Tiradors d'emergència.
- Estat de les portes
- Infraestructura
  - Fotografies del lloc i de l'equip, inclòs qualsevol agent no associat a l'entorn ferroviari.
  - Estat de l'emplaçament previ a les operacions de reposició.
  - Danys o en els equips, detalls i la identificació de cadascun d'ells.
  - Vessaments, abocaments o agents contaminants.
- Energia
  - Estat de la catenària
  - Estat dels seccionadors
  - Pals i altres elements de subjecció
- Imatges de CCTV associats als moments previs i posteriors de l'accident.

## D. Comportamentals i evidència humana

- Buscar evidències del comportament del personal, abans de l'accident, durant i posteriorment.
- Recopilació de dades d'accions, comportaments i decisions que pogueren tindre influència en el succés.
- Identificar si els errors o transgressions trobades es van produir de manera aleatòria, de manera individualitzada o són sistemàtiques en el grup i/o l'organització.

- Condicions, procediments i mètodes sota els quals es van realitzar les accions que van portar a l'error i a l'accident.
- Estructura jeràrquica, persones implicades.
- Comunicacions prèvies al succés.

Pel que fa a les entrevistes o declaracions, aquestes hauran de realitzar-se a les següents persones:

- Maquinistes/conductors.
- Altres conductors de vehicles de carretera que d'una manera directa o indirecta s'hagen vist involucrats en l'accident o incident.
- Personal del lloc de comandament, caps de circulació, etc.
- Un altre personal que s'haja vist involucrat, com a agents de maniobres, personal de contractes, etc.
- Testimonis aliens a l'organització.
- Personal de Protecció Civil o Bombers.
- Membres del Comitè de Seguretat.
- Personal d'infraestructures o de manteniment de vehicles.
- Etc.

Encara que s'ha de prioritzar la presa inicial de la declaració/entrevista, condicions mèdiques, anímiques i/o d'una altra índole poden condicionar aquesta. En aquest sentit, pot ser una bona opció la realització, al més prompte possible, d'una entrevista inicial amb preguntes bàsiques i, posteriorment, ampliar la mateixa amb preguntes més concretes sobre el succés.

L'entrevista recaptarà informació de la situació associada a l'esdeveniment: qüestions organitzacionals sobre com es controla el treball, capacitació i competència, acords de supervisió, rols i responsabilitats. També explorarà els factors contextuals, com les motivacions darrere de les decisions o accions, la percepció de la intenció i els valors del lideratge i la cultura, en definitiva, informació sobre com es fa el treball.

Si se sospita que la fatiga ha contribuït a l'esdeveniment advers, es preguntarà en la primera entrevista pels torns, el somni previ i les hores de vigília que són determinants clau de la fatiga.

És important que existisca un alt grau de coordinació i col·laboració entre les diferents entitats involucrades, en l'àmbit de les seues competències, i la pròpia CIAF-CV a l'hora tant de recopilar informació com de dur a terme, si és el cas, la investigació pertinent. Per a això es garantiran els següents principis:

- a) Coordinar el lloc de l'accident per a fer-lo un lloc segur
- b) Compartir la informació i evidències tècniques
- c) Coordinació de les entrevistes als testimonis
- d) Compartir l'experiència tècnica i el coneixement durant el procés d'investigació.
- e) Debatre i acordar les recomanacions proposades
- f) Reportar la informació
- g) Enumerar les lliçons apreses.

### 6.3.2.1. Preservació i transport d'evidències.

Abans d'arreglar les proves descrites anteriorment s'hauran de tindre en consideració els següents aspectes a l'hora d'arreglar i tractar les proves presents en l'escenari de l'accident. Es deu garantir:

- Embalatge adequat. Usar contenidors i materials d'embalatge apropiats per a preservar les evidències durant el transport.
- Etiquetat detallat. Marcar cada peça d'evidència amb etiquetes que indiquen el tipus d'evidència, la ubicació de recol·lecció, la data i hora. Serà una tasca de bones pràctiques prendre imatges de la prova previ a la seua recol·lecció.
- Cadena de custòdia. Mantindre un registre detallat de totes les persones que manegen cada peça d'evidència per a assegurar la integritat i autenticitat.

Seguint aquests passos meticulosos, s'assegura que la recol·lecció i la preservació de les proves després d'un accident ferroviari siga completa, precisa i útil per a les investigacions posteriors.

## 6.3.2.2. Anàlisi de les mostres recollides.

L' anàlisi de les proves recaptades en laboratori serà esclaridor de cara a esbrinar l'element desencadenant del succés. Les anàlisis en laboratori es poden classificar de la següent manera:

- Anàlisi metal·lúrgic. Avaluar la integritat i qualitat dels materials metàl·lics utilitzats en rodes, eixos, frens, vies...
- Anàlisi químic. Detectar la presència de substàncies tòxiques inflamables o explosius en mostres ambientals i de materials presents en la zona afectada.
- Anàlisi mecànic. Proves d'esforç i fatiga en components mecànics per a identificar punts de fallada, s'ha de prestar especial atenció en unions de soldadura i possibles fallades de les unions caragolades o reblades.
- Anàlisi toxicològic: proves biològiques que evidencien la presència d'alcohol, drogues i/o altres substàncies (veure apartat 6.3.2.3. *Proves d'alcohol i drogues*)
- Anàlisi electrònic. Avaluar les dades registrades en les caixes negres i mòduls de control per a detectar les anomalies en el funcionament dels sistemes electrònics. Veure ANNEX 3. *EQUIPS DE REGISTRE I GRAVACIÓ*.

L' anàlisi exhaustiu en laboratori és un component essencial en la investigació d'accidents ferroviaris, ja que permet comprendre en profunditat els factors que van contribuir a l'esdeveniment: identificar fallades mecàniques o estructurals, errors humans o fallades en els procediments, avaluar els sistemes de seguretat i control i determinar l'impacte ambiental.

## 6.3.2.3. Proves d'alcohol i drogues

Tal com estableix la Llei 7/2018 en el seu article 44, el personal ferroviari està obligat a sotmetre's a les proves per a la detecció d'alcohol o substàncies psicoactives en l'organisme, que es realitzaran amb plena garantia de privacitat i confidencialitat. La recopilació d'aquestes proves ha de realitzar-se sobre la base del que s'estableix en els sistemes de gestió de la seguretat de les entitats ferroviàries, havent-se de considerar:

- a. S'assegure la recollida de proves d'alcoholèmia i detecció de substàncies psicoactives, mitjançant la determinació del personal amb responsabilitat en la realització d'aquestes.

- b. Les característiques tècniques dels equips emprats i la metodologia per a la realització de les proves i controls, així com la vigilància i custòdia de la mostra i el seu tractament.
- c. Coordinació amb altres organismes participes de la investigació com altres entitats ferroviàries, la Comissió d'Investigació o les autoritats judicials, la realització de les proves d'alcohol i drogues.

En cas que l'entitat no dispose de mitjans per a la realització de les proves de manera urgent, s'hauran d'establir els oportuns convenis, contractes o protocols amb altres entitats que asseguren que aquestes proves es duen a terme. Els acords mai suposaran una transferència per part de les entitats de la responsabilitat de la realització de felicitats proves.

### 6.3.3. Anàlisi del succés

Una vegada recopilades les proves sobre l'ocorregut i els factors situacionals i contextuals associats al succés, es realitzarà una anàlisi exhaustiva de la informació amb eines i tècniques apropiades a la complexitat del sistema.

El propòsit fonamental de la investigació és obtindre una comprensió completa del succeït, del per què i com va succeir, considerant els aspectes organitzatius, tècnics, i humans del succés.

Partint de la documentació, informació i les dades obtingudes en la fase anterior per a identificar les causes, l'equip investigador haurà de valorar novament l'abast de la investigació.

S'ordenaran les dades cronològicament per a obtindre la seqüència causal de temps i successos abans, durant i després de l'accident que ajudarà a veure les causes immediates del succés, assignant especial importància a:

- Les tasques realitzades.
- Les condicions prèvies als errors i al posterior accident.
- Els incidents crítics (allò que es va fer i que va resultar ineficaç).
- La presa de decisions.
- Els mecanismes de defensa (intents de control).
- El Sistema de Gestió de Seguretat
- La gestió dels canvis



- La integració dels Factors Humans i organitzatius en el SGS i en les tasques encomanades
- La càrrega de treball, la fatiga, l'estrés.

Es realitzarà una anàlisi del Sistema de Gestió de Seguretat (SGS). La investigació ha de vincular els elements del SGS amb les troballes en la seqüència d'esdeveniments. S'enumeraran i analitzarà el funcionament dels processos i procediments rellevants que formen part del SGS i que estan relacionats amb el succés.

S'investigaràn les contradiccions en les declaracions/entrevistes dels testimonis, i es distingirà l'essencial, la qual cosa més ha influït en l'accident.

Per a la identificació dels fets, successos i causes que han ocorregut immediatament abans, durant o immediatament després de l'accident s'utilitzaran metodologies d'anàlisi i valoració dels factors causals, algunes de les més utilitzades són (veure ANNEX 1. i ANNEX 2. ):

- Model GEMS
- Model SHELL
- Diagrama d'influència de factors humans (DIFH).
- Índex de possibilitat del succés d'Error (IPSE).
- Judici d'experts.
- Arbre de causes.
- Diagrama d'Ishikawa
- Mètode dels 5 perquès
- Tècnica AcciMap

Així mateix, si fora necessari, es realitzaran o es requeriran d'organismes competents i independents les proves, assajos i verificacions que es consideren necessaris per a la correcta determinació de les causes. Aquestes proves i assajos podran contemplar les relatives a:

- Examen en laboratori de la resistència, estructura, composició o comportament de determinats elements, peces o equips (veure apartat 6.3.2.2 Anàlisi de les mostres recollides).

- Proves de la resposta de les instal·lacions de seguretat en circumstàncies similars a les de l'accident.
- Proves de circulació dels trens o, si és el cas, vehicles de carretera per a reproduir, en la mesura del possible, les condicions de circulació quant a marxa, frenada, visibilitat, etc.
- Estudi o anàlisi de les actuacions del personal per a conèixer les particularitats de la forma i temps de realització de les operacions de circulació.
- Simulacions del comportament dinàmic dels vehicles.

El camp d'estudi ha d'abastar la interacció de diferents elements que interaccionen per a ser causes dels sinistres: la infraestructura, el disseny de les interfícies dels trens, els factors contextuals i operacionals, la gestió de personal, etc.

### 6.3.4. Conclusions i recomanacions

Ja no es parla d'una única causa, sol ser una fallada consecutiva en les diferents barreres, en estar en un entorn sociotècnic que és el que cal estudiar per a investigar les causes tenint en compte tots els factors d'influència. De l'anàlisi dels informes dels accidents investigats es constata que les causes són produïdes per:

- Fallades Humanes i Organitzatives
- Fallada Tècnica.
- Fallada Composta.
- Fallada per Altres Causes.
- Tercers.

#### Fallades humanes i organitzatives

Un dels objectius de la investigació ha de dirigir-se a la identificació dels factors humans i organitzatius que són presents en les organitzacions i especialment a la identificació dels factors subjacents, és a dir, aquells factors humans la influència dels quals en un accident o succés de risc ha sigut demostrada. El seu coneixement permetrà dirigir els esforços preventius als elements del sistema que mostren fissures per les quals s'introdueix l'error fins a l'últim element d'aquest: el maquinista.

Els errors i factors humans es poden classificar de la següent manera:

- En funció de la naturalesa cognitiva:
  - Errors. Quan el treballador pretén seguir el procediment correcte per a la resolució de la tasca concreta, però alguna cosa ix malament.
    - Errors de concepció, associats a la planificació, basats en el coneixement o en les regles.
    - Errors d'execució, relliscades o lapsus.
  - Transgressions. Quan de manera conscient el treballador fa les tasques sense seguir el procediment establert o les normes que les regulen.
    - De rutina, associada a dreceres.
    - Situacionals, per pressió de temps, falta de personal...
    - Excepcionals, per fer coses arriscades en situacions extraordinàries.
    - Per parencia , diversió, competir...
- En funció del context, atenent als següents components:
  - Suport lògic: parts no físiques del sistema com a polítiques de l'organització, procediments, manuals...
  - Suport físic, màquines i equips: equip de treball, eines, maquinària, sistemes de seguretat, panells de control...
  - Entorn: climatologia, infraestructura, taller... i com afecten el comportament de la persona.
  - Element humà perifèric: resta de persones amb les quals treballa.
  - Element humà central: característiques físiques, fisiològiques i psicosocials de la persona, les seues capacitats i limitacions.

L'estudi de cada error i de les seues causes subjacents permetrà abastar tots els casos en els quals podria ocórrer en tots els contextos possibles.

Com a causes subjacents es pot nomenar la pèrdua d'atenció, la pèrdua de consciència situacional, la fatiga, etc.

Així mateix, és possible que uns certs factors organitzatius (veure apartats 6.3.3 Anàlisi del succés i 7.4 ANÀLISI), com la càrrega de treball, les característiques dels llocs de treball o altres que hagen influït en tal comportament i així hagen donat lloc a una actuació pitjor i a l'agreujament de les conseqüències d'aquest accident.

## Fallada Tècnica

Els successos poden ser causats per defectes del material rodant, de la infraestructura, de les instal·lacions tècniques o per mal funcionament d'aquests.

A part de els indicadors d'incidents considerats per en l'Annex I de la Llei 7/2018 que poden desencadenar en un accident, s'ha desenvolupat la següent classificació de fallades tècniques:

- Fallades en el Material Rodant:
  - Elements de frenat (pneumàtics o mecànics)
  - Sistemes de Protecció del tren (FAP i ATP)
  - Averies del sistema de tracció
  - Sistema de Rodament a causa de desplaçaments, trencaments i/ folgances (Suspensió, amortiment, sistemes de guiat, eix...)
  - Elements de captació de corrent
  - Elements de BT.
  - Elements mecànics
  - Etc.
- Fallades en el funcionament de les instal·lacions de seguretat:
  - Aspecte de senyal (més permissiu)
  - Comprovació de la posició d'agulla.
  - Configuració de les balises
  - Alimentació o derivacions dels equips instal·lats en camp.
  - Situació de la configuració dels equips en camp.
  - Etc.

- Fallades en la infraestructura:
  - Carrils i subjeccions (trencament, desgastos, ...)
  - Juntes i soldadures
  - Aparells de via (trencament, desgast, ...)
  - Geometria de la via, deformació o una altra desalineació de la via.
  - Travesses, balast i drenatge (estabilitat, sots, ...)
  - Plataforma i infraestructura
  - Etc.
- Fallades en el sistema de subministrament d'energia:
  - Tensió mecànica (contrapesos)
  - Seccionadors
  - Aïlladors
  - Soldadura catenària-pantògraf
  - Etc.

La identificació de les fallades tècniques que van condicionar o van provocar l'accident és el principal punt d'investigació per a trobar la seua fallada, ja siga desencadenat per la mala execució de les funcions organitzatives (omissió o mala execució d'una tasca de supervisió o manteniment) o per defectes associats al seu disseny o gestió. L'expert tècnic associat a la investigació ha de ser bon coneixedor del sistema d'estudi.

## Fallada Composta

Es denomina Fallada Composta quan el succés ha sigut produït per la combinació d'un o diverses fallades humanes, fallades tècniques o per la conjunció de tots dos. Poden ser:

- Fallada Humana i Organitzativa Composta: quan el succés es produeix per la conjunció de diverses fallades humanes o, no podent-se determinar la causa, es resolga que estan diversos implicats.

- Fallada Tècnica Composta: quan ha sigut produït per la conjunció del material rodant i les instal·lacions o, no podent-se determinar la causa específica, es resolga que estan implicats tots dos.
- Fallada Conjugada: si el succés ha sigut produït per la confluència de la fallada humana i fallada tècnica o, no podent-se determinar la causa específica, es resolga que estan implicats tots dos.

## Fallada per Altres Causes

Si el succés ha sigut ocasionat per causes no incloses explícitament en les fallades anteriors. També comprén els produïts pels fenòmens de la naturalesa i els fortuits.

## Tercers

Aquells successos que tenen el seu origen en l'actuació de terceres persones, com ara:

- Viatgers: si el causant del succés és un viatger. S'entén per viatger tota persona, inclosos els empleats del ferrocarril que no estiguen en servei, proveïda o no de títol de transport, que viatja o té intenció de viatjar per tren.
- Usuaris de Passos a Nivell o encreuament tramviari: si el causant del succés és un conductor que infringeix els senyals en carretera o camí d'un P.N. o encreuament tramviari; o persones que acompanyen animals o ramats i els vianants que no respecten les normes de seguretat viària.
- Persones no autoritzades en instal·lacions ferroviàries: si el causant del succés no és empleat ni viatger i caminen per les proximitats de la via ocupant la zona de gàlib de lliure pas o la creuen per llocs no permesos, abandonen vehicles, maquinària, electrodomèstics, etc. en aquesta zona de gàlib.

Una vegada determinada la causa principal del succés es procedirà a diferenciar entre les causes directes i les subjacents o indirectes que el generen.

Un accident ferroviari sol produir-se per una cadena d'errors coincidents en temps i lloc.

La investigació ha d'analitzar l'error específic desencadenant de l'incident, si n'hi haguera, però també les decisions de nivells superiors de la línia jeràrquica i establir també recomanacions i barreres per a aquestes influències que han de vindre de la direcció de les entitats ferroviàries.

## 7. INFORME

---

L'objectiu de l'informe d'investigació d'accidents és informar amb precisió sobre el mecanisme de l'accident, les seues causes i formular recomanacions per a millorar la seguretat ferroviària. A més, ha de demostrar que la investigació s'ha dut a terme amb professionalitat i permetre als investigadors indicar i argumentar tots els passos rellevants de procés d'investigació. L'informe, així mateix ha de servir per a definir una estratègia preventiva per al futur.

Les entitats ferroviàries involucrades en els accidents o incidents, així com la CIAF-GV en aquells successos que decidisca investigar, hauran d'elaborar un informe, de conformitat amb la normativa d'aplicació i amb el descrit en el present apartat.

En el cas de les entitats ferroviàries, i quan l'accident s'haja considerat com a significatiu, aquest informe hauran de remetre'l a la CIAF-GV.

L'informe haurà d'establir una seqüència lògica i integral que conduïsca a les conclusions i recomanacions apropiades, així com proporcionar informació sobre la qualitat i la minuciositat de l'eficàcia dels SGS de les organitzacions afectades i la seua implicació en la cultura de la seguretat. Els informes hauran de reflectir clarament:

- Les causes.
- Els errors humans i les decisions organitzatives.
- Les fallades tècniques.
- Els factors subjacents.
- Les referències al SGS.
- Conclusions, recomanacions i oportunitats de millora, que hauran d'anar referenciades a les causes, els errors i factors humans, organitzatius i tècnics detectats en l'anàlisi del succés.

Per aquest motiu, i per a presentar la informació de la manera més clara i ordenada possible, es recomana, en funció de la naturalesa del succés ocorregut, que l'informe continga l'estructura que es presenta en els següents apartats.

## 7.1. RESUM

Serà prou clar com per a ser llegit sense necessitat de context i inclourà una síntesi de les dades bàsiques del succés per a entendre els diferents errors i la seua tipologia.

Inclourà una síntesi de les dades bàsiques de la incidència: una breu descripció de l'accident o incident; quan, on i com va ocórrer; i una conclusió sobre les seues causes i conseqüències.

El resum farà referència a tots els factors (causants, subjacents, coadjuvants o sistèmics) que s'hagen detectat en la investigació. Quan siga procedent, el resum inclourà una llista de les recomanacions de seguretat i els seus destinataris.

L'extensió ha de ser proporcional a la grandària de l'informe i a la complexitat de l'accident o incident.

## 7.2. LA INVESTIGACIÓ I EL SEU CONTEXT

En aquesta part es presentaran els objectius i el context de la investigació, cobrint aspectes com ara:

- La decisió d'iniciar la investigació i el seu motiu.
- L'àmbit i els límits de la investigació.
- La composició de l'equip d'investigació, així com la seua capacitat tècnica i les funcions de l'equip d'investigadors.
- Els canals de comunicació i consulta establits amb les persones i entitats implicades i el seu nivell de cooperació.
- La descripció dels mètodes i tècniques d'investigació, així com dels mètodes d'anàlisi utilitzades, juntament amb la descripció de les dificultats i problemàtica específica que s'hagueren pogut plantejar en el transcurs de la investigació. S'assenyalaran les condicions que van provocar el succés, els precursors, les instruccions, procediments, mecanismes de retroalimentació o de control que van provocar el succés o van influir en aquest.
- La possible interacció amb les autoritats judicials, si és el cas.

Qualsevol altra informació que puga resultar rellevant.



### **7.3. DESCRIPCIÓ DEL SUCCÉS I DE LES SEUES CIRCUMSTÀNCIES**

Es realitzarà una descripció fàctica i clara dels fets ocorreguts, establint amb exactitud els fets comprovats del succés i separant clarament el fet verificat de les conclusions i presumpcions. En la narrativa de l'accident estaran tots els "actors" involucrats i la seua contribució a la cadena d'esdeveniments. Així mateix, ha de contindre tots els esdeveniments relacionats que van conduir a l'accident, en termes de l'estat dels sistemes tècnics i les accions i decisions operatives, per a tindre una idea realista del que va succeir i com es va desenvolupar l'accident, des del seu inici fins al final de les actuacions.

Es descriurà el que va succeir, comparat amb el que hauria d'haver ocorregut i/o com s'hauria d'haver procedit, i s'inclourà la informació pertinent sobre el context de l'accident i les circumstàncies de l'esdeveniment, així com els fets anteriors i posteriors al succés per a entendre el perquè de l'error i de l'accident.

Les llacunes existents en el relat s'emplenaran més endavant en la secció d'anàlisi.

En la descripció factual del succés es constatarà:

- Descripció del succés i de les seues circumstàncies:
  - Tipus de succés.
  - Data, hora i localització. S'inclouran les condicions ambientals i la indicació de si existien obres en eixe lloc.
  - Víctimes, ferits greus, afecció al subsistema i danys materials.
  - Intercepció de via (trens afectats i minuts perduts).
  - Personal ferroviari i entitats implicades.
  - Identificació del material rodant, la infraestructura, les instal·lacions i les comunicacions.
  - Elements del subsistema implicats en l'accident (senyal, fre, pantògraf, catenària...)
- Descripció seqüencial:
  - Cadena immediata d'esdeveniments previs:
    - Successos i condicions que van provocar la incidència, i els seus precursors.
    - Actuacions (tant negatives com positives) del personal ferroviari o tercers implicats.

- Funcionament del material rodant i de les instal·lacions tècnica. Estat de les instal·lacions i el material rodant després de l'última inspecció tècnica.
- Gestió de les operacions prèvies al succés: instruccions, procediments obligatoris, mecanismes de supervisió i control, etc. Limitacions o restriccions existents en el tram de l'accident.
- Cadena d'esdeveniments des que es va produir la incidència fins que va finalitzar la labor dels serveis de rescat (pla d'emergències intern-extern).
  - Primera acció d'emergència o de notificació després de l'accident.
  - Accions sobre l'operació establida.
  - Accions i successos realitzats fins a la restauració de la circulació.

Amb aquesta narració es podrà establir exactament els fets que han sigut comprovats i el seu ordre cronològic.

## 7.4. ANÀLISI

En aquesta secció l'equip investigador reprendrà les dades de la descripció i els analitzarà afegint anàlisi d'experts i acoblant diferents fets per a aconseguir conclusions sobre les causes i les circumstàncies que s'amaguen darrere del succés, així com els factors crítics de seguretat que van provocar o van contribuir d'alguna forma al succés. S'establiran els arguments bàsics darrere de cada conclusió i cada conclusió ha de recolzar-se sobre fets i demostrar la seua base.

L'anàlisi ha d'ampliar-se a les condicions i als mecanismes de supervisió previs i actuals de control del sistema ferroviari que, segons la investigació, hagen influït activament en successos similars, incloent-hi l'aplicació del sistema de gestió de la seguretat de les entitats involucrades.

Aspectes per a tindre en compte en l'anàlisi:

- Normativa (tant la que han de complir les organitzacions implicades com la normativa interna) i reglaments aplicables.
- Relació de víctimes i danys.
- Declaració dels testimonis i del personal ferroviari.
- Anàlisi dels sistemes de seguretat.

- Anàlisi dels factors tècnics: el material rodant, la infraestructura i de les instal·lacions tècniques.
- Anàlisi dels factors humans i organitzatius.
- Comunicacions.
- Interfície persona-màquina-organització.
- Avaluació de riscos i SGS
- Mecanismes de supervisió i de control.
- Incidències anteriors de caràcter similar.

L'informe haurà de reflectir els següents elements, els quals han d'incloure's per a cadascun dels successos o factors identificats que revisten un caràcter crucial per a la seguretat:

- **Comeses i deures.**

Aquesta part de l'informe permetrà identificar i analitzar les comeses i els deures dels individus i les entitats (incloses, si fora necessari, les tasques i les funcions definides del personal pertinent) que, segons la investigació, estiguen implicats en la incidència per algun motiu crucial de seguretat o per qualsevol activitat que l'haja propiciada. S'han de contraposar les accions realitzades amb les accions que degueren realitzar-se en la suposada situació esdevinguda.

- **Material rodant, infraestructura i instal·lacions tècniques.**

Factors causants o conseqüències d'una incidència que, segons la investigació, estiguen relacionats amb la condició causant de l'accident (accident primari), inclosos els possibles factors coadjuvants relacionats amb les activitats i les decisions. Per exemple, els derivats del disseny del material rodant, la infraestructura ferroviària o les instal·lacions tècniques; els derivats de la instal·lació i l'entrada en servei del material rodant, la infraestructura ferroviària o les instal·lacions tècniques.

Seran aquells derivats o relacionats amb:

- El disseny del material rodant, la infraestructura ferroviària o les instal·lacions tècniques.
  - Fallades sistemàtiques o fallades aleatòries
  - Modificacions realitzades i avaluació del risc analitzada.

- La instal·lació i l'entrada en servei de: el material rodant, la infraestructura ferroviària o les instal·lacions tècniques.
    - Condicions degradades d'operació.
    - Condicions o restriccions d'ús.
  - Els fabricants o qualsevol empresa de productes ferroviaris.
    - Certificats de proveïdors.
  - El manteniment o la modificació de: el material rodant, la infraestructura ferroviària i les instal·lacions tècniques.
    - Últim manteniment dels equips afectats.
    - Últim registre de la situació de l'estat dels equips.
    - Recanvis o possibles afeccions sorgides del manteniment.
  - Els centres de manteniment, els tallers de manteniment o qualsevol altre proveïdor de manteniment.
    - Certificats.
    - Informes d'auditoria.
    - Restriccions d'exercir la funció.
- **Factors humans i organitzatius.**

Si els factors causants o coadjuvants o les conseqüències d'una incidència estan relacionats amb accions humanes, s'atendrà les circumstàncies particulars i el mode en què el personal efectua les activitats rutinàries durant el funcionament normal, així com els factors humans i organitzatius que podrien influir en les accions o les decisions, com els següents:

## 1. Característiques humanes i individuals:

- a) formació i desenvolupament, com les capacitats o l'experiència;
- b) circumstàncies mèdiques i personals amb influència en la incidència, inclosa l'existència de tensió física o psicològica;
- c) cansament;
- d) motivació i actitud.

## 2. Factors de treball:

- a) disseny de les tasques;
- b) disseny de l'equip amb efectes en la interfície antropomecànica;
- c) mitjans de comunicació;
- d) pràctiques i processos;
- e) normes d'explotació, instruccions locals, requisits del personal, preceptes de manteniment i normes aplicables;
- f) temps de treball del personal implicat;
- g) pràctiques de gestió de riscos;
- h) context, maquinària, equips i instruccions que configuren les pràctiques laborals.

## 3. Factors organitzatius i repartiment de tasques:

- a) planificació del personal i càrrega de treball;
- b) comunicacions, informació i treball en equip;
- c) contractació i selecció, recursos;
- d) gestió i supervisió del rendiment;
- e) compensació (remuneració);
- f) lideratge, assumptes relacionats amb el poder;
- g) cultura organitzativa;
- h) qüestions jurídiques (com les normes i els reglaments pertinents);
- i) condicions del marc reglamentari i aplicació del sistema de gestió de la seguretat.

## 4. Factors mediambientals:

- a) condicions de treball (soroll, il·luminació, vibracions, etc.);
- b) condicions meteorològiques i geogràfiques;
- c) obres en el lloc o la seua rodalia.

El resultat de l'anàlisi serà una jerarquia de la importància o la influència de cada error humà en l'accident (es podria utilitzar la metodologia IPSE mitjançant judici d'experts).

Es detallaran i descriuran les fallades humanes i organitzatives identificats en l'accident.

S'inclourà un gràfic en forma de diagrama d'influència, o arbre de factors humans, que resumisca en una sola foto les causes i factors d'influència que van portar a l'error i a l'accident, per a una millor comprensió de l'ocorregut.

- **Mecanismes de retroalimentació i de control, com la gestió de riscos i de la seguretat o els processos de vigilància.**

Després d'identificar les causes de l'accident ha d'avaluar-se si, dins dels processos d'avaluació de riscos i activitats de vigilància de qualsevol dels agents implicats, hi ha procediments, manuals o registres associats a evitar les accions causades per l'accident. En cas de no existir o no estar correctament especificats, hauran de ser revisats per a evitar possibles accidents de similars característiques, fent un seguiment dels possibles registres associats al seu control.

- **Incidències anteriors de caràcter similar, si es coneixen.**

Incidents registrats de similars característiques tant si van ser precursors d'accident o no. Revisar seguiment o possibles actuacions en cas de ser indicatiu de provocar un accident de similars característiques.

## 7.5. CONCLUSIONS

L'informe acabarà amb conclusions derivades de l'anàlisi del succés i de les evidències recopilades, així com de les conclusions a les quals s'arriba a través d'arguments i raonaments lògics en cas de no tindre evidència ferma.

Aquestes conclusions resumiran la identificació dels factors causants, subjacents i coadjuvants de la incidència i inclouran tant els factors sistèmics immediats com els més complexos, així com les mesures de seguretat inadequades o inexistents per a les quals es recomanen mesures compensatòries. A més, aquest resum farà referència a la capacitat de les organitzacions implicades d'abordar la qüestió mitjançant els seus sistemes de gestió de la seguretat, amb vista a evitar accidents i incidents en el futur.

Així mateix, l'equip investigador pot donar una descripció de les defenses o barreres que van fallar o no existien i assenyalar com els errors humans que es pogueren donar en el succés no van ser neutralitzats per cap barrera.

En aquest apartat de conclusions, se subratlla també com accions insegures i errors humans operatius (fallades actives) han pogut tindre el seu origen en decisions allunyades en el temps del moment de l'accident (fallades latents).

Les conclusions de l'informe inclouran les mesures adoptades des de la incidència, si és el cas, i les observacions addicionals pertinents.

En aquest apartat, s'anotarà així mateix si s'han identificat durant la investigació problemes de seguretat que no van contribuir a les causes i conseqüències del succés investigat però que, no obstant això, són deficiències de seguretat.

En cas que les proves disponibles siguin contradictòries i quan el panell d'experts associats a la investigació no puga arribar a un acord, és possible registrar una conclusió "no concloent".

## 7.6. RECOMANACIONS DE SEGURETAT

Derivades de les conclusions de l'anàlisi de les dades del succés, l'informe podrà contindre recomanacions amb l'objecte millorar l'acompliment en matèria de seguretat i de previndre que el succés es repetisca en el futur.

Les recomanacions de seguretat són deduccions significants derivades dels resultats analítics de la investigació, basades en fets provats i en observacions complementàries sobre aquest tema, necessàries per a evitar o minimitzar la probabilitat o gravetat d'una recurrència. Permeten adoptar conclusions sobre les causes pertinents en matèria de seguretat i les conseqüències d'una incidència, servint de base per a accions correctives.

En l'edició d'una recomanació de seguretat s'hauran de seguir els següents criteris generals, els quals té com a objecte facilitar el seguiment d'aquestes:

- Cada recomanació ha de tractar d'un sol tema.
- Cada recomanació ha de tindre un o diversos destinataris, responsables d'implementar o d'adoptar les accions correctores recomanades.
- Cada recomanació ha d'estar numerada, especialment si hi ha més d'una recomanació en l'informe.

- Cada recomanació ha d'estar directament referenciades en el paràgraf de la investigació conseqüència de la recomanació
- La redacció ha de ser clara, concisa i directa. Ha d'estar descrit com ha de ser l'objectiu concret de la recomanació de seguretat.
- Hauran de ser quantificables de manera que permeta saber si s'ha complert totalment, només una part o res.
- No hauran de tindre un contingut excessivament prescriptiu.

En el cas d'un risc imminent es podran emetre recomanacions de seguretat encara abans d'acabar l'Informe d'Investigació tècnica.

Així mateix, es podran emetre recomanacions de seguretat en relació amb altres observacions que no presenten una relació causal o coadjuvant amb la incidència.

En cas de no incloure's recomanacions, s'explicarà el motiu.

## 8. SEGUIMENT DE LES RECOMANACIONS DE SEGURETAT

---

Les recomanacions de seguretat tenen l'objecte de previndre successos futurs de característiques similars, i constitueixen l'objectiu final de la investigació tècnica d'un accident o incident.

Les recomanacions de seguretat que elabore la CIAF-GV tindran com a destinatari als organismes, entitats i empreses responsables d'implementar o d'adoptar les accions correctores recomanades. El seguiment de les recomanacions és una part vital del resultat de la investigació. La falta d'implementació de les recomanacions pot ser un precursor de futurs esdeveniments adversos. Pel que en cas de no ser acceptades o aplicades es farà un estricte seguiment de les recomanacions per a supervisar les accions aplicades per l'empresa ferroviària.

Així mateix, les recomanacions es destinaran a l'AVSF, ja siga per a realitzar un control sobre les entitats esmentades anteriorment o perquè implemente accions correctores pròpies (per exemple, redacció o actualització de normativa vigent).



L'implementador final haurà d'avaluar la forma i abast de la recomanació, si bé ha d'actuar en conseqüència i informar de les mesures adoptades a la CIAF-CV. Els destinataris de les recomanacions informaran la citada Comissió de les mesures adoptades o en estudi i, si escau, del temps necessari per a la seua aplicació, així com, si és el cas, dels motius de no haver-se pres mesures. Si la decisió fora la de rebutjar-la llavors es presentarà una justificació per escrit a la CIAF-GV i en cas de ser correctament justificada, s'arxivarà.

En el cas d'aquelles recomanacions destinades a l'AVSF en les quals l'implementador final siga una altra entitat, dita implementadora haurà de remetre a la citada agència la informació sobre les mesures adoptades o en estudi i els seus terminis o, si és el cas, els motius del rebuig a la recomanació, de manera que l'AVSF pugua exercir les seues competències de supervisió. Així mateix, remetran informació a l'AVSF de l'estat i evolució de les mesures.

Les organitzacions que tenen diverses recomanacions que implementar tal vegada desitgen prioritzar aquestes accions o fusionar-les quan siguen similars, amb la finalitat de gestionar els recursos i els terminis. Quan siga apropiat, les accions poden incloure's dins dels programes de planificació i implementació de millora del SGS de l'organització. Això permetrà que les accions siguen monitorades i sotmeses als processos de revisió per la direcció de l'organització

L'AVSF informará la CIAF-GV de l'estat, el termini en què seran implementades o la impossibilitat o alternatives per a la seua implantació.

La CIAF-GV mantindrà un registre de les citades recomanacions, en el qual es realitzarà un seguiment de cada recomanació i mesures adoptades fins al seu tancament.

## **9. SUBMINISTRAMENT D'INFORMACIÓ A LES VÍCTIMES SOBRE LA INVESTIGACIÓ DE L'ACCIDENT**

---

A mesura que la CIAF-GV avanç en les seues perquisicions, hauria de proporcionar-se als familiars i a les víctimes, mitjançant avisos periòdics, informació actualitzada i validada sobre la marxa d'aquestes, abans de fer-la pública.

Segons siga procedent, hauria de convidar-se als familiars a assistir a reunions públiques sobre l'accident i proporcionar-los còpies dels informes a mesura que es desclassifiquen seguint el procés habitual de l'autoritat d'investigació d'accidents.

També haurien de notificar-se'ls la data de publicació d'aquests informes i el programa de les reunions amb la finalitat que puguen preparar-se en conseqüència.

Els preavisos poden efectuar-se a través de correu electrònic i de les associacions de familiars.

Un altre tipus d'informació confidencial, com són l'accés a gravacions de veu, totes les declaracions preses a les persones per les autoritats encarregades de la investigació en el curs d'aquesta, la informació de caràcter mèdic o personal sobre persones implicades en l'accident o incident, o les gravacions d'imatges i opinions hauria d'excloure's d'aquesta informació per a assegurar la confidencialitat que garantisca una bona investigació sense interferències.

Els resultats de les investigacions seran públics, assegurant la transparència tant del procés com dels resultats, a fi de proporcionar informació crucial per a la ulterior millora de la seguretat ferroviària.

En cas que s'estigueren portant diligències judicials en relació a l'accident o incident, la informació quedarà supeditada al que s'estableix en la legislació processal que resulte aplicable.

## **ANNEX 1. MODEL HÍBRID GEMS-SHELL per a la investigació de successos amb factors humans i organitzacionals implicats**

---

Els informes elaborats com resultat de la investigació dels successos ocorreguts en una organització han d'anar més enllà de la mera descripció dels fets i dels errors implicats en aquests, ja que l'objectiu d'aquests és resumir i ordenar totes aquelles dades rellevants per a l'aplicació de mesures destinades a la disminució de la probabilitat que un succés semblant torne a ocórrer .

Efectivament, la descripció dels errors per si mateixa, per exemple, "Identificar incorrectament el senyal que afecta el maquinista", no ens proporciona la suficient informació com per a previndre'l en el futur, sabia el maquinista quin senyal l'afectava? La va confondre amb un altre senyal de la platja de vies? Va veure el senyal?

Necessitem contestar a aquestes i altres qüestions per a identificar els factors subjacents que han propiciat la seua aparició.

És precisament la naturalesa i el context dels errors (la seua classificació, per tant) la que permet identificar els factors subjacents, és a dir, aquells factors que augmenten la probabilitat de la seua aparició.

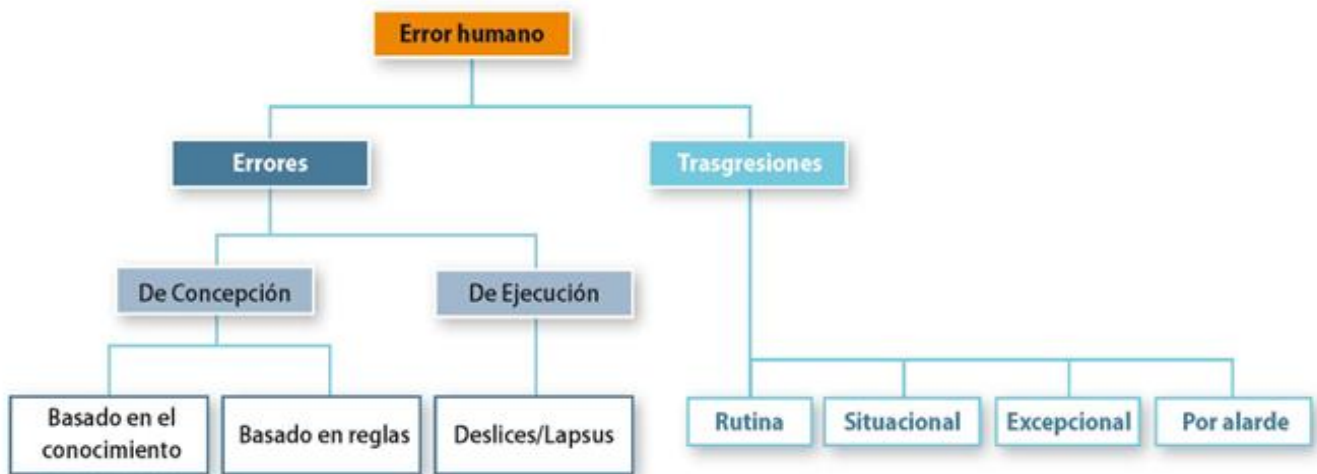
Necessitem un model que ens permeta classificar els errors i factors en funció dels dos criteris anteriors: naturalesa cognitiva i context. El Model Híbrid GEMS-SHELL ens ajudarà a realitzar aquesta classificació.

Per a gestionar adequadament els errors, els analistes han de respondre a les preguntes "com i per què". El model GEMS (Generic Error Model System) de Reason i Rasmussen facilita el coneixement de la naturalesa de l'error.

El model SHELL (Programari-Maquinari Environment-Liveware) de Hawkins, ens permet saber a més d'aquesta naturalesa, el context o interfície que pot donar origen a l'error.

## Model GEMS

Quan parlem d'errors humans és necessari determinar si són errors pròpiament dits i, per tant, involuntaris, o bé són transgressions que procedeixen d'un acte conscient del treballador.



IL·lustració 2: Model GEMS

(Font: Els factors humans i organitzatius en la investigació i prevenció d'accidents ferroviaris. ESM.)

Vegem a continuació cadascun dels tipus d'errors i transgressions que es distingeixen en el Model GEMS.

### Tipus d'Error

Quan el treballador pretén seguir el procediment correcte per a la resolució de la tasca concreta, però alguna cosa ix malament, parlem d'errors pròpiament dits. Aquests errors poden ocórrer tant en el treball com en la vida quotidiana.

- **Errors de Concepció**

Són errors relacionats amb la planificació. En aquesta mena d'errors, la persona no s'adona que ha comés un error, costa reconèixer-lo perquè es basa en el coneixement i en les regles establides. En els errors de concepció la planificació és correcta, però et porta a una acció incorrecta. Les intencions o planificacions incorrectes provenen generalment d'una falta de coneixement o d'un diagnòstic inapropiat, també d'un mal procediment. Aquests errors són difícils de detectar per un mateix, poden no detectar-se en llargs períodes de temps, o fins i tot poden ser àmpliament qüestionats quan s'evidencien: "ens costa reconèixer que ens hem equivocat".

- **Errors de concepció basats en el coneixement**

Els errors són causats per falta d'informació, inadequats models mentals o raonaments incorrectes. Es donen per enfrontar-se a un procediment nou o molt complex, o quan ha passat temps des que s'ha dut a terme un procediment i no el recordem al 100%, etc.

Exemple per a un tècnic de manteniment:

“No regular convenientment el nivell de pressió d'una vàlvula” (En cas d'haver de reparar un nou sistema o unitat, es poden produir errors de coneixement per no saber els nivells del nou sistema per falta de formació insuficient, erosió de la formació rebuda, etc.).

- **Errors de concepció basats en regles**

És una situació intermèdia entre el rutinari o automàtic i el plenament conscient. S'utilitza davant problemes que resulten familiars. En aquest mode d'actuar, l'execució de les tasques està controlada per una sèrie de regles que el treballador ja coneix i que són essencials per a solucionar els problemes; sol haver-hi menys errors que en la fase anterior.

Els errors típics d'aquesta manera apareixen com el resultat de males regles que són aplicades en una situació que és correctament valorada, o bones regles que són utilitzades en una situació equivocada.

Són els errors deguts a la força de l'hàbit, a rutines que creguen expectatives per al 100% de les ocasions. L'individu referenda, assenteix, suposa, però no comprova.

Exemple per a maquinistes:

Iniciar la marxa abans de l'hora d'eixida establida (a causa d'un canvi recent d'horari, per exemple, passar de l'horari d'hivern al d'estiu. El maquinista estaria aplicant una regla que no és vàlida en les noves circumstàncies).

- **Errors d'Execució**

Són errors relacionats amb l'execució. Es defineixen com a errors en els quals la intenció és correcta, és a dir, la persona sap el que ha de fer, però, durant l'execució, s'equivoca. Serien com a “relliscades” o “lapsus”. En aquest cas, la persona s'adona immediatament que ha comés un error.

L'execució es realitza segons el que tenim aprés i hem automatitzat. Es requereix escassa atenció, només ocasionalment per a verificar la seqüència correcta del que s'està realitzant. La tasca és coneguda i habitualment es realitza correctament. Els treballadors saben perfectament el que cal fer i com, però així i tot cometen aquest tipus d'errors.

En els **errors d'execució basats en rrelliscades** es produeix una fallada en els processos atencionals. En els **errors d'execució basats en lapsus** es produeix una fallada en els processos mnèsics.

Aquests errors són problemes d'atenció, confusions perceptives, omissions en algun pas. Sol ocórrer després d'una interrupció.

Exemple per a un cap d'estació:

En una situació on es van acumulant retards i a l'empara d'un Bloqueig Telefònic en via única "no cursar el telefonema d'arribada del tren al Supervisor de l'Estació que l'ha enviat" per oblit, donada l'acumulació de tasques en eixe moment i la pressió per recuperar temps.

## Les Transgressions (infraccions)

En altres ocasions, els treballadors, de manera conscient, fan les tasques sense seguir el procediment establert per a aquestes, o algun dels passos que la componen. Parlem llavors de Transgressions.

Les transgressions ocorren per moltes raons i rares vegades són actes deliberats de sabotatge o vandalisme. La majoria de les vegades, procedeixen d'un genuí desig d'actuar satisfactòriament, per a poder complir amb els objectius marcats i en els temps establits. Les transgressions ocorren en el treball i en la vida diària amb més assiduitat del que podem pensar, i poden ser de diferents tipus:

- **Transgressions de rutina**

Es cometen amb la intenció de fer el treball més ràpidament, per a esforçar-se menys, perquè creu que d'eixa forma es fa millor, moltes vegades per a afavorir la puntualitat. A vegades es tracta de dreces per a acabar la tasca i seguir amb altres més importants, etc.

Exemple per a Agent de Maniobres:

No repetir la comunicació verbal segons el procediment per a donar la conformitat a l'enteniment i, en lloc d'això, contestar amb un "val" o "d'acord".

- **Transgressions situacionals**

Quan sembla impossible fer el treball seguint les regles, per pressió de temps, falta de personal, falta d'espai, etc. La gent descobreix que és impossible fer el treball seguint les regles o considera que la reglamentació és impracticable. Les metes són incompatibles. Els factors situacionals que controlen a la gent en eixe lloc els fan contraposar productivitat a seguretat.

Exemple per a un Supervisor de Manteniment:

“No revisar i comprovar absolutament totes les tasques del bo de treball”.

Aquest error es classificaria com a Transgressió situacional en el cas que existira pressió per part del receptor del material perquè estiguera disposat com més prompte millor.

- **Transgressions excepcionals**

Parlem de Transgressions excepcionals quan la gent fa coses arriscades en situacions extraordinàries, per exemple, arriscar la pròpia vida per a salvar a una altra persona.

Exemple per a maquinistes:

“Donar permís d'obertura de portes en plena via”. (En una situació d'urgència puntual, com un incendi, pot ser més segur que romandre en el tren).

- **Transgressions “por parencia”**

Quan es trenquen les normes per comportar una certa diversió, per competir, per destacar o fer-se notar, etc. Solen cometre-les persones molt joves que es creuen molt hàbils, o ben personal veterà per a demostrar la seua experiència.

Exemple per a maquinistes:

Excedir la velocitat màxima per al trajecte per a recuperar un retard, quan vol demostrar davant tercers que sempre és puntual.

Els errors indicats com a exemples de transgressions per parencia, pogueren ser també transgressions de rutina i fins i tot errors de coneixement, lapsus, etc. Perquè siguen transgressions per parencia han de vindre motivades per una menysvaloració del risc per part del maquinista que, en aquest cas, considera que compta amb les suficients habilitats com per a cometre una transgressió sense conseqüències.

La persona creu que ho pot fer perquè és el millor, creu que controla perfectament, és més ràpid i segur que un altre company, no considera necessari fer unes certes comprovacions, detindre's, etc.

És important entendre que un mateix error pot classificar-se en diverses de les categories descrites, depèn del perquè la persona els comet (la seua naturalesa cognitiva). Per a aconseguir-ho, és fonamental conèixer i comprendre els Factors Subjacents a aquest error. Per a això els classificarem en funció del context en el qual tenen lloc mitjançant el Model SHELL.

## Els Factors Humans en el Model SHELL

Les persones no cometem errors per atzar, ni de forma aïllada. Els errors es produeixen en interactuar amb els sistemes. Treballem en contínua interacció amb altres persones, màquines, sistemes, etc. En aquest context amb tantes i tan variades interaccions és on la persona pot cometre un error, que, segurament, serà l'últim de tota una cadena d'errors. En aquests casos, només la conducta o actuació final de l'agent últim (agent de maniobres, personal de manteniment, maquinista...) enfront d'eixos errors pot garantir la seua seguretat, la de tercers (viatgers, altres treballadors...) i la de les instal·lacions.

Hem de conèixer, doncs, el que pot originar la fallada no sols dins dels subsistemes dels quals disposen els individus, sinó també en la relació d'aquests amb els individus.

Com els errors estan descrits en funció de la naturalesa cognitiva, necessitem identificar els factors subjacents i el context en el qual tenen lloc. El model posa de manifest i analitza l'element humà en interacció amb els diferents elements del sistema: Interfície Persona-Màquina-Organització.

Així, quan es classifica un error, amb el model GEMS i els factors subjacents facilitats pel model SHELL es podrà abastar totes les oportunitats d'ocurrència d'eixe error en tots els contextos possibles.

Els cinc components del Model SHELL són:

- **S- Suport lògic o "Software"**: Es refereix a les parts no físiques del sistema com a polítiques de l'organització, procediments, manuals, check-list, elements de senyalització, criteris organitzatius, gestió de la formació, entrenament, sistemes informàtics, organització de la circulació, gestió del manteniment, etc.
- **H- Suport físic, màquines i equips o "Hardware"**: Es refereix a l'equip de treball, eines, maquinària... Inclou aspectes com ara controls, instruments, sistemes de seguretat, panells de control, etc.



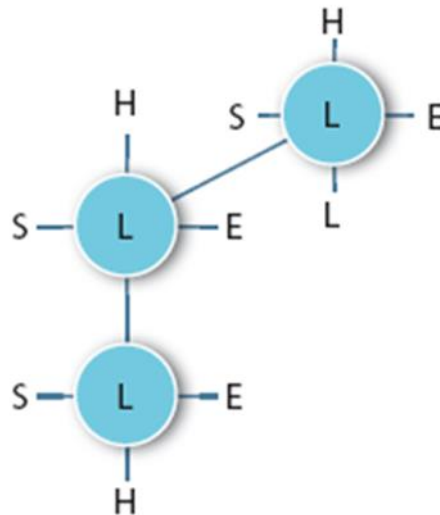
- **E- Entorn o "Environment"**: Es refereix a com els elements de l'entorn (climatologia, infraestructura, taller...) afecten el comportament de la persona. Inclou aspectes com a ergonomia de l'entorn de treball i els seus elements, el manteniment i neteja d'aquests elements, etc. També fa referència a elements ambientals com ara el clima, la visibilitat, el soroll, etc. I de l'entorn, entès com la infraestructura, el taller i els seus elements.
- **L- Element Humà Perifèric o "Liveware" Perifèric**: es refereix a la resta de persones amb les quals treballa l'agent central, com, per exemple, cap de Circulació, operador de Centre de Control, agents de maniobres, maquinistes, especialistes, comandaments, factors i altres companys.
- **L- Element i Humà Central o "Liveware" Central**: És el component més flexible i valuós. Cada persona compta amb unes característiques físiques, fisiològiques i psicosocials personals, amb les seues capacitats i limitacions. La persona interactua directament amb cadascun dels altres quatre components del sistema. La persona i cada interrelació o "interfície" constitueixen possibles àrees d'investigació. Són les capacitats, actituds i aptituds de l'agent implicat.



*Il·lustració 3: Model SHELL  
(Font: Els factors humans i organitzatius en la investigació i prevenció d'accidents ferroviaris. ESM)*

Però, sens dubte, la part més interessant, de la que obtindrem més informació i que és, al seu torn, la més costosa d'obtenir són les interaccions de cada component amb la resta. Aquestes interaccions poden ser entre dues o més components, en funció de la complexitat del context en el qual té lloc l'error.

D'aquesta forma es produeixen, com a mínim, les següents interaccions entre (L) o agent central i la resta d'elements del sistema.



*Il·lustració 4: Interaccions en el model SHELL  
(Font: Els factors humans i organitzatius en la investigació i prevenció d'accidents ferroviaris. ESM)*

- **L-L:** Interaccions de l'agent final amb altres agents. Fa referència a les relacions de les persones amb altres persones, incloent-se en aquest apartat la supervisió presencial, les comunicacions, etc.
- **L-H:** Fiabilitat del disseny dels equips. Quantitat, qualitat i oportunitat de la informació proporcionada, ergonomia cognitiva d'aquests, etc.
- **L-S:** Coneixement dels procediments, acceptació i ús de la normativa, etc.
- **L-E:** Entorn de treball que pot canviar. Com els elements afecten el comportament de la persona, estat i situació dels elements, de les infraestructures i tallers, visibilitat, etc.

No obstant això, conèixer bé els efectes d'aquestes interaccions, és una qüestió complexa. Determinades tasques impliquen la necessitat d'interaccionar amb diversos elements alhora i han de tindre's en compte tots ells. D'aquesta manera, la possibilitat d'interaccions augmenta considerablement.

En cadascuna de les interaccions possibles s'emmarcaran els Factors Subjacents corresponents. No obstant això, resulta difícil oferir un llistat de factors quan es tracta de nomenar una interacció entre un element de l'entorn i la reacció adversa que provoca en el

subjecte. Correm el risc de simplificar i nomenar el factor explicatiu de la interacció posant més pes en un dels elements que en els altres.

En qualsevol cas, la majoria dels factors subjacents solen ser nomenats pel seu efecte negatiu sobre (L) central, l'operador final. Per exemple: pèrdua d'atenció, pèrdua de consciència situacional, fatiga, etc.

Serà llavors el dibuix concret de cada interacció el que determine la presència de l'element precursor H, L E, S, i el que aportació el tret diferencial (el "cognom" del factor). Així tindriem, per exemple:

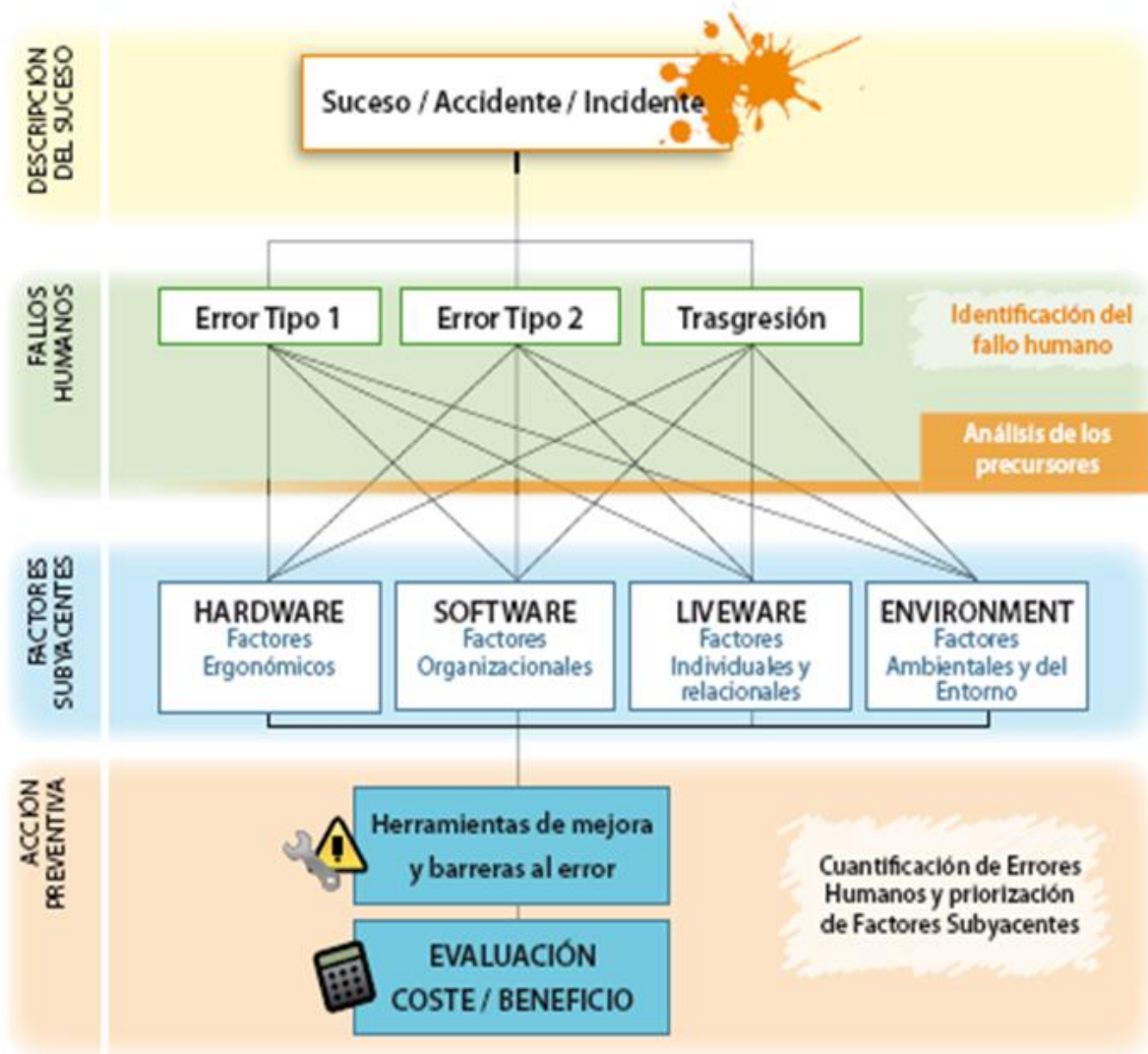
- Pèrdua d'Atenció per interrupció d'una altra persona (L-L)
- Pèrdua d'Atenció per demandes excessives dels sistemes o eines (L-H)
- Pèrdua d'Atenció per atendre múltiples estímuls visuals externs (L-E)
- Pèrdua d'Atenció per trobar-se marejat (L)

Si tenim en compte totes les interaccions del model SHELL, obtindriem les interfícies que es descriuen a continuació. Enumerarem alguns exemples de Factors Subjacents de cadascuna de les interfícies possibles amb la finalitat de facilitar la seua comprensió.

Prenent com a L central a l'agent o operari que comet l'error actiu, amb els seus propis factors subjacents, ja que porta amb si característiques personals i vivencials, posarem com a exemples L, en les interaccions que a continuació descrivim, al maquinista o conductor, però també a l'operari de lloc de comandament, al tècnic de manteniment, al cap d'estació, a l'agent de maniobres, etc.

Tots els subsistemes tenen, almenys, un o diversos agents finals (és a dir, (L) centrals), per a no nomenar-los a tots, es poden aplicar els exemples als operaris a dalt nomenats.

Aquestes interaccions poden provocar en aquest L central tant Errors com Transgressions.



Il·lustració 5: Representació gràfica en forma d'arbre del model híbrid GEMS-SHELL  
 (Font: Els factors humans i organitzatius en la investigació i prevenció d'accidents ferroviaris. ESM)

## ANNEX 2. ALTRES TÈCNIQUES USADES EN INVESTIGACIÓ TÈCNICA D'ACCIDENTS

---

A continuació, es realitza una breu descripció d'altres mètodes que se solen usar en la investigació tècnica d'accidents:

### Judici d'experts

Ferramenta per a la investigació d'accidents ferroviaris que s'utilitza quan es requereix una anàlisi profunda i ben fonamentada dels fets, una vegada que s'han identificat els factors subjacents a l'erro, i que permet minimitzar un cert grau de subjectivitat en estimar el valor que se li atorga a la informació d'origen, combinant el coneixement i l'experiència de l'equip d'investigadors.

És un procés formal, estructurat i documentat que consisteix a recopilar les valoracions dels investigadors i manipular-les mitjançant mitjans estadístics avançats de manera que s'aconsegueixca una aproximació o opinió comuna a la solució del problema, utilitzant l'anàlisi de la dispersió dels resultats com a mesura de la incertesa associada a l'opinió majoritària.

Aquesta tècnica se sol utilitzar quan els coneixements, registres i dades són insuficients.

A diferència d'altres mètodes, el judici d'experts permet cert debat entre els experts, encara que aquests debats estan limitats per a impedir la pressió d'uns membres sobre uns altres, ja que els judicis s'emeten inicialment de manera individual. Després d'un breu debat estructurat, cada expert pot ajustar i argumentar les valoracions donades.

És important que el grup d'experts no siga gran, es fomenti la llibertat d'expressió i s'eviten tant les crítiques com qualsevol forma de regateig o negociació.

El judici d'experts consta de 8 fases:

- Elaborar una descripció de la/les tasca/ques de la forma més concreta possible per a evitar interpretacions errònies.
- Preparar les instruccions per als experts sobre el procés.
- Realitzar una plantilla per a arrebregar les respostes dels experts.
- Seleccionar als experts que s'han de consultar, entrenar-los en el mètode i minimitzar els biaixos.

- Arreplegar els judicis d'experts.
- Calcular la consistència entre els judicis d'experts, de manera que les dades tinguen validesa i representen un resultat estadístic significatiu.
- Aglutinar les estimacions.
- Calcular els límits de confiança.

## Anàlisi de causa arrel (Root Cause Analysis – RCA)

El RCA és un mètode sistemàtic per a descobrir les causes arrel de problemes per a poder identificar solucions adequades. El RCA entén que és molt més efectiu previndre i resoldre de manera sistemàtica els problemes subjacents en lloc de simplement tractar els símptomes i buscar solucions temporals.

L'anàlisi arrel pot dur-se a terme mitjançant una sèrie de principis, tècniques i metodologies que permeten identificar les causes d'un succés. En anar més enllà de la causa i l'efecte superficials, el RCA permet veure on va fallar el sistema o va generar un problema.

Els objectius de l'anàlisi són, primerament, descobrir la causa d'un succés; en segon lloc, comprendre totalment com aprendre dels problemes subjacents que formen part de la causa i, en tercer lloc, aplicar el que aprenem a partir de l'anàlisi per a previndre problemes futurs de manera sistemàtica.

Si no diagnostiquem la causa real d'un problema, és probable que aquest torne a produir-se una vegada i una altra.

Existeix una sèrie de principis essencials que determinen l'eficàcia d'una anàlisi d'arrel i que oferiran una aportació a la qualitat de l'anàlisi. Aquests principis són, entre altres, comprendre que, en la majoria dels casos, pot haver-hi diverses causes, per a estudiar-les en profunditat i posar barreres mateixes; centrar-se en com i per què alguna cosa va succeir i no en qui és el responsable, etc.

En definitiva, es tracta de buscar l'evidència concreta de causes i efectes per a recolzar l'argumentació de la suposada arrel d'un problema i proporcionar informació suficient per a elaborar un pla d'acció preventiu.

Segons es descriu en els principis anteriors, quan analitzem problemes i causes en profunditat, és important adoptar un enfocament complet i integral. A més de descobrir l'arrel d'un problema, hauríem d'esforçar-nos per proporcionar context i informació que permeten elaborar unes barreres.

Els 6 passos de l'anàlisi de causa arrel són:

- Definir l'incident. Abans d'identificar la causa d'un problema, primer cal entendre-ho per complet.
- Recopilar informació al respecte.
- Identificar les possibles causes mitjançant alguna de les tècniques o estratègies.
- Analitzar les causes amb els resultats obtinguts.
- Desenvolupar i aplicar solucions, buscant com posar barreres perquè no es repetisca.
- Supervisar els resultats.

Per a dur a terme una anàlisi d'arrel eficaç existeix un gran nombre de tècniques i estratègies que es poden utilitzar: la tècnica dels 5 perquès, el diagrama d'espina de peix o causa-efecte, l'arbre de causes, etc.

## Arbre de causes

L'arbre de causes és una metodologia utilitzada en la investigació d'accidents ferroviaris per a identificar i analitzar les causes que contribueixen a un incident. Aquest enfocament ajuda a desglossar un accident en els seus components bàsics proporcionant una comprensió clara i detallada dels factors involucrats.

Partint de l'accident, es remunta fins a arribar als factors de risc bàsics que van contribuir a provocar-ho, determinant les causes originàries de l'accident que és necessari eliminar o controlar.

Aquesta tècnica estableix que tot accident no es produeix per una única causa sinó per múltiples causes i en cap cas pot reduir-se solament als errors humans i als errors tècnics. A més, permet detectar aquelles causes de tipus organitzatiu que solen estar en l'origen dels problemes.

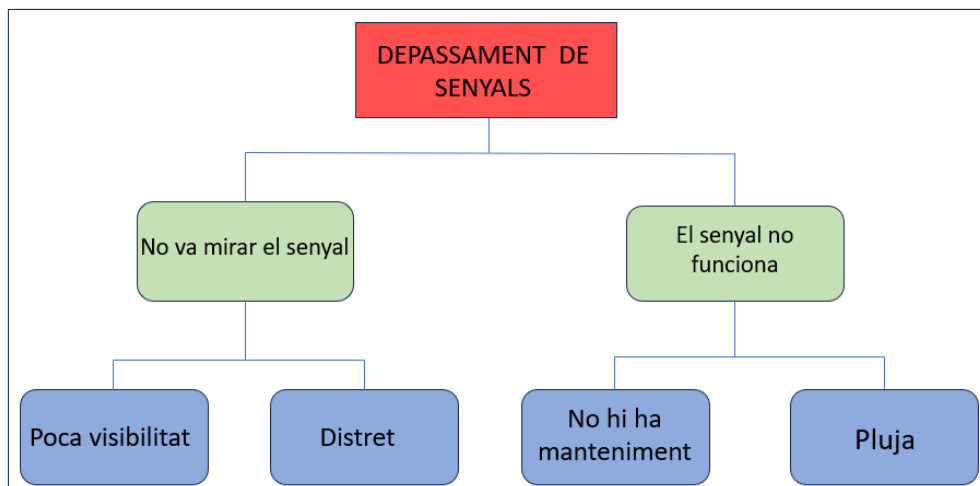
L'arbre de causes consisteix a construir un diagrama que representa gràficament la seqüència d'esdeveniments que van conduir a l'accident, partint de l'últim fet, l'accident, i es va cronològicament cap arrere.

L'esdeveniment final està en la part superior de l'arbre que és el que s'està investigant.

Les causes immediates són les branques principals de l'arbre que representa a les accions o condicions directament relacionades amb l'accident.

Les causes subjacents es detallen descendint per l'arbre i són les que van contribuir a les causes immediates. Aquestes causes poden ser factors tècnics, humans o organitzatius que van facilitar que ocorregueren les causes immediates.

Els nodes de decisió representen punts en els quals diferents opcions podrien haver portat a opcions diferents i ajuden a comprendre les diferents vies que podrien haver portat a l'accident.



Il·lustració 6: Exemple arbre de causes per a un depassament de senyals  
(Font: Elaboració pròpia)

## Mètode dels 5 perquè

Mètode senzill, que ens fa preguntar cinc vegades el perquè d'una acció fins a trobar l'origen del problema.

La tècnica és senzilla, no té gran dificultat d'aplicació, és una eina fàcil i moltes vegades eficaç per a descobrir l'arrel d'un problema, ja que és simple i es pot adaptar de manera ràpida per a poder resoldre un problema.

Quan es busca resoldre un problema, es comença amb el resultat final de la situació (accident) que es vol analitzar i es treballa cap arrere (cap a l'arrel), preguntant de manera contínua: "Per què?".

La pregunta es repeteix una vegada i una altra fins que la causa arrel del problema es fa evident. No obstant això, s'ha de tindre en compte que, si no s'obté una resposta correcta de manera ràpida, és possible que s'haja d'aplicar altres tècniques de resolució de problemes.



INCIDENT	¿PER QUÈ 1?	¿PER QUÈ 2?	¿PER QUÈ 3?	¿PER QUÈ 4?	¿PER QUÈ 5?	RESULTAT
Un tren depassa un senyal de parada	Maquinista no va veure el senyal	El senyal no estava en el seu lloc habitual	L'havien posada a la dreta	Els va semblar correcte col·locar-la a l'esquerra i no van avisar al LC	No norma establida sobre posició de senyal	<b>Solució 1:</b> <b>Aprovar o actualitzar normativa</b>
		Maquinista ocupat comprovant trajecte	No solia passar per aquest trajecte	És un maquinista substituït	Senyalització no sol comunicar els canvis al LC	<b>Solució 2:</b> <b>Elaborar procediment</b>
					Falta de personal i no hi ha reserves suficients	<b>Solució 3:</b> <b>Augmentar plantilla</b>

*Il·lustració 7: Exemple de taula per a l'aplicació del mètode dels 5 perquè (Font: Elaboració pròpia)*

## Diagrama d'Ishikawa

El Diagrama d'Ishikawa, també anomenat diagrama causa-efecte o "espina de peix" és un mètode d'anàlisi de causes utilitzat per a l'anàlisi d'accidents i incidents, sobretot en casos d'accidents greus o incidents d'alt potencial, en els quals l'anàlisi a més pot presentar complexitat i no se sap a priori quins poden ser les causes principals.

És una tècnica que permet una millor organització i revisió mèdica dels factors causals. Així, i fins i tot no tractant-se d'un mètode seqüencial, es representa gràficament el conjunt de factors i subfactors causals (en la part de les espines) que contribueixen a generar un succés/accidente (que apareix al "cap" del diagrama).

El diagrama il·lustratiu de les relacions causa-efecte d'un accident s'elabora seguint la següent seqüència:

1. S'ha de concretar el succés "efecte" a investigar situant-lo al cap de l'esquema (final).
2. Seguidament, es realitza la categorització de les espines principals o categories causals que poden ser: factors humans, organitzatius o tècnics i la forma és:

3. S'ha d'identificar les causes secundàries a través de fletxes que acaben en les espines, això es pot realitzar mitjançant una anàlisi causal de cada factor contribuent de cada categoria. Addicionalment, es pot fer una assignació de rellevància causal de cada factor i es pot establir una rellevància de les causes principals per a tractar unes abans que unes altres, a més es pot afegir qualsevol altra informació que siga d'utilitat.

Per a aplicar aquesta tècnica de manera eficaç es recomana analitzar prèviament de manera global el succés a investigar i tractar d'identificar causes primàries que possibiliten una millora contínua.

### Tècnica AcciMap

La tècnica AcciMap és un mètode d'anàlisi d'accidents basat en sistemes desenvolupats en el marc de la gestió de riscos. La tècnica s'ha aplicat a una varietat d'accidents en les indústries del OIL&GAS, marítims, ferroviaris i d'aviació. Aquesta tècnica presenta els següents avantatges, aquest sistema és aplicat per a la investigació d'accidents ferroviaris al Regne Unit (RIS 3119):

- a) Identificar una àmplia de factors que poden contribuir a un esdeveniment advers.
- b) Representar com eixos factors identificats es combinen per a desencadenar un esdeveniment advers,
- c) Identificar les àrees problemàtiques clau que han d'abordar-se per a previndre futurs esdeveniments adversos.

La tècnica consta de 5 passos:

#### Pas 1: Plantilla

S'han d'establir els cinc nivells:

- a) Factors externs
- b) Factors organitzatius (incloent els tècnics)
- c) Factors laborals i l'entorn de treball
- d) Factors individuals
- e) Resultats.

**Pas 2: Identificar els resultats**

Identificar a seqüència d'esdeveniments i escriure cada esdeveniment individual en una casella. Aquests esdeveniments poden identificar-se mitjançant la recopilació de dades i l'anàlisi d'entrevistes, observacions o documentació. Cadascuna de les caselles han de col·locar-se en el nivell de Resultats en l'ordre que va ocórrer la seqüència d'esdeveniments

**Pas 3: Identificar les causes**

Determinar les causes de cada esdeveniment, és a dir, els factors que, de corregir-se, podrien haver evitat que ocorreguera l'accident. Cada causa haurà de correspondre's a les fallades humanes identificades en el present document (veure subapartat 6.3.4. Conclusions i recomanacions), algunes podran estar relacionades amb més d'un resultat, igual que diverses causes poden estar relacionades amb un únic resultat. L'atenció no se centra únicament en les causes immediates, sinó que també es tindrà en compte els factors subjacents contribuents, és a dir, aquelles fallades sistèmiques que van prevaldre durant períodes prolongats abans de l'esdeveniment advers. Cada factor causal s'ha d'arregregar en una caixa.

**Pas 4: Identificar el nivell d'AcciMap apropiat**

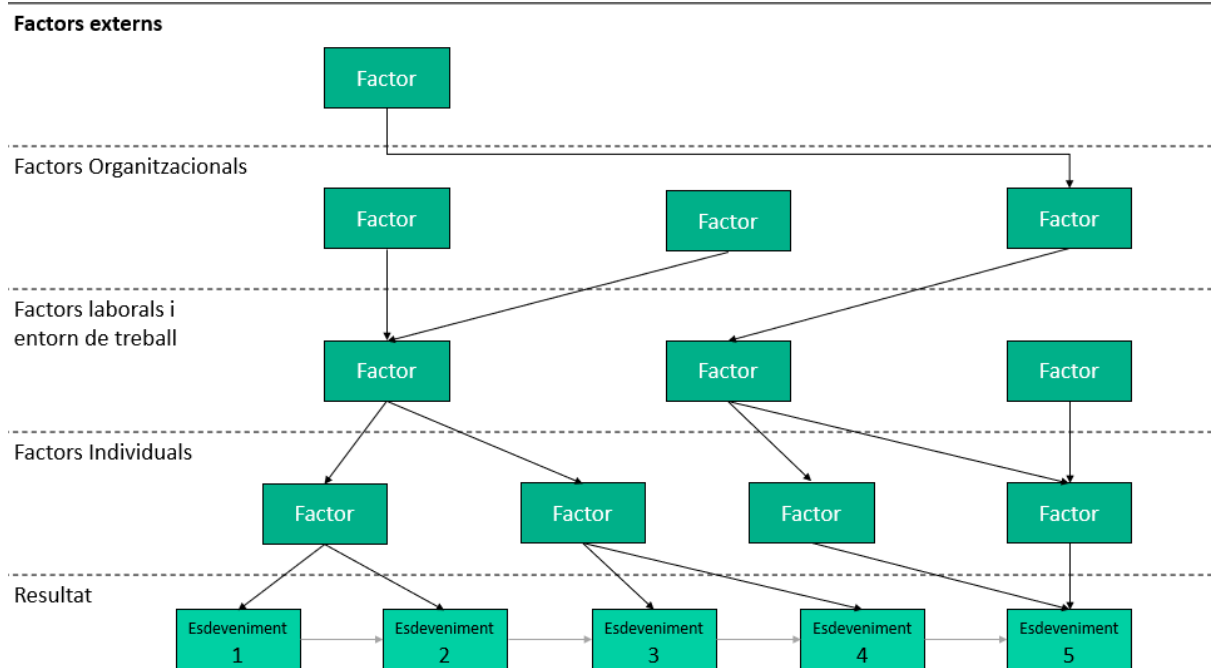
Classificar els factors causals i contribuents identificats segons els nivells d'AcciMap creats en el pas un. Les següents taules detallen cada nivell de model AcciMap:

Nivell	Nivell AcciMap	Exemple
Factors externs	El nivell de causes externes inclou causes que estan fora del control de la/(s) organització(ns)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vandalisme</li> <li>• Terrorisme</li> <li>• Catàstrofes naturals</li> <li>• Crisis Econòmiques</li> <li>• Privatització o Subcontractació</li> </ul>
Factors organitzacionals (factors tècnics)	El nivell organitzacional incorpora causes relacionades amb els processos organitzacionals. Els factors es	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos inadequats</li> <li>• Gestió de competències</li> </ul>

Nivell	Nivell AcciMap	Exemple
	col·loquen dins d'aquest nivell si estan sota el control de la(s) organització(ns).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normativa inadequada</li> <li>• Reducció de pressupost</li> <li>• Mala avaluació de riscos</li> </ul>
Factors laborals i entorn de treball	El nivell de posat/lloc de treball incorpora causes relacionades amb el lloc, les tasques, el lloc de treball i els factors associats amb aquests que estan dins del control de la(s) organització(ns) involucrada/de(s).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicació verbal</li> <li>• Ergonomia laboral</li> <li>• Avisos i notificacions</li> <li>• Mitjans facilitats</li> <li>• Condicions laborals</li> <li>• Càrrega de treball</li> <li>• Qualificacions</li> <li>• Procediments</li> </ul>
Factors individuals	Els factors individuals són els precursors immediats dels resultats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta d'atenció</li> <li>• Infracció dels procediments</li> <li>• Errors</li> </ul>

*Taula 1. - Nivells d'AcciMap  
(Font: \*RIS 3119)*

Una vegada establert el nivell d'AcciMap de cada causa, s'han d'organitzar les notes que detallen cada factor causal en la taula d'AcciMap. La següent tasca és connectar els vincles causals entre cada factor i cada nivell. Els factors només estan vinculats si el nivell superior va ser necessari perquè ocorreguera el factor o el resultat del nivell inferior. La seqüència de fletxes il·lustrarà els factors causals que van conduir als resultats. L'estructura resultant permet visualitzar les causes i contribucions com a nivells interactius dins d'un sistema complex.



*Il·lustració 8: Esquema AcciMap  
(Font: RIS 3119)*

### Pas 5: Desenvolupar recomanacions

El pas final és desenvolupar recomanacions per a cada factor causal identificat l'objectiu del qual és establir què podria canviar-se, controlar-se o mitigar-se per a evitar que ocorreguen futurs esdeveniments adversos. L'investigador pot garantir que cadascun dels factors d'acompliment humà, els factors de l'incident i els factors externs han sigut apropiadament assignats mitjançant la següent taula:

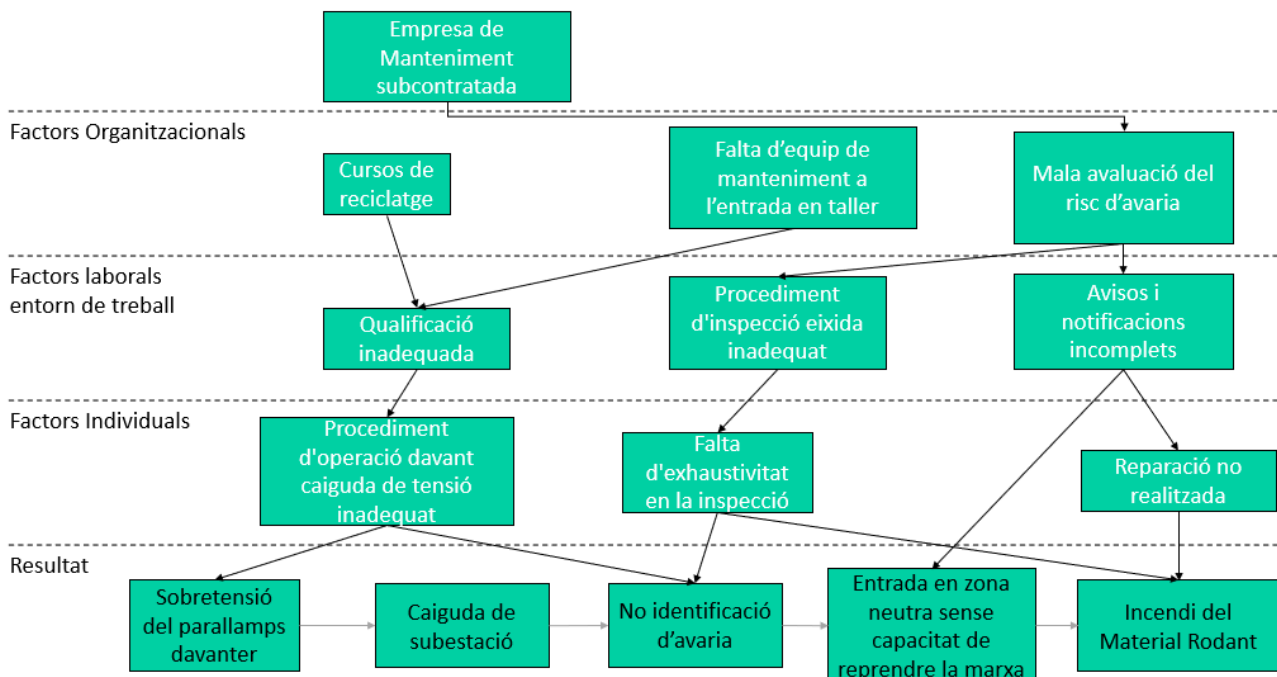
Factors	Causa específica/contribució	Recomanació

*Taula 2.- Identificació dels factors  
(Font: RIS 3119)*

A continuació, es mostra un exemple de l'aplicació d'aquesta tècnica:

L'accident va ser produït per la no identificació d'una avaria en el pantògraf. Aquest tren tenia la particularitat de poder operar en ample ibèric com en ample UIC el que li permetia operar en dues tensions 3kV-25kV. Com la fallada el tren el va tindre en el pantògraf de 3kV no va tindre problemes d'operació per la xarxa de 25kV, per la qual cosa aquest tren després del seu pas per taller no es va revisar el sistema de captació d'energia de 3kV. El tren va eixir de taller operant en 25kV, no va ser fins que es va produir el canvi de sistema de captació i l'entrada en zona neutra quan el pantògraf de 3kV va ser forçat a connectar-se a la xarxa de 25kV i a causa de la fallada latent tranquil·la soldat a la catenària provocant l'incendi.

## Factors externs



Il·lustració 9: Exemple AcciMap  
(Font: Elaboració pròpia)

## ANNEX 3. EQUIPS DE REGISTRE I GRAVACIÓ

L'article 51.3 de la llei 7/2018, de 26 de març de seguretat ferroviari, diu:

3. *"El personal funcionari d'investigació que designe la comissió tindrà la consideració d'agent de l'autoritat quan actue en l'exercici de la seua funció investigadora. Durant l'exercici de la seua activitat, i prèvia autorització judicial en aquells casos en què la mateixa siga necessària, podran: [...]*

- a) *Accedir als equips de registre i gravació a bord i al seu contingut, amb possibilitat d'utilitzar-los, així com al registre de gravació de les comunicacions en estacions de transport de persones, terminals de transport de mercaderies i centres de control de trànsit, si és el cas, i al registre del funcionament del sistema de senyalització i control del trànsit."*

La caixa registradora d'esdeveniments, o caixa negra, és un sistema que va a bord del tren que té com a finalitat registrar informació rellevant sobre la circulació d'aquest, des de les converses mantingudes entre el personal de conducció i el personal de gestió de la circulació, fins a la informació relativa a l'operació del tren (velocitat a la qual ha circulat, funcionament dels sistemes de frens, etc.), que permet tindre una espècie de "llibre de ruta" del tren. Per aquest motiu, en cas d'accident o incident, contenen una informació vital que permet analitzar l'ocorregut en els moments previs de l'accident i establir les seues causes.

Aquests equips, compostos per un maquinari, un programari i connexions (interfícies) d'entrada i eixida de dades, registren nombrosos senyals que queden emmagatzemades en una memòria interna que es dissenya amb criteris de protecció contra impactes, i tenen capacitat de registre de veu i emmagatzema dades de diversos viatges.

Entre la informació que guarda, figuren dades sobre la velocitat registrada pel velocímetre i el recorregut, diu a quina hora passava el tren per un punt quilomètric i a quina velocitat passava. Addicionalment, es registren tots els estats dels senyals per on circula el tren, així com les actuacions que fa el maquinista depenent de l'estat dels senyals.

La caixa negra registra senyals relacionats amb el sistema de fre, com, per exemple, l'aplicació del fre de servei, l'actuació del fre d'urgència, l'actuació del sistema antibloqueig o aïllament del fre d'eixos o bogies (conjunts de parells de rodes).

També registra senyals relacionats amb el sistema de tracció, com per exemple disponibilitat de tensió en la catenària, i senyals relacionats amb el llaç d'emergència del tren i els seus sistemes associats, com el sistema de detecció d'incendis o l'actuació d'aparells d'alarma.

Por tot això, la caixa negra es considera l'equip de registre i gravació fonamental per a la investigació d'accidents.

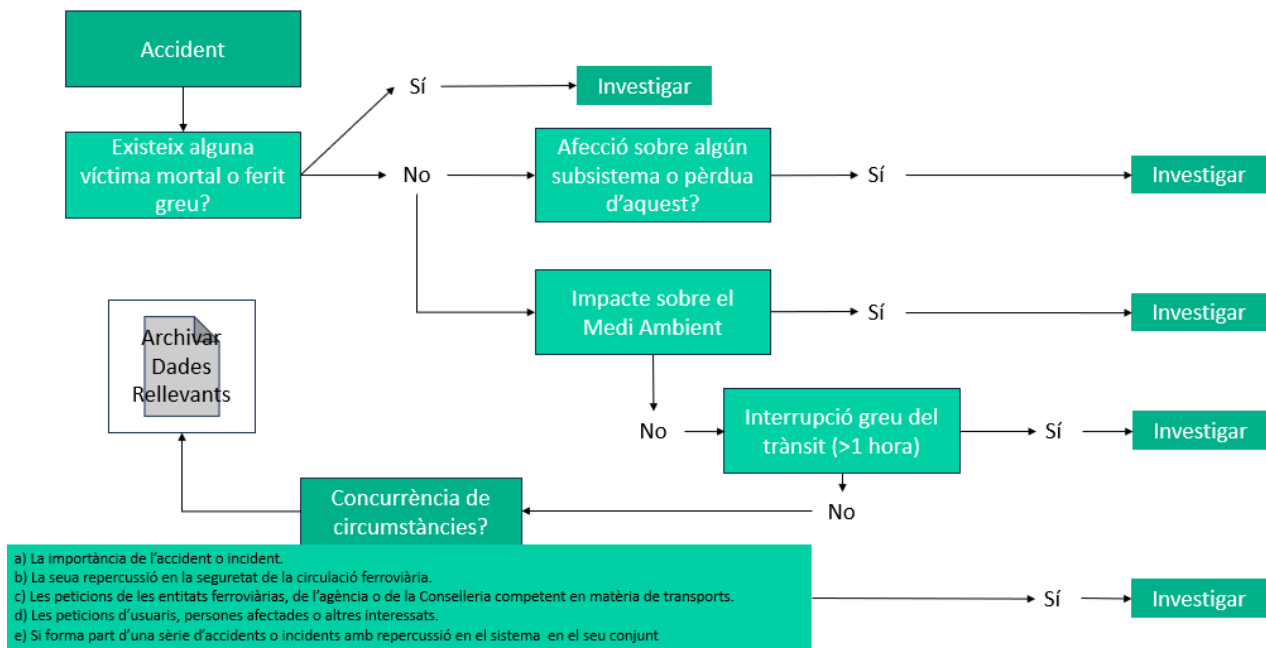
Les entitats ferroviàries desenvoluparan en els seus Sistemes de Gestió de la Seguretat els procediments pertinents en relació amb els protocols d'accés i manipulació per part del personal inspector als equips de registre i gravació, així com els de cadena de custòdia, tenint en compte els següents aspectes:

- Seran custodiats i manipulats per personal autoritzat.
- Es registrarà l'estat en què es troben mitjançant fotografies i notes detallades on també s'indicarà la data i hora de recuperació.
- S'assegurarà un empaquetat i transport controlat i segur.
- S'emmagatzemaran en instal·lacions segures i amb accés controlat i restringit només al personal autoritzat. S'establiran protocols d'accés i manipulació per a cada interacció amb els dispositius.
- El procés d'anàlisi es realitzarà en laboratoris especialitzats i sota condicions controlades.
- Els procediments d'anàlisi seran transparents i precisos.
- Els resultats han de ser inclosos en l'informe final i les dades han d'estar disponibles per a la seua revisió.



## ANNEX 4. Flux de determinació d'investigació.

Per a assegurar un camí ràpid i inequívoc a l'hora d'investigar un accident es pot seguir el següent fluxograma:



Il·lustració 10: Procés d'investigació d'accident  
 (Font: Elaboració pròpia)

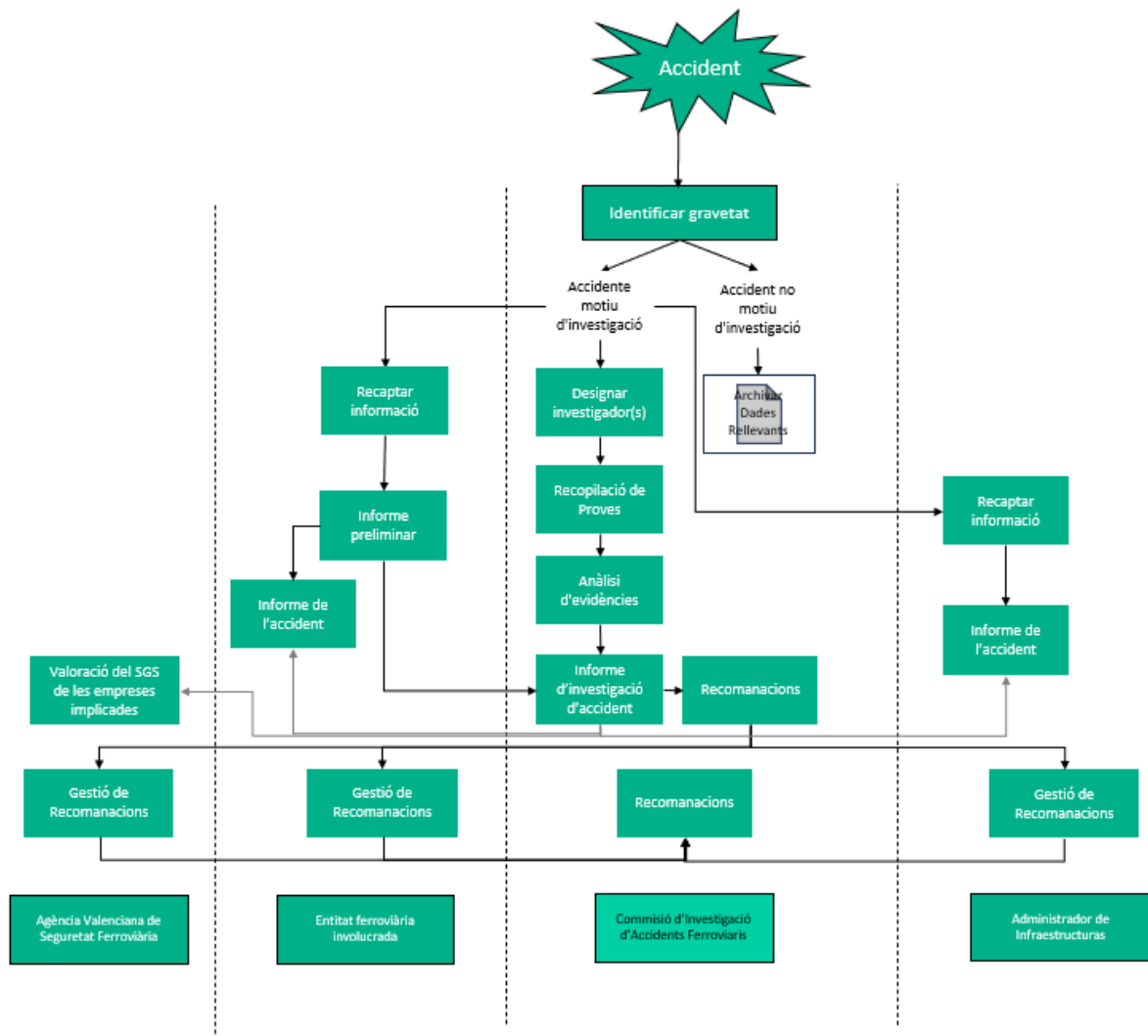
## ANNEX 5. Model de Registre d'un accident o incident ferroviari o tramviari.

Aquest apartat arreplega una fitxa orientativa de la informació que es pot identificar una vegada s'ha produït l'accident, que pot ser actualitzada conforme s'identifiquen més dades del succés.

Nº expedient	Classificació succés	Tipus de Succés	
Data	Hora	Línia	Tipus
P.K	Estació més pròxima	Municipi	Província
Operació		Tren	
Empreses implicades			
Administrador de la infraestructura			
Empresa ferroviària			
Altres empreses implicades			
Danys personals			
	Mort	Ferit greu	Ferit lleu
Viatger			
Empleat			
Usuari pas a nivell			
Persona no autoritzada			
Altres			
Total			
Identificació			
Incident precursor (S/N)		Indicador del incident	
Accident Greu		Tipus d'Accident	
Perills presents o latents		Ruta operativa segura	

Taula 3. Registre d'accident  
(Font: elaboració pròpia)

## ANNEX 6. Procediment d'accions després d'un accident i/o incident.



Il·lustració 11: Fluxgrama d'investigació d'un accident  
(Font: Elaboració pròpia)