

**Servei amb subministrament i muntatge
de pantògraf, reforç estructural i
modificació de software en l'auscultadora
179.01 de Ferrocarrils de la Generalitat de
Catalunya
- PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES -**

ÍNDICE

1.	OBJECTE DEL PLEC.	1
2.	ABAST.	1
3.	ESPECIFICACIONS GENERALS DEL PROJECTE.	1
3.1	Dades generales de les línies.....	2
3.2	Característiques tècniques de la catenària	5
3.3	Informació del tren auscultador	5
3.4	Condicions Climàtiques.	5
3.5	Normativa aplicable	5
3.6	Normalització.....	7
4.	ESPECIFICACIONS DELS TREBALLS A DESENVOLUPAR.	7
4.1	Muntatge del pantògraf.....	7
4.2	Reforç estructural per a equips de sostre	7
4.3	Reforç estructural per a equips en el frontal de la màquina	7
4.4	Implementacions al software d'auscultació de via.....	8
4.4.1	Llistat EXCEL/XHS de defectes de via.....	8
4.4.2	Edició d'esdeveniments.....	8
4.4.3	Visualització de gràfics	9
4.4.4	Incorporació d'un nou paràmetre a registrar.....	9
4.4.5	Millora en la visualització del desgast ondulatori.....	9
5.	PLANIFICACIÓ, TERMINIS I EXECUCIÓ	9
6.	MANTENIBILITAT	10
7.	ESTUDIS DE SEGURETAT	10
8.	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	10
9.	RECANVIS I UTILLATGES	11

10.	INSPECCIÓ, RECEPCIÓ I GARANTIA	12
10.1	Consideracions generals.....	12
10.1.1	Revisió del disseny	12
10.1.2	Inspecció durant la fabricació.....	12
10.1.3	Vigilància de materials i treball.....	13
10.1.4	Proves d'acceptació a fàbrica (FAT).....	13
10.1.5	Transport, descàrrega, i muntatge a instal·lacions de FGC	13
10.1.6	Proves d'acceptació a les instal·lacions de FGC (SAT)	13
10.2	Garantia	14
10.2.1	Fiabilitat del material i dels equips d'auscultació.....	15
10.2.2	Disponibilitat del material i els equips d'auscultació	15
11.	FORMACIÓ DEL PERSONAL	16
12.	ANNEXES	16

1. OBJECTE DEL PLEC.

El present plec de prescripcions tècniques té per objecte descriure les característiques tècniques que ha de satisfer el muntatge d'un pantògraf, reforç estructural i implementació de millores de software al vehicle auscultador 179.01 de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, complementant allò especificat al Plec de Clàusules Administratives.

A continuació es referencien els documents annexos que formen part d'aquest plec:

- Annex I – Fitxa tècnica vehicle auscultador
- Annex II - Requisits de Seguretat

2. ABAST.

Mitjançant aquesta licitació, es pretén donar resposta als requeriments mecànics i les modificacions necessàries a executar al tren auscultador de via subministrat per MATISA 179.01 per a la instal·lació d'un pantògraf, els reforços necessaris en l'estructura de la cabina i les modificacions del software. En concret els treballs objecte d'aquest plec contemplen:

- Subministrament d'un pantògraf i la seva instal·lació en el sostre de la màquina.
- Càlculs estructurals per al posicionament dels equips en sostre del vehicle d'auscultació.
- Càlculs estructurals en el frontal de la màquina per a ubicar un equip de mesura del posicionament de la via respecte al fil de contacte.
- Preparació de la màquina a nivell d'instal·lació i passos de cablejat per alimentar els futurs equips previstos.
- Actualització del software d'auscultació de via MASER en base l'experiència sobre el primer desenvolupament actualment en servei.

3. ESPECIFICACIONS GENERALS DEL PROJECTE.

S'ha d'entendre aquest projecte com claus en mà.

De forma general, s'hauran de complir les especificacions tècniques descrites en aquest plec, si bé s'atorga llibertat als licitadors per presentar les solucions o millores que considerin oportunes, les quals hauran de ser aprovades prèviament per FGC.

Haurà d'aportar una memòria descriptiva de la proposta presentada, adjuntant-hi material gràfic, plànols, i en general, tota la informació que es consideri necessària per descriure tècnicament l'abast de la proposta. En la proposta tècnica s'inclourà també una fitxa tècnica del pantògraf proposat.

La proposta ha d'incloure un pla de treball que descriu a escala temporal les diferents fases de disseny, construcció, validació i posada en servei. Cal aportar una proposta de protocol de proves tipus a seguir en fase de validació.

S'inclourà el pla d'Autocontrol de Qualitat que estigui previst seguir durant l'execució del projecte, així com el Pla d'Actuació Mediambiental per fer front als residus generats en fase de posada en servei i explotació, i descripció de Mesures d'Eficiència Energètica i Sostenibilitat".

De manera general, la màquina s'haurà d'ajustar a l'Estat de l'Art, i a les normatives actuals, amb l'objectiu d'assolir un rendiment del treball, una fiabilitat i disponibilitat òptims. Serà

assimilable a altres existents al mercat, amb resultats provats en altres administracions, allunyant-se de prototips o solucions ex professo.

El constructor treballarà estretament amb el client, i lliurarà totes les informacions i documents necessaris que se li sol·licitin. Es preveu la seva participació a les reunions de seguiment acordades en fase de projecte i execució.

L'empresa adjudicatària designarà un responsable del projecte, que serà l'interlocutor davant d'FGC per al desenvolupament correcte del projecte.

3.1 Dades generals de les línies

Com a informació general, es dona a continuació les dades següents:

Dades generals i característiques geomètriques de la Línia de Barcelona-Vallés	
Tensió nominal de catenària	1.500 VDC
Alçada mínima de la catenària	4,2 m
Ample nominal de la via	1.435 m
Radi mínim de corbatura en via general	60 m
Radi mínim de circulació	50 m
Radi mínim de les diagonals a via general	60 m
Tangent màxima de la diagonal	0,2
Radi mínim de les diagonals a platja de tallers / dipòsits	60 m
Tangent màxima de la diagonal	0,20
Altres tangents	0,125 0,09
Peralt màxim	0,14 m
Rampa de peralt	3‰
Rampa / pendent màxima	46‰

Radi mínim acord vertical	650 m
Tipus d'acord recta-corba	Clotoide o paràbola cúbica
Inclinació carrils	1/20
Tipus de carril	UIC 60 UIC 54 - 90/70 UNE 45 kg/m
Desgast admissible de carril (vertical + horitzontal)	15 mm
Desgast màxim horitzontal	7,5 mm
Carga màxima admissible per eix	15 Tn

Dades generals i característiques geomètriques de la Línia de Llobregat-Anoia	
Tensió nominal de catenària	1.500 VDC
Alçada mínima de la catenària	4,07 m
Ample nominal de la via	1.000 m
Radi mínim de curvatura en via general	90 m
Radi mínim de circulació	50 m
Radi mínim de les diagonals a via general	60 m
Tangent màxima de la diagonal	1:6
Radi mínim de les diagonals a platja de tallers / dipòsits	60 m
Tangent màxima de la diagonal	1:10,5
Altres tangents	1:14

Peralt màxim	0,11 m
Rampa de peralt	3‰
Rampa / pendent màxima	30‰
Radi mínim acord vertical	600 m
Tipus d'acord recta-corba	Clotoide
Inclinació carrils	1/20
Tipus de carril	UIC 54 - 90/70 UNE 45 kg/m
Desgast admissible de carril (vertical + horitzontal)	15 mm
Desgast màxim horitzontal	7,5 mm
Carga màxima admissible per eix	15 Tn

Sobreamples	
Per a $R \geq 200$ m	5 mm
Per a $R < 200$ m	10 mm
Per a $R < 150$ m amb contracarril actiu	35 mm
Toleràncies de muntatge	+5 mm -3 mm

Nota: A efectes de gàlib, a l'ample nominal se sumarà, si escau, el sobreample corresponent, la tolerància de muntatge i el desgast mitjà horitzontal de carrils:

$$AG = AN + Sac + To + dh$$

Essent:

AG = Ample de via a efectes de càlcul de gàlib

AN = Ample nominal

Sac = Sobreample per curvatura

To = Tolerància de muntatge de carrils

dh = desgast horitzontal

3.2 Característiques tècniques de la catenària

La tensió d'alimentació nominal de la línia és de 1500 VDC. La catenària té les següents característiques:

- altura màx. sobre pla de rodolament: 6.000 mm (Màxim Llobregat Anoia)
- altura mín. sobre pla de rodolament: 4.060 mm (Mínim Llobregat Anoia)
- descentrament màx. respecte de l'eix de la via: ± 500 mm
- pendent de transició en els canvis d'alçada: 2 ‰
- secció del cable sustentador (cable de Cu electrolític): 153 mm²
- secció del fil de contacte (fil ranurat Cu electrolític dur): 107 mm²x2
- Catenària Rígida:
 - o Barra alumini PAC-110
 - o Fil de contacte ovalat de 150 mm²
 - o Secció conjunta de catenària: 1.558 mm²

El licitador haurà d'adaptar el pantògraf a aquestes característiques, i posarà especial atenció en el seu aïllament elèctric i electromagnètic, per condicions normals de funcionament i per situacions d'avaría.

3.3 Informació del tren auscultador

El sistema d'auscultació de catenària s'haurà d'instal·lar sobre el tren auscultador de via 179.01, fabricat per l'empresa MATISA. Les dades bàsiques del vehicle s'adjunten a l'annex 1.

3.4 Condicions Climàtiques.

El sistema ha de ser dissenyat per treballar entre -10 °C i 40 °C, en qualsevol condició climàtica de precipitació.

El sistema ha de ser capaç de mesurar correctament per a condicions de pluja lleugera (Inferior a 2 mm/hora), amb una humitat relativa ambiental inferior a 90%, i en qualsevol condició de radiació solar.

3.5 Normativa aplicable

El disseny general del sistema, i en particular de cada subconjunt, s'haurà d'adaptar a les normes generals vigents i a les prescripcions definides al present document. Així mateix serà aplicable el Reial decret 1215/1997, l'adjudicatari ha de lliurar un certificat per una empresa certificadora que indiqui el compliment d'aquest Reial decret, i el marcatge CE conforme a les directives europees que apliquin.

No obstant això, si en algun aspecte no fos possible seguir estrictament les normes, o alguna entrarà en contradicció amb alguna de les prescripcions tècniques particulars del plec, el

constructor haurà d'indicar a FGC aquesta circumstància i la seva motivació, FGC ha d'autoritzar l'alternativa adoptada .

Per al sistema d'auscultació han de ser conformes amb les normes UIC, respecte als quals es faran els processos de verificació i recepció del funcionament de la part específica de mesurament del sistema.

En qualsevol cas, s'hauran de tenir en compte les normatives vigents en la darrera versió:

- 2006/42/CE “Machines Directive”
- 2014/35/EU “Low Voltage Directive”
- 2004/108/CE “Electromagnetic Compatibility Directive
- UNE-EN 13231-2:2021“Railway applications - Track - Acceptance of works. Part 3: Acceptance of rail grinding, milling and planning work in track”
- ISO 3095:2014 “Railway applications – Acoustics - Measurement of noise emitted by railbound vehicles”
- EN 14033:2018 “Railway applications - Track - Railbound construction and maintenance machines”
- EN 50121-1:2017 “Railway applications - Electromagnetic compatibility. Part 1: General”
- EN 60204-1:2019 “Safety of Machinery - Electrical equipment of machines. Part 1: General requirements”
- EN 60825:2015-Safety of laser products. Part 1: Equipment classification, requirements and user’s guide”
- EN 50121:2017 Railway Applications – Electromagnetic Compatibility
- EN 50125-1:2014 Railway Applications – Environmental Conditions for Equipment.- Part 1: equipment onboard rolling stock
- EN 50126:2018 Railway Applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
- EN 50155:2023 Railway Applications – Electronic Equipment used on Rolling Stock
- EN 61373:2011 Railway Applications – Rolling Stock Equipment – Shock and Vibration Tests
- EN 60068-2-1:2007 Test Ad Cooling Test / Low Temperature Test
- EN 60068-2-2:2008 test Bd Dry Heat Test
- UNE-EN 50119:2021: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Líneas Aéreas de contacto para tracción eléctrica.
- UNE-EN 50149:2012: Aplicaciones ferroviarias Instalaciones fijas. Tracción eléctrica. Hilos de contacto de cobre y aleaciones de cobre.
- UNE-EN 50367:2022 Interacción dinámica entre catenaria y pantógrafo.
- UNE-EN 50122-1:2023: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Parte 1: Medidas de protección relativas a seguridad eléctrica y puesta a tierra en instalaciones fijas.
- UNE-EN 50122-2:2023. Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno. Parte 2: Medidas de protección contra

los efectos de las corrientes vagabundas producidas por los sistemas de tracción de corriente continua.

- Norma UIC 791-1. Maintenance guidelines for overhead contact lines.
- Norma UIC 791-2. Diagnosis of the OCL conditions

3.6 Normalització

Com a unitats de mesura s'utilitzaran sempre les del Sistema Internacional d'Unitats, definides a l'estàndard internacional ISO/IEC 80000.

4. ESPECIFICACIONS DELS TREBALLS A DESENVOLUPAR.

4.1 Muntatge del pantògraf

El projecte el subministrament d'un pantògraf tipus SBE 920.365 Schunk o tipus AM32-AE-3. L'accionament d'elevació i baixada del pantògraf serà elèctric. El pantògraf ha d'estar aïllat elèctricament de la resta de la màquina per tensions de catenària indicades en el capítol 3.2.

El pantògraf ha de permetre el seu desplegament i mesura sense treure tensió elèctrica de la catenària i amb una velocitat màxima de 80 km/h. El subministrament ha d'incloure els elements de seguretat elèctrics com seccionadors i/o disjuntors per a protegir el vehicle en cas de caiguda de la catenària.

La estructura de reforç del sostre ha de permetre suportar un pes aproximat de 160 kg.

Caldrà assegurar el compliment del gàlib de les tres línies, l'adjudicatari presentarà els pertinents càlculs tant en posició desplegat com en posició de repòs.

El projecte contempla l'execució de passos de cablejats per a la seu posterior instrumentització del pantògraf, així com l'alimentació del sistema d'elevació i baixada. Aquest passos han de mantenir l'estanqueïtat actual del vehicle auscultador.

4.2 Reforç estructural per a equips de sostre

El projecte contempla definir en el sostre un espai per a ubicar un sistema d'auscultació de la geometria del fil de contacte. La estructura de reforç del sostre ha de permetre suportar un pes aproximat de 350 kg.

També es contempla la instal·lació de punts de fixació per a sistemes de vídeo per a l'anàlisi de punts calents en el fil de contacte, visualització de descentrament de pantògraf o bé gravació del sistema catenària per al seu processament posterior. FGC definirà la ubicació d'aquestes localitzacions dels sistemes de gravació.

Caldrà assegurar el compliment del gàlib de les tres línies, l'adjudicatari presentarà els pertinents càlculs.

El projecte contempla l'execució de passos de cablejats per a la seu posterior connexió de l'equip. Aquest passos han de mantenir l'estanqueïtat actual del vehicle auscultador.

4.3 Reforç estructural per a equips en el frontal de la màquina

El projecte contempla definir en el frontal de la màquina d'una estructura per a ubicar un sistema d'avaluació de la posició del fil de contacte respecte els carrils de la via. La estructura ha de permetre suportar un pes aproximat de 50 kg i aquest equip ha de sobresortir amb una estructura plegable per poder visualitzar al mateix temps fil de contacte i carrils.

El projecte contempla l'execució de passos de cablejats per a la seu posterior connexió de l'equip. Aquest passos han de mantenir l'estanqueïtat actual del vehicle auscultador.

4.4 Implementacions al software d'auscultació de via

El projecte contempla un conjunt d'hores d'enginyeria de software per a implementar un conjunt de millores en el software actual d'auscultació de via, sistema MASER, arrel de l'experiència dels primers anys de funcionament d'aquesta aplicació. A continuació es detallen aquestes noves implementacions:

4.4.1 Llistat EXCEL/XHS de defectes de via

Es sol·licita poder visualitzar amb una sola taula amb format CSV o XLSX amb els defectes de via detectats en la campanya d'auscultació. La taula ha de disposar d'un format similar al següent exemple:

Paràmetre	Esdeveniment	Pk inici	Pk final	Longitud	Pk P. valor	GPS-LAT P.Valor	GPS-LONG P.Valor	Pitjor Valor	Nivell
Guerxament		1055,50	1056,00	0,50	1055,75	----	-----	-12,3	IL
Ample		1086,25	1088,25	2,00	1087,00	---	---	-5	IL
Alin Der	Andèn	1284,75	1285,75	1,00	1285,00	---	---	16,5	AL

Els paràmetres es defineixen de la següent forma:

- **Paràmetre:** Nom del paràmetre del valor detectat fora de tolerància: anivellació, alineació, guerxament, etc.
- **Esdeveniment:** Si coincideix el defecte amb un esdeveniments, indicar quin.
- **Pk Inici:** Punt PK inicial, on es va detectar el defecte, en [m] amb dos decimals.
- **Pk Final:** Punt PK final, on es va detectar el defecte, en [m] amb dos decimals
- **Longitud:** Longitud del defecte, corresponent al PK final - PK Inici
- **Pk P. valor:** punt PK del major valor del defecte obtingut d'aquest paràmetre, en [m] amb dos decimals
- **GPS-LAT P.Valor:** Posició de latitud GPS on es va obtenir el pitjor valor del defecte del paràmetre.
- **GPS-LONG P.Valor:** Posició de longitud GPS on es va obtenir el pitjor valor del defecte del paràmetre.
- **Pitjor valor:** Pitjor valor del defecte registrat del paràmetre.
- **Nivell:** Nivell de tolerància (AL= Nivell 1, IL= Nivell 2 o IAL= Nivell 3).

4.4.2 Edició d'esdeveniments

Es sol·licita poder incorporar noves funcions per a l'edició dels esdeveniments (andana, túnel, pont, desviament, etc.) un cop feta una campanya d'auscultació. En concret:

- Possibilitat de modificació, incorporació o eliminació dels esdeveniments en un registre/recorregut realitzat.
- Possibilitat de poder introduir una llista d'esdeveniments per a nous registres/recorreguts.
- Possibilitat de poder editar els esdeveniments d'un recorregut anterior (referència) i traslladar-los a un nou recorregut.
- Si coincideixen dos o més esdeveniments en un punt no poden quedar superposats en la representació gràfica.

La edició de nous esdeveniments no contemplats en el llistat base, només es podran afegir amb text.

El recordatori d'esdeveniments editats s'activarà per a cada nou recorregut/registre vinculat a un registre de referència.

4.4.3 Visualització de gràfics

Es sol·licita visualitzar diferents recorreguts en un mateix gràfic. Els paràmetres a visualitzar pot ser qualsevol paràmetre geomètric, desgast de carril i/o desgast ondulatori.

La visualització de la comparació ha de ser possible per a tots els paràmetres alhora, o per a qualsevol selecció que es vulgui fer. La intenció és fer servir aquesta eina per comparar el mateix PK amb les campanyes d'anys anteriors.

Només es podran comparar 2 recorreguts a la vegada.

Descripció de les funcions:

- Una corba ha de poder desplaçar-se sobre l'eix horitzontal lliscant davant d'una altra corba (un color diferent per a cada recorregut). Es defineix un màxim 3 km de diferència entre els dos gràfics.
- Els paràmetres de geometria, de desgast ondulatori o desgast de carril han de poder ser seleccionats per comparar-los en un gràfic.
- S'afegirà una finestra d'ajuda al gràfic per mostrar els valors dels paràmetres en un quadre sobreposat.
- En un altre gràfic es podrà mostrar la diferència entre les dues corbes avaluades.

4.4.4 Incorporació d'un nou paràmetre a registrar

Es sol·licita poder incorporar un nou paràmetre a registrar en la geometria de via: peralt dinàmic (Cant D1)

4.4.5 Millora en la visualització del desgast ondulatori

Es sol·licita poder incorporar millores en la detecció i anàlisi del desgast ondulatori. Amb el software actual, no es detecten fàcilment els punts amb defecte de desgast ondulatori i per tant no es pot avaluar

5. PLANIFICACIÓ, TERMINIS I EXECUCIÓ

Un cop formalitzat el contracte es definirà un calendari de treballs entre FGC i l'adjudicatari.

Es fixa un termini d'execució global del contracte de (8) mesos. Donat que el vehicle auscultador està en servei, caldrà preveure un temps d'immobilització del vehicle auscultador inferior a 20 dies. Les proves de validació del sistema poden ser superiors a aquest temps indicat. Es valorarà positivament en els criteris tècnics objectius un temps d'immobilització inferior a l'indicat.

En cas d'incompliment dels terminis d'execució per part de l'adjudicatari, aquest ho haurà de justificar prèviament i amb antelació a FGC, si bé FGC es reserva el dret d'acceptar o desestimar les al·legacions de l'adjudicatari, el que es podrà traduir en les penalitzacions corresponents contemplades al contracte.

6. MANTENIBILITAT

El fabricant de el vehicle haurà d'estudiar la disposició dels diversos aparells a bord de el vehicle de tal manera que siguin tinguts en compte els criteris de mantenibilitat i que sigui possible efectuar un manteniment senzill.

S'evitarà, excepte en el cas de determinats elements específics, haver d'acudir al desmuntatge previ d'elements per accedir al desmuntatge de l'element desitjat.

El pla de manteniment associat haurà d'adequar-se els plans de manteniment d'FGC, a l'estat de l'art i la normativa vigent pel que fa a manteniment d'aquest tipus de material mòbil. La revisió de manteniment de major freqüència tindrà caràcter mensual. Caldrà preveure que els plans de manteniment del pantògraf quedin integrats amb els plans de manteniment del vehicle d'auscultació per tal minimitzar i simplificar les intervencions a tot el conjunt.

7. ESTUDIS DE SEGURETAT

L'adjudicatari haurà d'elaborar els estudis de seguretat definits en l'Annex II Requisits de Seguretat (DeBo i AsBo) que inclouen:

- Pla de gestió de la Seguretat
- Registre de Perills
- Informe de Seguretat
- Informe de No Regressió de la Seguretat

Aquests estudis hauran de redactar i lliurar segons la planificació de disseny i posada en servei indicada en el mateix annex. Dins de l'organigrama a presentar en l'oferta de licitació, haurà de constar la figura del responsable de seguretat que liderarà l'elaboració dels documents de seguretat indicats.

L'elaboració de l'AsBo serà a càrrec d'FGC i partirà de la documentació que l'adjudicatari hagi elaborat per a la Matriu de Riscos. L'AsBo tindrà potestat per a sol·licitar tota la documentació i justificació necessària per a tancar els diferents riscos detectats.

8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Al tancament del disseny:

- Fitxa tècnica del pantògraf indicant prestacions i característiques tècniques
- Llistat de recanvis. FGC haurà de validar-ho abans de prosseguir amb la següent fase de construcció.

Un mes abans de les proves FAT el fabricant ha de lliurar:

- Protocol d'assajos FAT i SAT.
- Modificació del Manual d'operació de el vehicle descrivint funcionament del mateix
- Modificació del Pla de manteniment indicant les consistències a realitzar en cada tipus d'intervenció amb les freqüències corresponents. Cada consistència estarà descrita i recolzada en la seva norma tècnica de manteniment corresponent.

- Modificació del Manual de manteniment descrivint la manera de realitzar cadascuna de les consistències definides en el pla de manteniment. Aquest manual contindrà totes les normes tècniques de manteniment a què fa esment el pla de manteniment.
- Modificació dels Fulls de revisió d'acord a cada tipus d'intervenció de manteniment definit en el pla de manteniment.
- Pla de formació i capacitació.

Amb el lliurament de el vehicle, el constructor ha de lliurar a FGC una documentació que, com a mínim constarà de:

- Memòria tècnica de el projecte.
- Plànol de situació a bord de tots els equips en el vehicle auscultador.
- Declaració CE del conjunt i dels components.
- Certificat RD1215 de seguretat en les màquines
- Relació de símptomes d'avaries i possibles causes
- Esquemes elèctrics
- Plànols mecànics generals i d'especejament dels sistemes
- Llista de materials amb referències creuades als esquemes anteriors
- Llista de cables
- Catàleg de recanvis amb referències i proposta de recanvis crítics recomanats
- Estructura en forma d'arbre dels equips de vehicle amb relacions pare-fill
- Documentació d'equips comercials
- Documentació del sistema de tots els programaris lliurats detallant els càlculs dels paràmetres.
- Tots aquells documents que el constructor consideri convenients per al manteniment i bon servei del vehicle

Tota la documentació es redactarà en català (si bé també s'admetrà en castellà). FGC lliurarà en fase de projecte el llibre d'estil on figuren les prescripcions tècniques per la elaboració de la documentació escrita, dels plànols i dels esquemes.

Tota la documentació escrita es lliurarà en format DOC o PDF indexat amb referències creuades al propi índex de cada document.

En el cas d'esquemes elèctrics, neumàtics, o hidràulics es lliuraran en format DWG o en el seu defecte PDF indexat amb referències creuades entre senyals.

De forma general es lliuraran tres còpies en suport paper dels manuals d'usuari, manteniment i catàleg de recanvis,

9. RECANVIS I UTILLATGES

El constructor ha de presentar inventari de les peces i equips del pantògraf de catenària amb número de plànol i referència comercial.

Presentarà proposta de llista de recanvi i utillatges necessaris per dur a terme el manteniment preventiu i correctiu amb valoració econòmica de cada ítem. La llista inclourà les peces de parc, recanvis i fungibles.

La proposta de peces de recanvi es presentarà valorada (desglossament econòmic) juntament amb l'oferta, i contemplarà obligatòriament:

- les quantitats proposades degudament justificades
- el preu unitari de cada element de la llista
- els terminis de subministrament per a les peces proposades com a recanvi
- la identificació completa del subministrador de les peces per a posteriors subministraments

Juntament amb el pantògraf es subministraran les eines i utilitatges necessaris per al manteniment.

10. INSPECCIÓ, RECEPCIÓ I GARANTIA

10.1 Consideracions generals

Per a l'acceptació per part de FGC del nou pantògraf d'auscultació i la implementació del software, hi haurà dues fites de proves d'acceptació del vehicle: les proves d'acceptació a fàbrica (FAT) i les proves a les instal·lacions de FGC (SAT).

Donat que el vehicle auscultador està en servei, les proves FAT s'hauran de validar en un banc de proves, sense poder disposar de l'equip instal·lat en el vehicle. Respecte a les proves SAT, caldrà preveure un temps d'immobilització del vehicle auscultador inferior a 20 dies. Les proves de validació del sistema poden ser superiors a aquest temps indicat. Es valorarà positivament en els criteris tècnics objectius un temps d'immobilització inferior a l'indicat.

En cas que els resultats d'aquestes proves no fossin satisfactoris, el constructor quedarà obligat a efectuar les modificacions oportunes al vehicle, per tal que els protocols finals d'acceptació siguin complerts a la seva totalitat.

Superats els dues fites de proves d'acceptació (FAT i SAT), havent lliurat tota la documentació i realitzada la formació preceptiva, es signarà la corresponent Acta de Recepció.

10.1.1 Revisió del disseny

Durant la fase de disseny, i abans de la construcció dels equips, el contractista haurà de lliurar els plànols generals i les especificacions de construcció. El client i el contractista comentaran i avaluaran aquests documents en el marc de la revisió de disseny. Abans de la fabricació, el client haurà d'haver autoritzat tot el volum de subministrament.

Si el contractista fabrica components o grups constructius sense l'autorització del client, el contractista haurà de dur a terme totes les eventuais modificacions posteriors, sense dret a remuneració.

El contractista també ha de proporcionar una memòria funcional perquè FGC, en funció del seu know how, la validi. Aquesta memòria ha d'explicar el funcionament de tots els programaris que formen part del sistema, i detallar-ne les pantalles de visualització i control.

El contractista haurà de proporcionar també una versió beta del programa de registre al finalitzar aquesta fase de disseny i un mes previ a les proves FAT per tal que FGC pugui validar totes les funcions previstes en el programa així com traduccions de textos o la HMI.

10.1.2 Inspecció durant la fabricació

Els representants autoritzats de FGC tindran accés sempre a aquelles parts de les plantes del constructor que tinguin relació amb el subministrament de materials o construcció dels vehicles,

amb l'objecte d'inspeccionar materials, mètodes de fabricació i muntatge, i especialització de la mà d'obra durant el procés de treball.

El constructor donarà als representants de FGC tota mena de cooperació i facilitats per permetre la necessària inspecció de tots els materials, mètodes de treball i equips.

S'inclouran en aquestes facilitats el subministrament de plànols, protocols de proves, diagrames i tota mena de dades que es puguin necessitar per a la deguda inspecció i comprovació del projecte, materials, mètodes de treball, mà d'obra, tolerància i proves i assaigs.

La presència dels representants de FGC a la planta del fabricant i dels seus subministradors no eximirà de cap manera la responsabilitat del contractista respecte al compliment dels plecs de condicions, projecte i contracte, ni a la qualitat i funcionament dels sistemes.

10.1.3 Vigilància de materials i treball

FGC tindrà dret a rebutjar tots els materials i mà d'obra que no estiguin totalment d'acord amb les especificacions.

Si FGC tingués raonable evidència que s'han permès treballs defectuosos, o que han estat utilitzats materials en mal estat, o de característiques inadequades, i estimés convenient fer-ne un examen, el fabricant proporcionarà els recursos i mà d'obra necessaris efecte, en la forma que FGC determini, sense cap compensació econòmica addicional.

Qualsevol imperfecció de materials o de construcció que es pugui descobrir serà immediatament corregida i ha càrrec del fabricant.

El rebuig de qualsevol material no podrà suposar mai un retard en els terminis de lliurament fixats pel contractista.

10.1.4 Proves d'acceptació a fàbrica (FAT)

Quan el fabricant hagi comunicat a FGC que l'equip es troba a punt per a la realització de les proves d'acceptació a fàbrica, personal especialitzat de FGC es desplaçarà a les instal·lacions del constructor per realitzar el protocol d'assajos definits i executats pel constructor, i testimoniats per FGC (FAT). Superades aquestes proves, i corregides les no-conformitats que poguessin trobar-se, el constructor procedirà a traslladar l'equip a les instal·lacions de FGC, per procedir a la segona fase de proves (SAT).

10.1.5 Transport, descàrrega, i muntatge a instal·lacions de FGC

L'adjudicatari es farà càrrec del transport del sistema, i la seva posterior descàrrega a les instal·lacions de FGC.

Aniran a càrrec del constructor totes les gestions duaneres o asseguradores necessàries per fer el transport.

Així mateix, l'adjudicatari haurà de sol·licitar els permisos especials que siguin preceptius amb suficient antelació per evitar retards en el trasllat.

El muntatge al vehicle auscultador serà responsabilitat i ha càrrec de l'adjudicatari. El temps d'immobilització del vehicle auscultador estarà limitat a un màxim de 20 dies. Les proves de validació del sistema poden ser superiors a aquest temps indicat. Es valorarà positivament en els criteris tècnics objectius un temps d'immobilització inferior a l'indicat.

10.1.6 Proves d'acceptació a les instal·lacions de FGC (SAT)

Un cop el sistema es trobi a les instal·lacions de FGC, i instal·lat al vehicle d'auscultació de via, i estigui preparada per a les proves d'acceptació SAT.

En presència de representants de FGC com a testimoniats de les proves i del constructor com a executor de les mateixes, es realitzaran com a mínim i no excloents, els següents assajos:

10.1.6.1 Proves funcionals

Es faran unes proves pràctiques de treball dels equips funcionals específics de la màquina. S'han de verificar les seguretats dels equips funcionals.

Es faran proves de tots els sistemes d'auscultació, dels processos de tractament, transmissió de les dades i visualització de les dades. Les proves inclouran com a mínim:

- Verificació de la precisió estàtica de les mesures: Aquestes proves es realitzaran amb el vehicle d'auscultació aturat al dipòsit de la línia. El subministrador haurà de subministrar els estris i patrons necessaris per assegurar que les mesures estan dins de les toleràncies estipulades.
- Verificació dinàmica de les mesures: Es comprovarà que les mesures a la línia estan dins de les toleràncies estipulades i el comportament general de totes les funcionalitats definides en aquesta especificació. L'adjudicatari haurà de proporcionar tots els estris i equips de mesurament per fer aquestes comprovacions.
- Registrador de recorregut: Es provocaran tots els esdeveniments a registrar, i posteriorment es comprovarà el correcte registre i la precisió dels mateixos, dins dels paràmetres estipulats.
- Desplegament del pantògraf i mesura en línia: Es durà a terme una prova dinàmica consistent en el desplegament del pantògraf per a comprovar gàlils en els punts singulars de les línies. Es comprovarà també el seu correcte aïllament respecte a la tensió de catenària.

10.1.6.2 Proves complementàries

A més de les indicades, es realitzaran aquelles altres que FGC consideri oportunes en funció de la naturalesa del sistema.

Si es detecten no conformitats que impedissin la realització satisfactòria de les proves esmentades, FGC podrà indicar al fabricant la suspensió de les mateixes fins que s'haguessin corregit aquestes desviacions, sent imputable al contractista la paralització a què pogués donar lloc aquest retard.

Si el resultat de les proves d'acceptació SAT és, segons el parer d'FGC satisfactori, es procedirà a la signatura que certifiqui la seva superació.

En aquells casos en què els resultats fossin negatius, el constructor està obligat a efectuar les modificacions oportunes en el vehicle, per tal que els protocols finals de recepció siguin complets.

En aquest punt del contracte, FGC es reserva el dret de posar en servei la dresina sense que això impliqui signar l'Acta de Recepció.

10.2 Garantia

S'estableix un termini de garantia de mínim 12 mesos.

La garantia comença a comptabilitzar en el moment que s'hagi fet la posada a punt i es disposi de tota la documentació associada al projecte.

L'adjudicatari haurà de garantir qualsevol defecte de funcionament o de materials que se'n derivi. Queda exclòs de la garantia aquells danys produïts per tercers.

Durant l'etapa de garantia, l'adjudicatari està obligat a:

- Cobertura total en cas de defectes aplicables directament a l'adjudicatari.
- Substituir les peces que presentin defectes del tal manera que resultin inutilitzables per al servei al qual estan destinades, o en cas que el seu disseny redueixi la vida útil. En

aquest cas caldrà corregir els ajustos defectuosos i rectificar els deterioraments que hagin pogut ocasionar aquestes peces.

- Substituir les peces que tinguin un desgast anormalment ràpid a causa d'una qualitat inadequada.

Les peces substituïdes donen lloc a l'inici del període de garantia d'aquestes peces.

Aquestes disposicions no s'oposen a la aplicació eventual en la que tots els productes subministrats en qualitat de substitució tenen una garantia idèntica a la prevista per la prestació inicial.

10.2.1 Fiabilitat del material i dels equips d'auscultació

FGC mesurarà la fiabilitat de la màquina d'acord a el següent ràtio tècnic:

$$Fiabilitat = \frac{\text{Número d'hores de treball}}{\text{Número d'averies que impossibiliten funcionament}}$$

El valor mínim de fiabilitat que haurà de complir serà de 950 hores / avaria amb parada.

En aquest còmput no es tindran en compte les incidències amb causa aliena a constructor.

El període de demostració de la fiabilitat de la màquina és el mateix que el de la garantia.

Els mesuraments s'han de fer cada mes i s'avaluarà el primer període de 6 mesos, i a partir d'aquest moment es realitzaran mensualment avaluacions parcials dels últims 6 mesos (taxa semestral mitjana).

Per al mesurament dels resultats finals es prendran els valors obtinguts durant els últims 6 mesos de el període de garantia. Aquests valors s'avaluaran en les reunions de seguiment de garantia a proposta d'FGC cada 6 mesos.

10.2.2 Disponibilitat del material i els equips d'auscultació

FGC mesurarà la disponibilitat de la màquina d'acord a el següent ràtio tècnic:

$$Disponibilitat[\%] = 1 - \left(\frac{\text{Hores de parada per averia}}{\text{Total hores disponibles (diesx24hores)}} \right) \cdot 100$$

En aquest còmput no es tindran en compte les hores d'aturada per revisió programada o una altra causa aliena a constructor.

Es fixa un valor de disponibilitat global del 98% durant els dos anys de garantia.

El període de demostració de la disponibilitat de la màquina és el mateix que el de la garantia.

Els mesuraments s'han de fer cada mes i s'avaluarà el primer període de 6 mesos, i a partir d'aquest moment es realitzaran mensualment avaluacions parcials dels últims 6 mesos (taxa semestral mitjana).

Per al mesurament dels resultats finals es prendran els valors obtinguts durant els últims 6 mesos de el període de garantia. Aquests valors s'avaluaran en les reunions de seguiment de garantia a proposta d'FGC cada 6 mesos.

11. FORMACIÓ DEL PERSONAL

L'adjudicatari ha de preveure un formació del nou pantògraf instal·lat i les implementacions del software. Aquesta formació es pot dur a terme durant les proves de validació SAT. L'adjudicatari entregarà un certificat que evidenciï que la formació s'ha dut a terme.

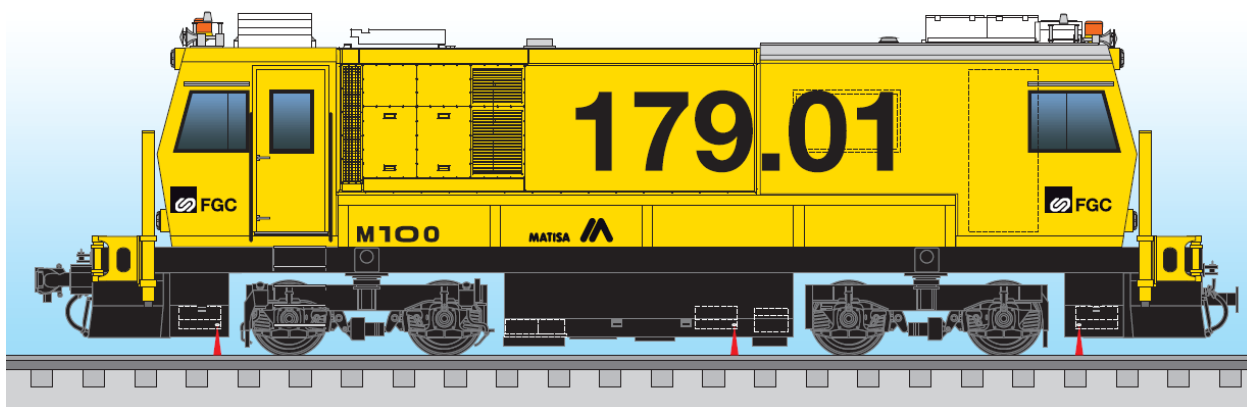
La formació del personal tècnic, operatiu i de manteniment, versarà sobre el processat, bolcat, interpretació, i anàlisi de les dades, que els equips registren. Així com també hi haurà un mòdul per al desplegament del pantògraf i la seva casuística de manteniment.

La durada mínima d'aquests cursos serà de 5 hores, i el programa de formació haurà de ser acordat amb FGC.

12. ANNEXES

Annex I – Fitxa tècnica vehicle auscultador

Annex II - Requisits de Seguretat



Característiques tècniques

Fabricació

Fabricant : MATISA Materiel Industriel S.A.
Model : M100
Any de fabricació : 2021
Any entrada en servei: 2022

Dimensions

Ample de Via: 1.000/1.435/1.668 mm
Longitud entre topalls: 13.965 mm
Ample màxim: 2.800 mm
Alçada màxima: 3.975 mm
Alçada Topalls : 870 mm (Alliance AR10)
645 mm (Tomlinson)
Tara: 38.20 tn (1.000 mm)
38.69 tn (1.435 mm)
38.95 tn (1.668 mm)

Circulació

Velocitat màxima: 80 km/h
Radi mínim de circulació: 80 m (en comboi)
Radi mínim de circulació: 50 m (autònoma)
Radi mínim de treball : 90 m
Radi mínim a tallers: 50 m

Instal·lació neumàtica

Tipus de compressor: Bendix BA922

Fre

Tipus: Directe/Indirecte/Estacionament

Motor

Fabricant: Caterpillar
Model : C13 , Stage V
Potència: 400 kW/1800 RPM

Generador

Fabricant: Caterpillar
Model: C4.4
Potència: 60 kVA / 48 kW 1.500 RPM

Instal·lació Elèctrica

Tensió de treball: 24 V DC

Transmissió

Tipus: Hidroestàtica

Rodament

Suspensió : esmortidors de molles
Diàmetre de rodes: 840 mm

Enganxall

Tipus : Alliance (1781-00) i Tomlinson (2185)

Equip de mesura

- Geometria (ample, alineació, anivellació, peralt, alabeig).- sistema làser + base inercial
- Desgast ondulatori.- sistema làser
- Desgast del rail.- càmeres vídeo alta resolució

Especificación de los requisitos de seguridad (Safety)

Documento genérico

Material Rodante

**Requisitos de seguridad para incluir en el PCT
de un contrato de trenes de trabajo**



Tabla de contenido

1	Objeto	3
2	Documentos de referencia	4
3	Objetivos de seguridad y aceptación de los riesgos	5
3.1	Clasificación de los riesgos	5
3.1.1	Clases de gravedad	5
3.1.2	Clases de Frecuencia	5
3.1.3	Clasificación del riesgo	6
3.2	Aceptación de la seguridad	6
3.3	Listado de accidentes potenciales	7
4	Organización para la seguridad	8
5	Estudios y documentación de seguridad	9
5.1	Plan de gestión de la seguridad	9
5.2	Análisis de seguridad	9
5.2.1	Análisis Preliminar de Riesgos (APR)	9
5.2.2	Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC)	10
5.2.3	Análisis por Arboles de Fallos (FTA)	10
5.2.4	Notas de seguridad y estudios complementarios	10
5.3	Registro de Peligros (Hazard Log)	11
5.3.1	Alcance y gestión del Registro de Peligros (Hazard Log)	11
5.4	Informe de Seguridad (Safety Case)	13
5.5	Informe de No Regresión de la Seguridad	14
6	Control de las actividades de seguridad por parte de FGC	15
7	Planificación de la entrega de la documentación de seguridad	16
Anexos		17
	Anexo 1 - Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos “Código Práctico”	17
	Anexo 2 - Documentos elegibles como “Código Práctico”	18
	Anexo 3 – Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos “Sistema de Referencia Similar”	19

1 Objeto

Dado que el nuevo tren de trabajo a suministrar a FGC lleva asociada la aparición de nuevos riesgos significativos en el Sistema Ferroviario que constituyen los Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya, FGC requiere que se implemente un proceso de gestión de la seguridad, incluyendo una evaluación de los riesgos y el establecimiento de las medidas de control necesarias.

El Adjudicatario será el responsable de realizar y documentar este proceso de gestión de la seguridad, en cumplimiento de las exigencias especificadas en el presente documento.

Este proceso de Gestión del Riesgo se basará:

- en las exigencias del Reglamento de Ejecución (UE) N° 402/2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, y el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 por el que se modifica el anterior.
- En las exigencias de la norma UNE-EN 50126-1. Aplicaciones Ferroviarias, Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).

El proceso a realizar aplica a todo el tren en su conjunto (todos los subsistemas que integran el tren, los interfaces entre los distintos subsistemas, bogie, estructuras, interiorismo, etc.) y sus interfaces que resulten aplicables.

Se deberá además considerar su ciclo de vida completo, como se define en la norma UNE-EN 50126-1 (diseño, fabricación, validación, operación, mantenimiento, etc.).

Asimismo, y de acuerdo con el citado reglamento, tanto la metodología como el propio procedimiento y resultados del proceso deben ser evaluados por un Organismo de Evaluación.

2 Documentos de referencia

Los documentos siguientes son de aplicación en el marco del presente contrato.

[REF1] **UNE EN EN 50126-1.** Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos.

[REF2] **UNE EN 50128.** Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.

[REF3] **UNE EN 50129** Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

[REF4] **UNE EN 14033 Aplicaciones ferroviarias.** Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 1: Requisitos técnicos para la circulación, Parte 2: Requisitos técnicos para el trabajo, Parte 3: Requisitos generales de seguridad.

[REF5] **Reglamento de Ejecución (UE) nº 402/2013** de la Comisión, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 352/2009.

[REF6] **Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136** de la Comisión, de 13 de julio de 2015, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) nº 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.

Nota: Cuando, en el presente documento, se refiere al reglamento 402/2013, se consideran también las modificaciones introducidas por el reglamento 2015/1136.

3 Objetivos de seguridad y aceptación de los riesgos

3.1 Clasificación de los riesgos

La clasificación de los riesgos se realizara según lo establece norma UNE EN 50126-1 [REF1], por la combinación de dos criterios:

- La probabilidad de ocurrencia de un suceso o una combinación de sucesos que conduzcan a un peligro, o la frecuencia de tal ocurrencia;
- La consecuencia del peligro, es decir su gravedad.

3.1.1 Clases de gravedad

Se definen los siguientes niveles de severidad:

Nivel de Gravedad		Consecuencias para la personas
I	Catastrófico	Víctimas mortales y / o múltiples heridos graves
II	Crítico	Una sola víctima mortal y / o herido grave
III	Mínimo	Heridos menores
IV	Insignificante	Posible herido menor

Tabla 1: Severidad del riesgo

3.1.2 Clases de Frecuencia

Se definen los siguientes niveles de frecuencia:

Categoría		Definición	Probabilidad (P) por hora de servicio y por tren
A	Frecuente	Es probable que ocurra con frecuencia. El peligro se experimentará continuamente.	$P > 10^{-3}$
B	Probable	Se dará varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra con frecuencia.	$10^{-3} > P > 10^{-4}$
C	Ocasional	Es probable que se dé varias veces. Puede esperarse que el peligro ocurra varias veces	$10^{-4} > P > 10^{-5}$
D	Remoto	Es probable que se dé alguna vez en el ciclo de vida del sistema. Puede razonablemente esperarse que el peligro ocurra	$10^{-5} > P > 10^{-7}$
E	Improbable	Es improbable, aunque posible que ocurra. Puede suponerse que el peligro ocurrirá excepcionalmente	$10^{-7} > P > 10^{-9}$
F	Increible	Es extremadamente improbable que ocurra. Puede suponerse que el peligro pueda no ocurrir.	$P < 10^{-9}$

Tabla 2: Frecuencia de ocurrencia del riesgo

3.1.3 Clasificación del riesgo

Se define la siguiente matriz para determinar la clasificación del riesgo:

		Gravedad				
		I	II	III	IV	
		Catastrófico	Critico	Mínimo	Insignificante	
Frecuencia	A	Frecuente:	Intolerable	Intolerable	Intolerable	No deseable
	B	Probable:	Intolerable	Intolerable	No deseable	Aceptable
	C	Ocasional:	Intolerable	Intolerable	No deseable	Aceptable
	D	Remoto:	Intolerable	No deseable	Aceptable	Despreciable
	E	Improbable:	No deseable	Aceptable	Despreciable	Despreciable
	F	Increíble	Aceptable	Despreciable	Despreciable	Despreciable

Tabla 3: Matriz de clasificación del riesgo

La clasificación de los riesgos se realiza según las 4 categorías siguientes, que definen la aceptabilidad de los riesgos.

Criticidad del Riesgo	Control / reducción del riesgo
Intolerable	Debe eliminarse.
No deseable	Sólo debe aceptarse cuando la reducción del riesgo sea impracticable y con el acuerdo del Organismo de Evaluación y de FGC.
Aceptable	Aceptable con un control adecuado y con el acuerdo del Organismo de Evaluación y de FGC.
Despreciable	Aceptable con el acuerdo del Organismo de Evaluación

Tabla 4: Criticidad del riesgo y correspondientes acciones a llevar

FGC no aceptará ningún riesgo de mayor criticidad que la clase "Aceptable".

3.2 Aceptación de la seguridad

Los principios utilizados para la aceptación de los riesgos serán los definidos en el reglamento 402/2013 [REF4].

Asimismo, se evaluará la aceptación del riesgo del sistema evaluado utilizando uno o varios de los siguientes principios de aceptación del riesgo:

- la aplicación de códigos prácticos.** Las condiciones de utilización de este principio de aceptación de riesgos deberán cumplir con los requisitos del punto 2.3 del anexo I del

reglamento 402/2013 [REF4] y de los anexos 1 y 2 del presente documento. **En cualquier caso, el uso de un código práctico para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.**

- b) **una comparación con sistemas similares.** Las condiciones de utilización de este principio de aceptación de riesgos deberán cumplir con los requisitos del punto 2.4 del anexo I del reglamento 402/2013 [REF4] y del anexo 3 del presente documento. **En cualquier caso, la elección de un sistema similar para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.**
- c) **una estimación explícita del riesgo.** Las condiciones de utilización de este principio de aceptación de riesgos deberán cumplir con los requisitos del punto 2.5 del anexo I del reglamento 402/2013 [REF4]. La aceptación cuantitativa de los riesgos se basará en la matriz definida en el apartado 3.1 del presente documento.

3.3 Listado de accidentes potenciales

El proceso de gestión de la seguridad del Adjudicatario deberá tener en cuenta los peligros siguientes:

- A. Colisión de frente entre dos materiales rodantes
- B. Colisión por alcance entre dos materiales rodantes
- C. Colisión lateral entre dos materiales rodantes
- D. Colisión entre un material rodante y un vehículo
- E. Colisión entre un material rodante y un obstáculo
- F. Colisión por salida de gálibo
- G. Descarrilamiento
- H. Caída de una persona
- I. Golpe a una persona
- J. Atrapamiento / aplastamiento / corte
- K. Descarga eléctrica / electrocución
- L. Incendio
- M. Explosión
- N. Intoxicación

En caso de considerar otros accidentes potenciales como siendo aplicable en el alcance del Contrato, el Adjudicatario es responsable de completar este listado.

4 Organización para la seguridad

La organización del Adjudicatario deberá incluir un Responsable de Seguridad, que deberá poder justificar de una experiencia previa suficiente en materia de gestión de la seguridad en el sector ferroviario. El Responsable de Seguridad del Adjudicatario será el interlocutor de FGC para los aspectos relacionados con la seguridad.

El Responsable de Seguridad deberá ser independiente de los equipos a cargo del Diseño, de la Fabricación y de las Pruebas. Asimismo, la organización del Adjudicatario deberá conformarse a los requisitos de independencia de la norma UNE EN 50126 [REF1].

Para realizar sus tareas, el Responsable de Seguridad deberá contar con la autoridad y los medios suficientes. Cuando sea necesario, deberá estar apoyado por ingenieros especialistas de seguridad, quienes estarán directamente bajo su cargo.

La organización del Adjudicatario para la seguridad deberá ser descrita en su plan de gestión de la seguridad (véase apartado 6.1), y asimismo **deberá ser aprobada por parte de FGC**.

5 Estudios y documentación de seguridad

5.1 Plan de gestión de la seguridad

El Adjudicatario elaborará un Plan de Gestión Seguridad que deberá describir el conjunto de las tareas y disposiciones que el Adjudicatario toma para cumplir con los requisitos de seguridad del presente contrato, plan que deberá ser aceptado por FGC.

5.2 Análisis de seguridad

5.2.1 Análisis Preliminar de Riesgos (APR)

Al inicio de la fase de diseño del tren, el Adjudicatario realizará un Análisis Preliminar de Riesgos (APR – Preliminary Hazard Analysis, PHA) sobre el alcance del presente contrato.

El APR cuenta con tres etapas:

- La identificación de Riesgos;
- La evaluación de los riesgos:
- La definición de los Requisitos de Seguridad.

Cada etapa cumplirá con lo siguiente:

- **Identificación de Riesgos**

El Adjudicatario llevará a cabo la identificación de riesgos según un análisis “top-down”, con el objetivo de analizar las situaciones peligrosas que pueden ocasionar un accidente.

La identificación de los accidentes potenciales deberá basarse en la experiencia del Adjudicatario y en fuentes del sector. Como mínimo, los accidentes potenciales listados en el apartado 3.3 deberán estudiarse.

Para cada accidente potencial, el Adjudicatario identificará las situaciones que pueden conducir al accidente y las causas potenciales a través de una arborescencia de los riesgos.

- **Evaluación de los Riesgos**

Todos los riesgos identificados deberán ser evaluados y clasificados, en base a la matriz de clasificación de los riesgos definida en el apartado 3.1.

- **Definición de los Requisitos de Seguridad**

En base a la identificación de los riesgos y de sus causas, y de la evaluación de los riesgos, el Adjudicatario definirá en el APR los requisitos de seguridad que deben cumplirse para garantizar la seguridad del tren.

El APR debe presentarse bajo la forma de una tabla.

En caso de que alguna función relacionada con la seguridad del tren de trabajos se implemente mediante el uso de sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, se aplicarán los requisitos de las normas UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3] en adición de la norma UNE

EN 50126-1 [REF1]. Asimismo, el Adjudicatario procederá a una asignación de los niveles de seguridad que deben cumplirse para la función de seguridad.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su APR por parte de FGC.

5.2.2 Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC)

Una vez avanzado el diseño del tren, el Adjudicatario deberá realizar unos análisis de los riesgos del sistema bajo la metodología de Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC).

El análisis AMFEC tiene un enfoque “bottom-up” ya que analiza las consecuencias de fallos de elementos individuales. Debe permitir evaluar la gravedad de los modos de fallo e identifica las medidas de mitigación que el Adjudicatario ha tomado para controlar el riesgo asociado.

En definitiva, permite identificar los elementos críticos para la seguridad.

El AMFEC debe presentarse bajo la forma de una tabla. Debe contener:

- la referencia del elemento que se estudia;
- sus modos de fallos (pueden haber varios) y sus causas;
- los efectos correspondientes (a nivel de elemento, de subsistema, y sistema), así como las consecuencias de estos modos de fallos para la seguridad;
- la evaluación de la frecuencia y la gravedad de cada modo de fallo, para determinar la criticidad de dicho modo de fallo.
- las medidas para controlar este riesgo (detección del fallo, y medidas de reducción de este riesgo).

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su AMFEC por parte de FGC.

5.2.3 Análisis por Árboles de Fallos (FTA)

Siempre cuando el APR y el AMFEC hayan identificado eventos que, en caso de combinarse varias causas, pueden conducir a un accidente de gravedad “Catastrófico” o “Crítico” (véase apartado 3.1), el Adjudicatario deberá realizar unos Árboles de Fallos (Fault Tree Analysis – FTA).

Los árboles de fallos tienen un enfoque “top-down” que debe permitir exhaustivamente las combinaciones de causas que pueden llevar a una situación peligrosa. Es un método de representación gráfica para identificar los caminos que provocan una situación indeseable.

El Adjudicatario deberá realizar sus árboles de fallos con una herramienta software reconocida.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de sus árboles de fallos por parte de FGC.

5.2.4 Notas de seguridad y estudios complementarios

Existen riesgos que tienen que ser considerados a nivel de tren de trabajos completo, ya que implican varios equipos y problemáticas de integración (redes de comunicación, cableado, lazos...).

Para aquellos riesgos a nivel de tren que puedan tener consecuencias de gravedad “Catastrófico” o “Crítico” (véase apartado 3.1), el Adjudicatario elaborará notas de seguridad.

El objetivo de las notas de seguridad es demostrar la correcta toma en cuenta de los riesgos a nivel del tren completo. Son documentos de síntesis teniendo por objetivo enumerar por un asunto particular todos los datos que demuestren que el riesgo está controlado y alcanza un nivel aceptable.

El punto de partida de las notas de seguridad son riesgos identificados en el APR. Mediante la recopilación de los estudios realizados por el Adjudicatario y sus proveedores, se demuestra a través de las notas de seguridad que los elementos implicados en la realización de las funciones permiten justificar la aceptabilidad del riesgo.

Las notas de seguridad permiten asegurar que la integración de los elementos suministrados a nivel de tren no implica riesgos que no se han tomado en cuenta.

En el ámbito del presente contrato, el Adjudicatario entregará como mínimo las notas de seguridad siguientes:

- Freno de emergencia no se acciona o no tiene el rendimiento requerido
- Pérdida del freno de estacionamiento
- No shuntado
- Falta de visibilidad
- Rotura de enganche
- Riesgos derivados de fallos en los elementos móviles (grúa, estabilizadores,...)
- Fuego (depósitos de gasoil, motor diésel)

Si a través de sus estudios de seguridad el Adjudicatario identifica otros peligros para los cuales considera necesario la realización de notas de seguridad, deberá elaborar dichas notas.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de sus notas de seguridad por parte de FGC.

5.3 Registro de Peligros (Hazard Log)

5.3.1 Alcance y gestión del Registro de Peligros (Hazard Log)

El Adjudicatario elaborará un Registro de Peligros (Hazard Log), y lo mantendrá actualizado durante toda la duración del Contrato. Este registro debe cumplir los requisitos del reglamento 402/2013 [REF4] y de la norma UNE EN 50126 [REF1].

El Registro de Peligros tiene por objetivo recopilar los resultados de los estudios y documentos relacionados con la seguridad del tren, para garantizar la trazabilidad y el correcto seguimiento de los riesgos.

Este documento es un documento vivo que deberá ser actualizado a lo largo de las fases del ciclo de vida del tren. Forma parte del programa de demostración de la seguridad, para comprobar que las exigencias de seguridad han sido tenidas en cuenta en el diseño y la fabricación del tren y de sus subsistemas.

Asimismo, el Adjudicatario deberá:

- Registrar en el Registro de Peligros todos los requisitos de seguridad identificados mediante los análisis de seguridad,
- Para cada requisito, establecer la o las medidas de mitigación, así como las evidencias documentales que permiten garantizar la aplicación de dichas medidas,
- definir las responsabilidades para cada medida de mitigación, para formalizar el proceso de actualización del Registro de Peligros

Para ello, el contenido del Registro de Peligros contemplará como mínimo la información siguiente:

- **Identificación del Riesgo** : Detalla el riesgo, a que equipo y función se refiere, los requisitos de seguridad, y establece una trazabilidad con los estudios de seguridad;
- **Clasificación del Riesgo antes de mitigación**: El riesgo está clasificado según la metodología descrita en el apartado 3.1. Esta clasificación determina la criticidad del riesgo en el caso de que no haya medida implementada en el diseño;
- **Medidas de mitigación**: En esta parte, se establecen las medidas de mitigación definidas por el Adjudicatario que permiten reducir la criticidad del riesgo a un nivel aceptable;
- **Principio de aceptación de riesgo**: El Adjudicatario identificará, para cada peligro registrado, el principio de aceptación de riesgo utilizado, conforme lo especifica el apartado 3.2 y de acuerdo con el reglamento [REF4];
- **Responsable** A cada medida de mitigación está asociado un responsable de su implementación;
- **Evidencias**: El cierre del riesgo se realiza a lo largo del proyecto. Se mencionan las evidencias permitiendo de declarar un riesgo como cerrado. Siempre se deberá realizar una trazabilidad exhaustiva de estas evidencias, en general mediante la inclusión de la referencia del documento que testifica la implementación de las medidas de mitigación;
- **Clasificación del Riesgo después de mitigación**: Se vuelve a aplicar la metodología de evaluación del riesgo descrita en el apartado 3.1., teniendo en cuenta las medidas de mitigación definidas, de forma a asegurar que la criticidad ha sido reducida hasta un nivel aceptable.
- **Estatus del riesgo**: El Adjudicatario concluye sobre el estatus del riesgo. Los estatus pueden ser, como mínimo :
 1. Abierto,
 2. Cerrado en Diseño, o Exportado,
 3. Cerrado,

Par tener el estatus Exportado, un riesgo debe:

- haber sido exportado mediante uno de los documentos descritos en el apartado 6.4, y
- El documento correspondiente debe haber sido aceptado por FGC, y
- FGC debe haber aceptado formalmente el requisito exportado.

Para la puesta en servicio del tren de trabajos, todos los riesgos deben tener el estatus “Cerrado” o “Exportado”.

Para los requisitos exportados el adjudicatario deberá incluir una breve descripción de las actividades de operación o mantenimiento que permiten cumplir con el requisito.

El Adjudicatario proporcionará a FGC, para su gestión interna, el registro de peligros en un formato de tabla similar al siguiente. El Registro de Peligros del Adjudicatario deberá recoger como mínimo los campos de este modelo.

ID requisito	Origen	Accidente potencial	Peligro	Causas posibles	Sub-sistema involucrado	Gravedad	Principio de aceptación del riesgo	Requisito de seguridad	Medida de seguridad	Organismo encargado de la gestión	Referencias	Estado
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

En cualquier caso, el formato y campos que incluirá la tabla propuesta por el adjudicatario deberán ser aprobados por FGC.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Registro de Peligros por parte de FGC.

5.4 Informe de Seguridad (Safety Case)

El Adjudicatario entregará un informe de seguridad de los trenes.

El objetivo de este informe es demostrar que los estudios de seguridad realizados durante las fases del ciclo de vida del proyecto permiten asegurar un nivel de seguridad aceptable y acorde con las exigencias de FGC.

Para ello, el documento presenta:

- una descripción global del tren de trabajos, así como de los requisitos de seguridad asociados;
- una síntesis de las tareas de seguridad llevadas a cabo;
- Las conclusiones de los estudios de seguridad, con objeto de demostrar el alcance de un nivel de seguridad aceptable;
- Según las fases, los eventuales puntos que quedan abiertos en lo referente a la seguridad.

Antes de la puesta en servicio, el Adjudicatario debe entregar un Informe de Seguridad que concluye de manera inequívoca y positiva sobre la garantía del alcance de un nivel de seguridad aceptable.

El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Informe de Seguridad por parte de FGC.

El contenido del informe de seguridad incluirá la definición del sistema, un informe sobre la gestión de la calidad y la seguridad, un informe sobre la seguridad funcional y técnica del tren de trabajos y unas conclusiones.

5.5 Informe de No Regresión de la Seguridad

Una vez que el tren de trabajos se haya puesto en servicio, en caso de que se tenga que realizar alguna modificación, el Adjudicatario deberá analizar las consecuencias de cada modificación sobre la seguridad, con objeto de verificar:

- Que las modificaciones que se realizan respecto a la versión anterior no tienen ningún impacto sobre el cumplimiento de los requisitos de seguridad,
- Que las modificaciones realizadas se han validado desde el punto de la seguridad.

A través de este análisis, se debe demostrar tanto que las modificaciones no introducen nuevos riesgos, y que no comprometen el funcionamiento seguro de las partes que no se han modificado.

Como resultado del análisis, para cada modificación, el Adjudicatario emite un Informe de No Regresión de la Seguridad que demuestra que el nivel de seguridad no se ha rebajado respecto a la versión anterior.

Para cada modificación, el Adjudicatario deberá obtener la aceptación del Informe de No Regresión de la Seguridad correspondiente por parte de FGC.

6 Control de las actividades de seguridad por parte de FGC

Todos los documentos de seguridad del Proyecto, según relación y alcance de los mismos definido en el presente documento de requisitos de seguridad, deberán ser aprobados por FGC. El proceso de aprobación de los documentos por parte de FGC es el definido en el pliego de condiciones técnicas.

La aprobación por parte de FGC de los documentos de seguridad no disminuye la responsabilidad del Adjudicatario acerca de la seguridad del tren de trabajo entregado en el ámbito del presente Contrato.

Adicionalmente, FGC podrá realizar auditorías de seguridad del Adjudicatario, bien en las oficinas del Adjudicatario o de sus proveedores según los aspectos relacionados con la seguridad que FGC desea auditar.

7 Planificación de la entrega de la documentación de seguridad

La tabla siguiente indica los plazos de entrega de la documentación de seguridad.

Una vez entregado un documento, el Adjudicatario deberá actualizarlo hasta que FGC lo apruebe, o cada vez que el avance del proyecto implique que el contenido del documento no se corresponda con el diseño o la realización del tren.

Entregable	Primera Entrega
Plan de Gestión de la Seguridad	45 días después de la firma del contrato
Registro de Peligros (Hazard Log)	4 meses después de la firma del contrato. Actualización y entrega ante cambios.
Informe de Seguridad (Safety Case)	Versión a final de diseño: al final de los estudios de diseño, Versión antes de las pruebas dinámicas: 1 mes antes del inicio de las pruebas dinámicas Versión para la Puesta en Servicio: 1 mes antes de la puesta en servicio de la primera unidad. Versión a final de garantía: 1 mes antes del fin de la garantía
Informe de No Regresión de la Seguridad	1 semana antes de la puesta en servicio de la modificación considerada en el informe.

Anexos

Anexo 1 - Flujoograma para selección del principio de aceptación de riesgos “Código Práctico”

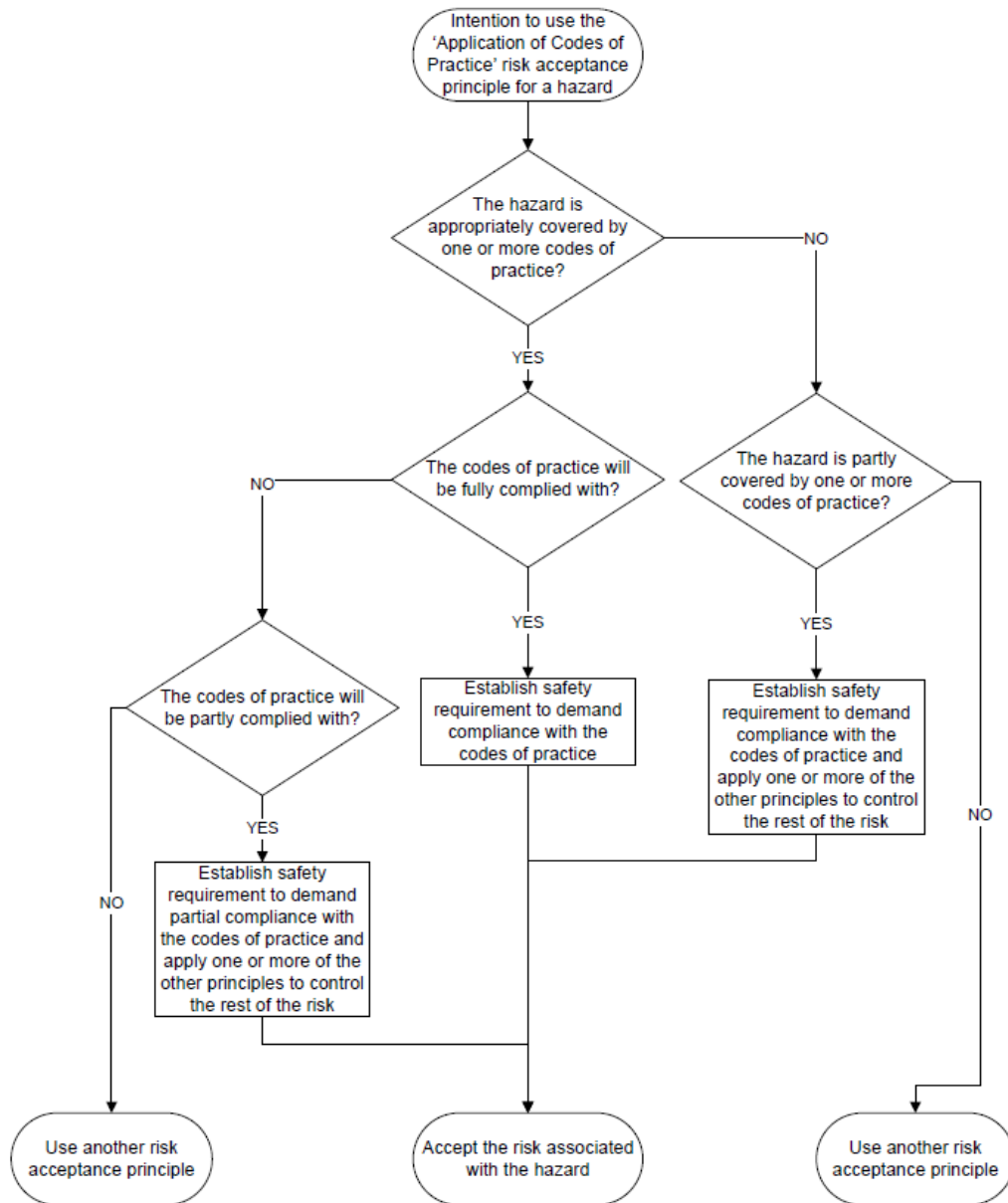


Figure 3 Applying the 'application of codes of practice' risk acceptance principle

Fuente: RSSB, GNGE/GN8643 / Guidance on Risk Evaluation and Risk Acceptance, Issue Two: June 2014 Rail Industry Guidance Note.

En cualquier caso, el uso de un código práctico para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.

Anexo 2 - Documentos elegibles como “Código Práctico”

A continuación se describen los documentos que pueden considerarse como un código práctico tal como lo define el reglamento 402/2013.

Este apartado no se sustituye al reglamento 402/2013 acerca que los códigos prácticos, sino que sirve para definir que se considera como un código práctico por FGC.

Los códigos prácticos deberán satisfacer como mínimo los siguientes requisitos:

- a) Tener un amplio reconocimiento en el sector ferroviario. En caso contrario, los códigos prácticos deberán justificarse y ser aceptados para el Organismo de Evaluación.
- b) Ser pertinentes para el control de los peligros considerados en el sistema objeto de evaluación.
- c) Ponerse a disposición de los organismos de evaluación para que puedan evaluar la idoneidad tanto de la aplicación del proceso de gestión del riesgo como de sus resultados.

Códigos prácticos que tienen un amplio reconocimiento en el sector ferroviario incluyen:

- Normas europeas (EN) e internacionales (ISO)
- Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad
- Normas nacionales de seguridad notificadas*
- Normas técnicas nacionales notificadas*

También puede aplicarse normas y documentación de FGC y españolas, siempre cuando cumplen con los requisitos listados previamente.

* : las normas notificadas corresponden con norma o legislación que ha sido notificada por la Autoridad Nacional de Seguridad (ANS) de un país miembro de la Unión Europea (en el caso de España, la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria).

En cualquier caso, el uso de un código práctico para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.

Anexo 3 – Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos “Sistema de Referencia Similar”

Según el reglamento, un sistema de referencia deberá satisfacer al menos los siguientes requisitos:

- a) haber acreditado en la práctica un nivel aceptable de seguridad y seguir estando por ello autorizado en el Estado miembro donde se vaya a introducir el cambio;
- b) tener funciones e interfaces similares al sistema evaluado;
- c) utilizarse en condiciones de explotación similares al sistema evaluado;
- d) utilizarse en condiciones ambientales similares al sistema evaluado.

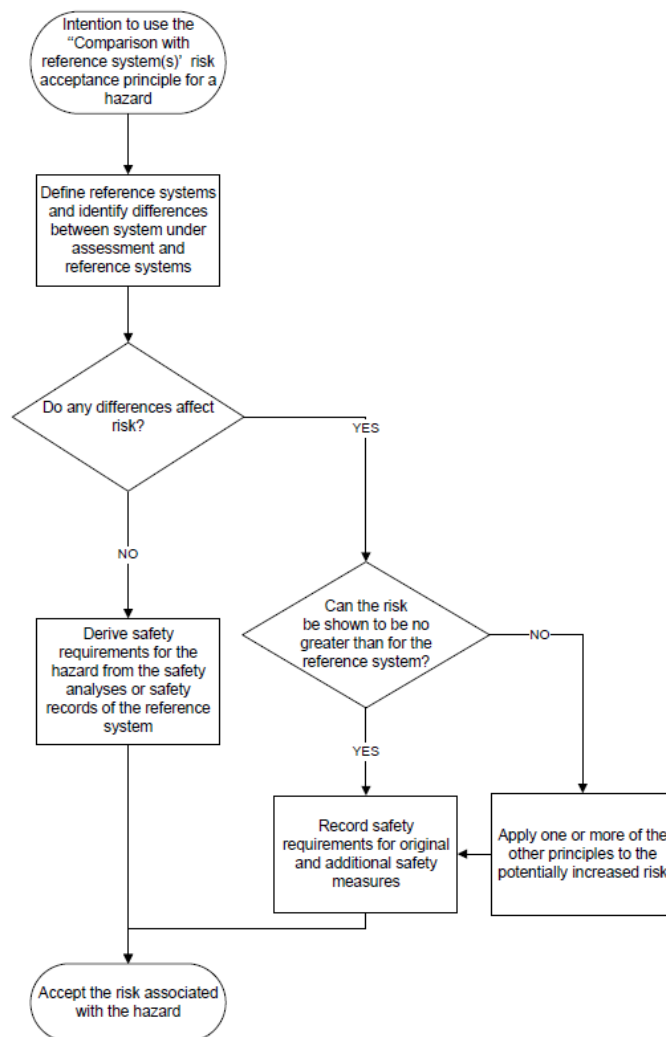


Figure 4 Applying the 'comparison with reference system(s)' risk acceptance principle

Fuente: RSSB, GNGE/GN8643 / Guidance on Risk Evaluation and Risk Acceptance, Issue Two: June 2014 Rail Industry Guidance Note.

En cualquier caso, la elección de un sistema similar para mitigar un riesgo debe ser aceptado por FGC.