FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Subministrament, instal·lació i formació d'un sistema d'auscultació de catenària per l'auscultadora 179.01 de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

- PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES –

Agost 2026

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

3.2.1 Catenària Convencional....5

3.2.2 Catenària Rígida. 6

3.3 Informació del tren auscultador....7

3.4 Condicions Climàtiques. 7

3.5 Normativa aplicable 7

3.6 Normalització....9

4. ESPECIFICACIONS DELS TREBALLS A DESENVOLUPAR. 9

4.1 Introducció. 9

4.2 Sistema estàtic d'auscultació de catenària....10

4.3 Sistema d'inspecció òptica de catenària....11

4.4 Sistema d'acceleròmetres en pantògraf i compensació respecte via....12

4.5 Software de visualització i postprocessament....12

4.5.1 Introducció....12

4.5.2 Paràmetres a mostrar en la interfície gràfica, ...12

4.5.3 Adquisició i processament....13

4.5.4 Anàlisi dels senyals 13

4.5.5 Postprocessament 13

5. PLANIFICACIÓ, TERMINIS I EXECUCIÓ 14

6. MANTENIBILITAT 14

7. ESTUDIS DE SEGURETAT 15

8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA 15

9. RECANVIS I UTILLATGES 16

10. INSPECCIÓ, RECEPCIÓ I GARANTIA 17

10.1 Consideracions generals 17

10.1.1 Revisió del disseny 17

10.1.2 Inspecció durant la fabricació 17

10.1.3 Vigilància de materials i treball 18

10.1.4 Proves d'acceptació a fàbrica (FAT) 18

10.1.5 Transport, descàrrega, i muntatge a instal·lacions de FGC 18

10.1.6 Proves d'acceptació a les instal·lacions de FGC (SAT) 18

10.2 Garantia 19

10.2.1 Fiabilitat del material i dels equips d'auscultació 20

10.2.2 Disponibilitat del material i els equips d'auscultació 20

11. FORMACIÓ DEL PERSONAL 21

12. POSADA EN SERVEI 21

13. ANNEXES 21

1. OBJECTE DEL PLEC.

El present plec de prescripcions tècniques té per objecte descriure les característiques tècniques que ha de satisfer el muntatge un sistema d'auscultació de catenària per 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 tècnics i tecnològics necessaris per a instal·lar un sistema auscultador de la catenària en el vehicle 179.01. En concret els treballs objecte d'aquest plec contemplen:

- Subministrament d'un sistema òptic per a mesurar posició del cable, posició dels pals i desgast del fil.
- Subministrament per a equipar una pantògraf amb acceleròmetres.
- Subministrament de sistema de mesura de posició dels carrils de via respecte fil de contacte.
- Subministrament de càmeres de gravació d'imatge amb rang de mesura tèrmic.
- Subministrament de hardware i programari dels programes de adquisició i tractament de dades de l'auscultació duta a terme.
- Instal·lació i integració dels sistemes al vehicle auscultador 179.01.
- Formació del personal tècnic i a l'operatiu de manteniment de FGC.

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 dels equips proposats a instal·lar.

La proposta ha d'incloure un pla de treball que descrigui 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 generales 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 **Altres tangents**	0,20 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 **Altres tangents**	1:10,5 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 ≥ 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

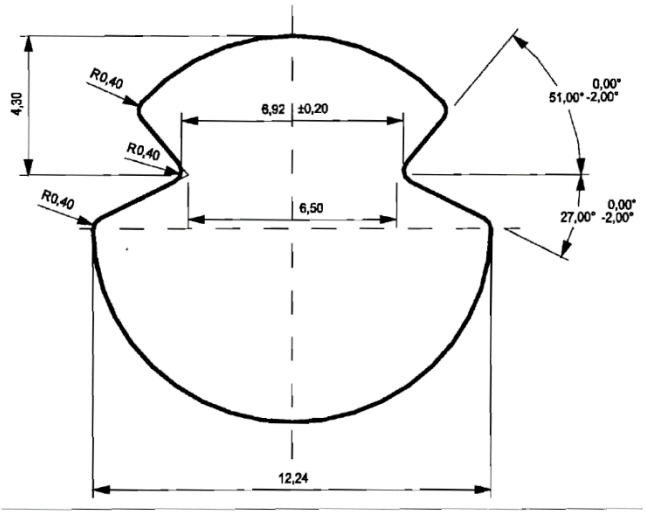
3.2 Característiques tècniques de la catenària

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

3.2.1 Catenària Convencional

La catenària flexible està construïda segons memoràndum de catenària convencional d'FGC, i està composta por 2 fils de contacte de secció 107 mm^2 de secció circular segons la norma CENELEC UNE-EN50149. A la línia Llobregat-Anoia hi ha instal·lat alguns trams amb fil de contacte de secció 120 mm^2.



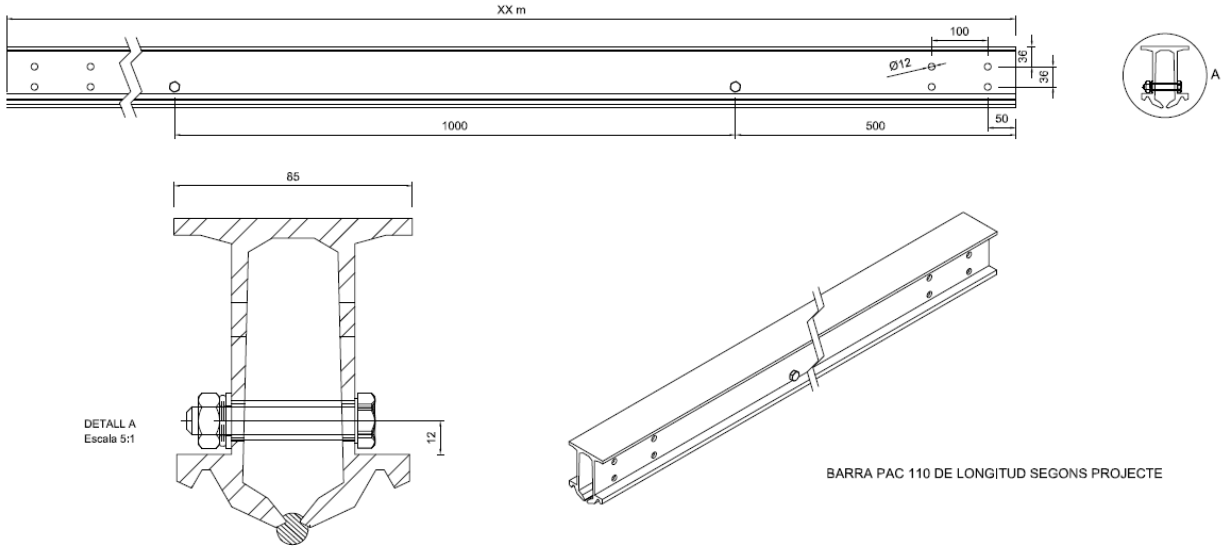
NOTA – Las dimensiones dadas sin tolerancias se dan sólo como guía.

Esquema fil de contacte de secció circular de 107 mm^2.

3.2.2 Catenària Rígida.

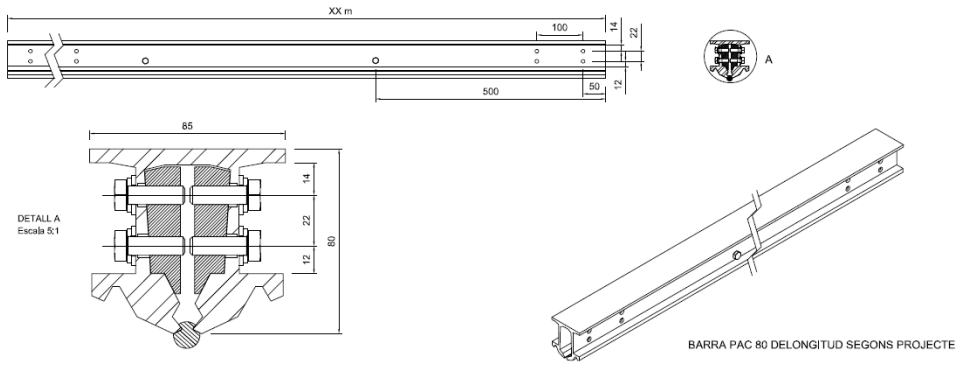
La catenària rígida està construïda segons memoràndum de catenària rígida d'FGC, i està composta per un perfil del tipus PAC 110 o PAC 80 fabricat en alumini 6063 tractat tèrmicament, amb un fil de contacte inserta de secció ovalada de 150 mm2 segons la norma CENELEC UNE-EN50149 o Secció conjunta de catenària: 1.558 mm2

.



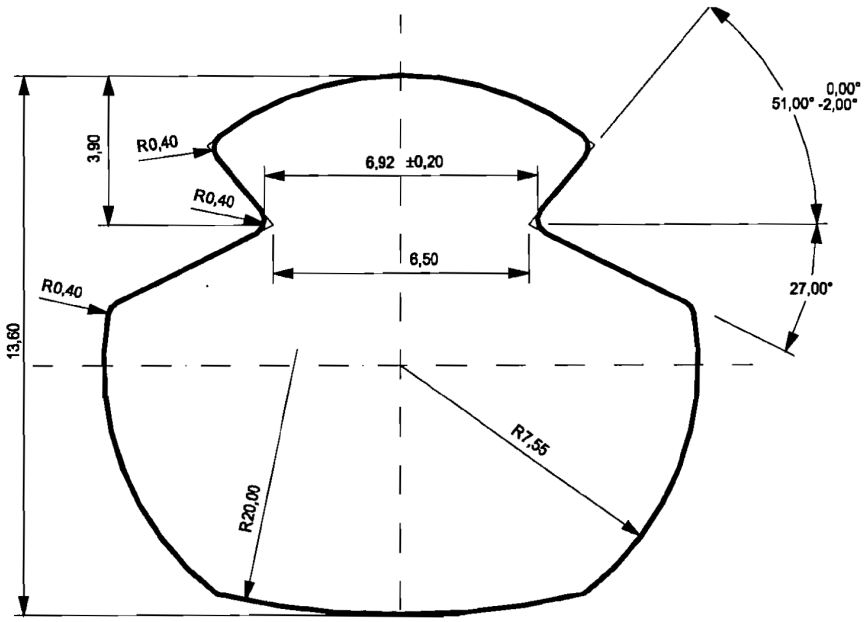
Esquema PAC 110

BARRA PAC 80



Esquema PAC 80

Dimensiones en milímetros



NOTA – Las dimensiones dadas sin tolerancias se dan sólo como guía.

Esquema fil de contacte de secció ovalada de 150 mm^2.

El licitador haurà d'adaptar els equips a aquestes característiques particulars d'FGC, i posarà especial atenció en el seu aïllament elèctric i electromagnètic, per condicions normals de funcionament i per situacions d'avaria.

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 ºC i 40 ºC, 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 demostration of Reliability, Avalability, Mainteniability 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 pantògraf.
- 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 Introducció.

La finalitat del sistema d'auscultació descrit en aquest plec és el mesurament i la gestió de tots els paràmetres geomètrics i de desgast de la catenària instal·lada a les línies de los Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya. El nou sistema s'ha d'instal·lar en el tren de auscultació de via subministrat per l'empresa MATISA. El sistema d'auscultació de catenària ha de ser capaç de fer mesuraments tant de dia com de nit, i dins dels túnels, així com en condicions climàtiques habituals de la línia: pluja, boira, nit, dies d'elevada radiació solar, etc.

El sistema d'auscultació estarà compost per un subsistema d'auscultació estàtica de la catenària, un subsistema d'inspecció visual de la catenària, i por últim un subsistema de mesura de l'acceleració del pantògraf. Aquests subsistemes s'hauran de relacionar entre si per a analitzar i localitzar els possibles defectes de la catenària, i haurà de ser capaç de determinar el PK de cada mesura mitjançant el subsistema d'odometria instal·lat a la màquina de via.

A més, haurà de determinar les coordenades GPS, i geolocalitzar cada punt de mesura. Per a evitar errors de mesura, el sistema haurà de compensar els moviments de la caixa del vehicle, per a que aquests no afectin a les dades d'auscultació.

En resum, els subsistemes que compondran l'equip seran:

1) Sistema d'auscultació estàtica de la catenària. Mesurarà l'altura, el descentrament i el desgast del fil de contacte, durant tot el recorregut de les dues línies metropolitanes de FGC. Haurà de ser capaç de mesurar i identificar los diferents tipus de catenària instal·lats a FGC (rígida, o flexible con 1 o 2 fils de contacte).
2) Sistema d'inspecció òptica de catenària. Realitzarà una gravació del recorregut, amb una filmació panoràmica de tots los elements de la catenària: fils de contacte, mènsules i els pals, amb prou resolució para poder observar possibles defectes. S'inclou una càmera termal. La màquina disposa d'un pantògraf similar als de les unitats comercials, per a poder avaluar visualment la interrelació pantògraf-catenària.
3) Sistema de mesura de l'acceleració del pantògraf i compensació respecte via. En el pantògraf s'haurà d'instrumentalitzar amb acceleròmetres per poder analitzar-ne el moviment. Les mesures dels acceleròmetres s'hauran d'integrar amb la resta de sistemes, relacionant las imatges del sistema d'inspecció òptica amb las mesures del sistema estàtic, el PK de la línia, i la seva georeferenciació. Per altra banda s'incorpora una sistema de compensació que indicarà el moviment del fil de contacte respecte la posició real dels carrils de la via.

Partint de la base que el sistema ha de mesurar la geometria de la catenària, els components del sistema d'auscultació a proposar han de ser al menys els següents (no excloents):

- Focus
- Càmeres
- Càmera tèrmica
- Escàners o làsers.
- Sistema para la mesura de los moviments del tren.
- Sistema de condicionament ambiental del equipo de mesura..
- Software de anàlisis de les dades.
- Acceleròmetres.

L'adjudicatari serà el responsable del disseny dels equips per a aconseguir el compliment de les especificacions definides en el present plec. Així mateix, també serà responsable de les modificacions i integracions necessàries sobre el vehicle auscultador de via d'FGC. D'aquesta forma, serà responsabilitat de l'adjudicatari assegurar que el nou conjunt (Vehicle auscultador + Sistema de auscultació de catenària) donen compliment a las especificacions de material rodant d'FGC.

4.2 Sistema estàtic d'auscultació de catenària

El subsistema d'auscultació estàtica de la catenària haurà d'estar dissenyat para poder mesurar els paràmetres geomètrics de los fils de contacte, amb una velocitat del tren de 0 a 80 km/h, i en les condicions estàndard de la línia. El sistema s'ha de basar en la tecnologia làser òptica sense contacte, i ha de ser capaç de mesurar con un pas mínim de 10 mm. El sistema ha de ser totalment automàtic, i ha de localitzar i reconèixer els diferents cables que composen la catenària.

Els paràmetres geomètrics del fil de contacte seran els següents:

- Geometria dels fils de contacte:
  - Posició horitzontal (descentrament)
  - Posició vertical (altura)
  - Desgast dels fils de contacte (obtingut per diferència entre els perfils mesurats i els perfils de referència)

El sistema ha de permetre l'auscultació, tant de la catenària convencional flexible como de la catenària rígida, amb les següents precisions:

- Mesura del descentrament del fil de contacte: error màxim inferior a ±10mm.
- Mesura de l'altura del fil de contacte inferior: error màxim inferior a ±10 mm.
- Mesura de desgast del fil de contacte: error màxim inferior al 2% del diàmetre del fil de contacte

Per analitzar correctament tots els elements de la catenària, el subsistema ha de ser capaç de mesurar inclús los seccionaments elèctrics i agulles aèries per a la seva anàlisi correcta (4 fils de contacte simultàniament en el caso de catenària convencional, i 2 fils de contacte simultàniament en la catenària rígida).

S'haurà d'integrar el subsistema amb la interfície de visualització i tractament dels paràmetres, , les dades d'odometria recollides per aquesta i la localització de les dades a través d'un sistema GPS/GNS. A més a més, haurà de permetre incorporar punts singulars de la catenària com ara seccionaments, passos superiors, agulles, pals, etc. El sistema haurà de disposar d'un sistema de postprocessament, capaç de calcular i mostrar els paràmetres geomètrics de la catenària a partir dels paràmetres mesurats.

4.3 Sistema d'inspecció òptica de catenària.

El sistema d'inspecció òptica de catenària permetrà l'enregistrament de vídeo de línia aèria de contacte durant el recorregut de la màquina, enregistrant també la posició de les mènsules i dels postes de catenària. El sistema disposarà d'un programari que permeti funcions com ara l'administració d'events, el control i comandament centralitzat.

Les dades de vídeo es mostraran directament en las unitats de comandament i control y s'enregistraran en algun dispositiu d'emmagatzematge de manera que sigui possible el seu anàlisis posterior.

La resolució del vídeo ha de ser 4k como mínim, con una taxa de refresc de 120 fps, i ha de ser capaç de visualitzar tot el conjunto de la catenària, des dels fils de contacte fins als postes.

Per poder obtenir una imatge amb prou resolució de tots els elements, el subsistema haurà d'incorporar el nombre suficient de càmeres per avaluar el comportament del fil de contacte amb el pantògraf, mènsules i postes, i sincronitzadament poder avaluar tots els elements del sistema en el seu conjunt.

En el moment de la visualització posterior, es disposarà de l'opció "Slow Motion", per a analitzar a una velocitat de visionat lenta (modulable amb diferents formats de velocitat).

Les càmeres hauran de disposar d'un sistema de il·luminació / filtre que permeti la captura de les imatges en condicions de visualització òptimes, tant en condicions de llum diürna, como en condicions sense il·luminació externa de nit o en túnels.

Les càmeres, i tot el subsistema, hauran de disposar de sistema d'acondicionament climàtic, per a evitar que una possible condensació de la humitat ambiental pugui afectar a la visualització.

La resolució de les imatges del vídeo hauran de ser 4k a 120 FPS, i s'hauran d'integrar amb el sistema d'auscultació, per a poder visualitzar el PK i les coordenades GPS/GNS, i relacionar les imatges amb les mesures del subsistema d'auscultació.

A més a més, el sistema de videoanàlisis incorporarà una càmera termal que permetrà captar la temperatura del pantògraf i del sistema de catenària per a poder detectar sobreescalfaments deguts a un mal aïllament del sistema o possibles fuites de tensió.

El sistema ha d'incloure com a mínim els següents components:

- Sistema d'enregistrament de dades de vídeo digital.
- Hardware y programari de transferència de dades.
- Sistema d'emmagatzematge, recuperació i gestió de dades digitals.
- Sistema de condicionament ambiental

L'aplicació del programari he de permetre la compressió de vídeo analògic o digital, i la reproducció en formato M-JPEG, així com també la gestió d'events especials (como por exemple, la captura de fotogrames desencadenada per la detecció de defectes) i vídeo sincronització amb la posició respecte al PK de la infraestructura, i relacionar en qualsevol cas, les imatges amb els resultats dels paràmetres de mesura. En el vídeo M-JPG, haurà d'aparèixer sobreimprès el PK i la georeferenciació GPS de cada imatge.

El vehicle d'auscultació existeix un pantògraf de mesura similar a l'utilitzat en les unitats de viatgers d'FGC, per a poder registrar el comportament amb la catenària i en les mateixes condicions. Aquest pantògraf disposa d'una regla per indicar el límit del descentrament. El sistema d'inspecció òptic registrarà aquest pas del fil de catenària amb el pantògraf i es sincronitzarà amb la resta de càmeres del sistema.

4.4 Sistema d'acceleròmetres en pantògraf i compensació respecte via

En el pantògraf es disposarà d'acceleròmetres, per a poder mesurar el moviment del pantògraf durant tot el recorregut de l'auscultació.

El sistema ha de ser capaç de mesurar l'acceleració de la mesilla del pantògraf, per tal de determinar la seva posició i el desplaçament. Aquest moviment permetrà avaluar les freqüències de ressonància de la catenària. Quan aquests paràmetres estiguin per sobre dels valors límit definit, el programari mostrarà un avís.

Las característiques dels acceleròmetres seran:

- Error màxim: +-1 +- 1mm/s^2
- Resposta en freqüència: (±5%) 0 Hz – 1.000 Hz
- Rang de mesura: 0-50g
- Freqüència de ressonància: Major a 1.800 Hz.

Las mesures dels acceleròmetres s'hauran d'integrar juntament amb les dades de la auscultació. A través del programari de visualització ha de ser capaç de relacionar les dades obtingudes amb el PK de la línia i amb les imatges de la gravació. En el caso de detectar-se nivells fora del rang prefixat, el sistema de post processat ha de ser capaç de generar un informe, automàticament i parametritzable, amb totes les dades de contorn de la zona d'alarma.

Per altra banda, s'instal·larà un sistema de compensació entre el fil de contacte i la posició dels rails. Aquest sistema es basarà en un conjunt de sensors que permetran avaluar aquesta posició relativa entre els dos sistemes d'infraestructura.

4.5 Software de visualització i postprocessament.

4.5.1 Introducció.

El sistema d'auscultació inclourà un programari parametritzable, per a visualitzar i analitzar les dades registrades.

Les components bàsics del programari seran:

- Interfície gràfica de visualització. Ha de permetre, tant durant la auscultació como posteriorment, la visualització i anàlisis de les dades obtingudes en la campanya. Aquesta visualització ha de ser tant de forma gràfica com numèrica.
- Sistema d'adquisició i processament. Ha de permetre l'adquisició de les dades, i exportar-les a un format independent (p.e. Excel, PDF) del sistema de visualització.
- Sistema de postprocessament. El subministrament inclou un programari que permeti la visualització de les dades registrades, i de la gravació en qualsevol ordenador amb sistema operatiu Windows. Aquest software ha de ser capaç d'analitzar i detectar els punts fora de tolerància o alarmes, i generar informes automàtics dels defectes.

La funcionalitat i les pantalles de visualització del programari hauran de ser proposades pel subministrador, i validades per FGC en el moment de tancament del disseny.

4.5.2 Paràmetres a mostrar en la interfície gràfica,

El programari ha deser capaç de mesurar o calcular, como mínim, els següents paràmetres:

- Alçada del fil de contacte
- Variació de la pendent del fil de contacte en el suport
- V formada per la variació d'alçada del fil de contacte amb el suport

- Alçada del fil de contacte respecte a la línia d'unió entre suports (fletxa).
- Descentrament +- 10 mm
- Espessor del fil de contacto, tolerància de 2% de diàmetre.
- Gradient de pendolat
- Acceleració vertical del bastidor del pantògraf.
- Desplaçament del bastidor del pantògraf.
- Freqüència fonamental d'oscil·lació de la catenària.

El sistema ha de ser capaç de mesurar tots aquests paràmetres sense contacto, no admetent cap sistema que impliqui que algun dels seus elements, o el pantògraf, estigui tocant el fil de contacte per a la seva mesura, excepte la mesura de l'acceleració del pantògraf.

El sistema ha de ser capaç de compensar els moviments oscil·latoris del tren, no acceptant-se augmentar l'error a causa del moviment del tren fins a una velocitat de 80km/h.

A més a més, la interfície de visualització ha de ser capaç de mostrar les imatges del sistema d'inspecció òptica, relacionar las dades obtingudes amb les imatges del punt seleccionat, a més a més d'indicar de forma superposada a la imatge el PK i les coordenades GPS/GNS del punt de mesura.

4.5.3 Adquisició i processament

El sistema alimentarà elèctricament als sensors i elements auxiliars necessaris per a realitzar l'auscultació, com ara focus, càmeres, escàners, potenciòmetres, etc.

El sistema haurà de ser capaç de gestionar les entrades de sincronització procedents del sistema de odometría, per tal d'etiquetar les mesures de las acceleracions amb la velocitat, posició (P.K.), i coordenades geogràfiques.

El format de registre de les dades, a part del format propi del sistema, podrà convertir-se a Excel o PDF.

4.5.4 Anàlisi dels senyals

El sistema d'Auscultació de Catenària ha de disposar d'un mòdul informàtic capaç d'analitzar les senyals, tant en temps real, como en postprocessament, a partir de las senyals en brut emmagatzemades.

Els resultats dels anàlisis informàtics de les senyals s'hauran de poder emmagatzemar, i a més a més poder-se visualitzar posteriorment fora de l'auscultadora.

Com a mínim s'haurà de permetre fer els anàlisis següents per a totes i cada una de les senyals:

- Anàlisi estadístic: Valor mig, màxim i mínim, desviació estàndard, i índex de qualitat.
- Anàlisi de pics.
- Anàlisi de trams: Valors eficaços i ponderats**.**
- Anàlisi de zones amb valors anòmals.
- Anàlisi de seccionaments.
- Anàlisi d'agulles aèries.

4.5.5 Postprocessament

El sistema haurà d'emmagatzemar informàticament, en temps real, les senyals, tant les obtingudes directament com les processades i filtrades digitalment, obtingudes per tots i

cadascun dels sensors, de manera que, a partir d'aquests fitxers, es pugui reproduir tot el procés de generació i emmagatzematge dels registres gràfics, anàlisi de les senyals i generació i emmagatzematge dels arxius numèrics. El format dels fitxers ha de ser obert, i s'haurà de lliurar la documentació necessària per al seu ús i interpretació.

Tot aquest procés ha de ser possible realitzar-lo a l'equip informàtic subministrat i instal·lat al vehicle auscultador com a part del sistema d'auscultació de catenària. A més, caldrà lliurar una còpia de tot el programari necessari per realitzar el procés. Aquest programari ha de ser instal·lable al sistema operatiu Windows, i es lliurarà amb una llicència multiusuari de per vida per a ús per part de FGC.

A més, s'ha de subministrar i instal·lar addicionalment un equip similar, on FGC determini, on es pugui realitzar el processament, registre, anàlisi i emmagatzematge complet de totes les senyals paramètriques, de manera idèntica a com es realitzaria al vehicle auscultador.

Els fitxers generats al processament, tant l'equip del vehicle auscultador com al de l'oficina, hauran de poder ser emmagatzemats a PC sota Windows, amb connexions externes USB i Ethernet, de manera que puguin ser bolcats a qualsevol dispositiu d'emmagatzematge per a la seva extracció i conservació.

El sistema de postprocessament haurà de ser capaç de generar informes a partir de totes les senyals rebudes a través dels diferents sensors, amb el format que FGC determini en el moment del desenvolupament. Aquests informes han de tenir la possibilitat de parametritzar/discernir entre els diferents límits d'intervenció i alerta que FGC determini. Als informes s'hauran d'integrar els paràmetres de l'auscultació amb les imatges obtingudes per sistema d'inspecció òptica, per poder analitzar-ne els possibles defectes.

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 (15) mesos. Donat que el vehicle auscultador està en servei, caldrà preveure un temps d'immobilització del vehicle auscultador inferior a 30 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.

El Pla de Manteniment ha de preveure un apartat on s'indiqui una previsió a 20 anys després de l'adquisició del sistema un pla per actualitzar firmware i software en base a l'experiència del fabricant.

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:

- Fitxes tècniques i d'especificacions dels equips a instal·lar.
- Plànols del conjunt amb la verificació del gàlib de les tres línies d'FGC.
- Plànol layout d'ubicació dels equips indicant els passos de cablejat i les necessitats de connexió elèctrica.
- 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 referencies 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 referencies 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 del sistema d'auscultació de catenària amb número de plànol i referència comercial.

Presentarà proposta de llista de recanvis 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

10. INSPECCIÓ, RECEPCIÓ I GARANTIA

10.1 Consideracions generals

Per a l'acceptació per part de FGC 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 30 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 eventuals 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 testimoniat 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 30 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 testimoniatge 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 dels processos de tractament, transmissió de les dades i visualització de les dades.

Es faran proves de tots els sistemes d'auscultació en al menys les dues línies BV i LA. Per tant l'adjudicatari ha de preveure que les proves SAT es veuran interrompudes

durant un mínim de 2 setmanes per a poder gestionar el canvi de bogies i el transport de la màquina a l'altra línia. 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.
- Verificació de la repetibilitat de les mesures. Es comprovarà mitjançant mesures alternatives que les mesures i registres realitzat per l'equip d'auscultació siguin correctes i repetibles.
- Proves d'estrès del sistema. Es comprovarà que el sistema pot funcionar en les condicions extremes estipulades, tant a nivell climàtic com de requeriments de funcionalitat.
- 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 gàlibs en els punts singulars de les línies.

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 complerts.

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 de 24 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:

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

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:

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

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 sistema instal·lat. 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.

Els cursos de formació del sistema d'auscultació de catenària es donaran al personal tècnic, i a l'operatiu de manteniment, de FGC, en grups i horaris que podran ser diferents, segons el personal a qui van dirigits. Prenent com a base documental el manual de formació, aquests cursos tractaran aspectes, el manteniment, l'ús dels equips d'auscultació i el programari de visualització i tractament de les dades, tenint un caràcter teoricopràctic.

Ha de preveure fer aquesta formació en horari nocturn i en al menys dos grups diferents de persones .La durada mínima d'aquests cursos serà de 24 hores per grup, per tant ha de calcular unes 48 hores de formació.

El programa de formació haurà de ser acordat amb FGC.

12. POSADA EN SERVEI

Havent signat l'"Acta de Recepció", i realitzada la formació del personal d'operació i manteniment, es procedirà a la posada en servei del sistema.

Durant la posada en servei, un tècnic especialitzat acompanyarà la màquina en circulació i treball, en horari nocturn, per assessorar i resoldre qualsevol incidència que es pugui produir durant les dues primeres setmanes de funcionament..

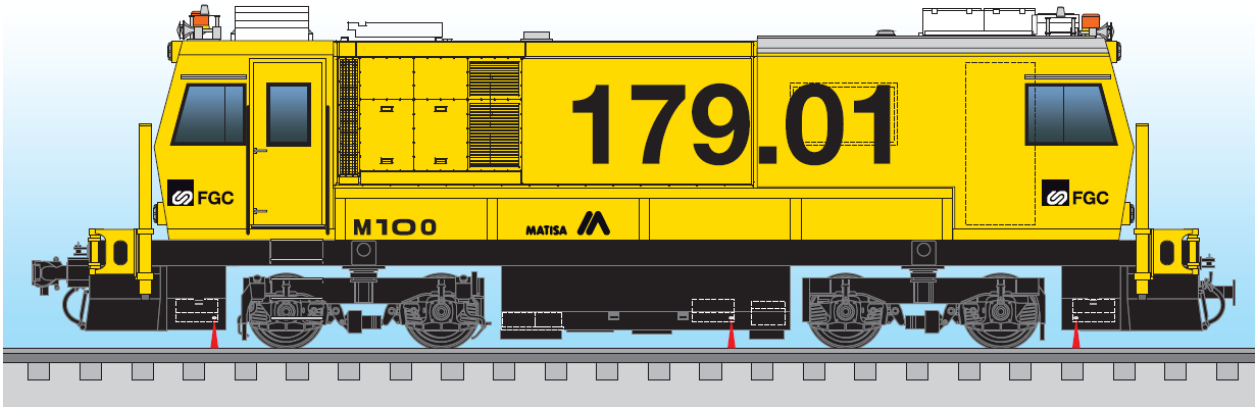
13. ANNEXES

Annex I – Fitxa tècnica vehicle auscultador

Annex II - Requisits de Seguretat

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Fitxa Tècnica de material auxiliar
de via vehicle de mesura M10O 179.01



Característiques tècniques

Fabricació
Fabricant **:** MATISA Materiel Industriel S.A.
Model : M10O
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: Hidrostàtica

Rodolament
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

FGC
Ferrocarrils
de la Generalitat
de Catalunya

Generalitat
de Catalunya

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) Nº 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:

a) **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 du 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 Riegos (APR – Preliminary Hazarad Analisis, 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 Arboles 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 “Critico” (véase apartado 3.1), el Adjudicatario deberá realizar unos Árboles de Fallos (Fault Tree Analisis – FTA).

Los arboles 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 sur arboles 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 “Critico” (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 gestion	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 respeto 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 respeto 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 - Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos "Código Práctico"

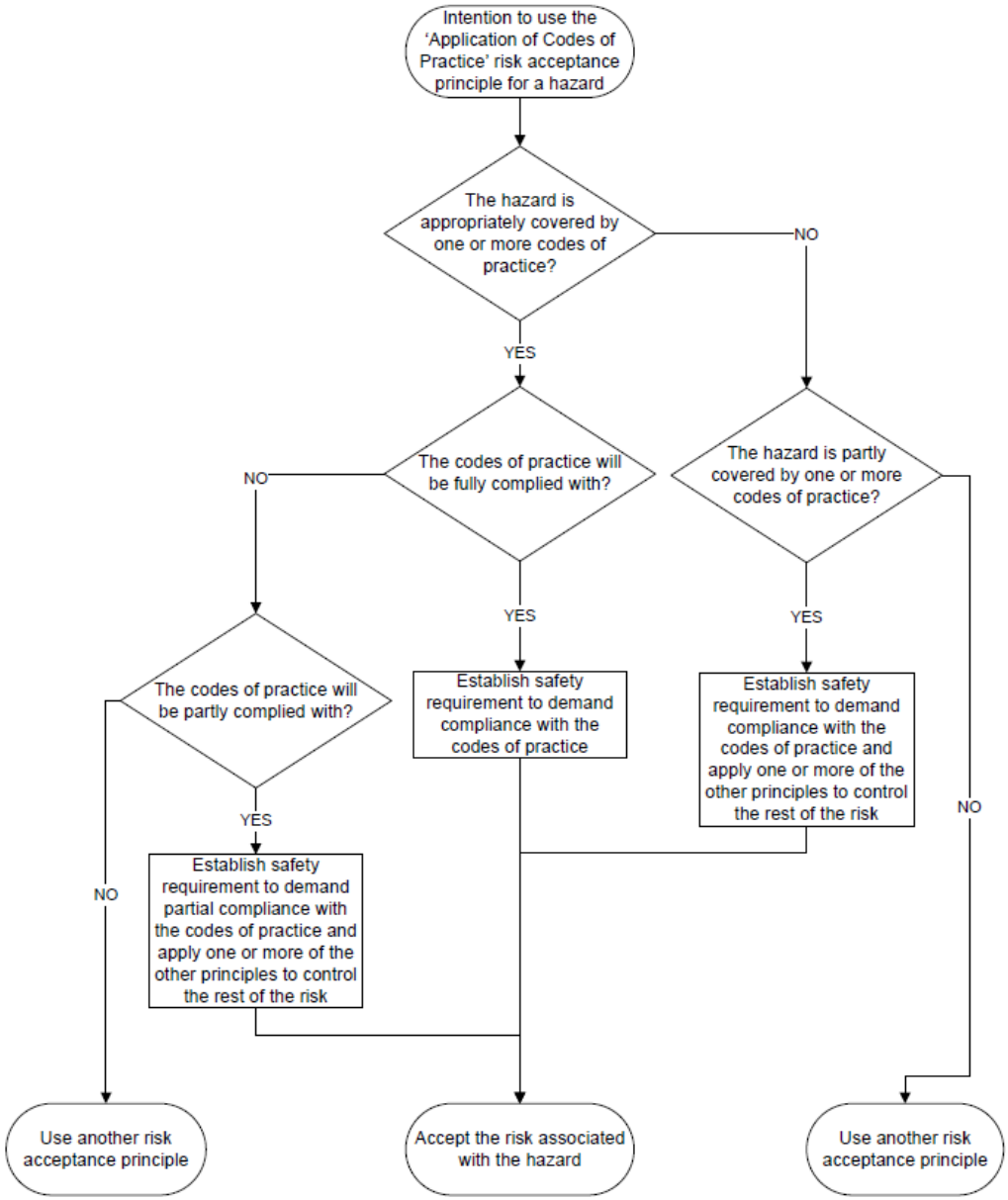


Figure 3 Applying the 'application of codes of practice' risk acceptance principle

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.

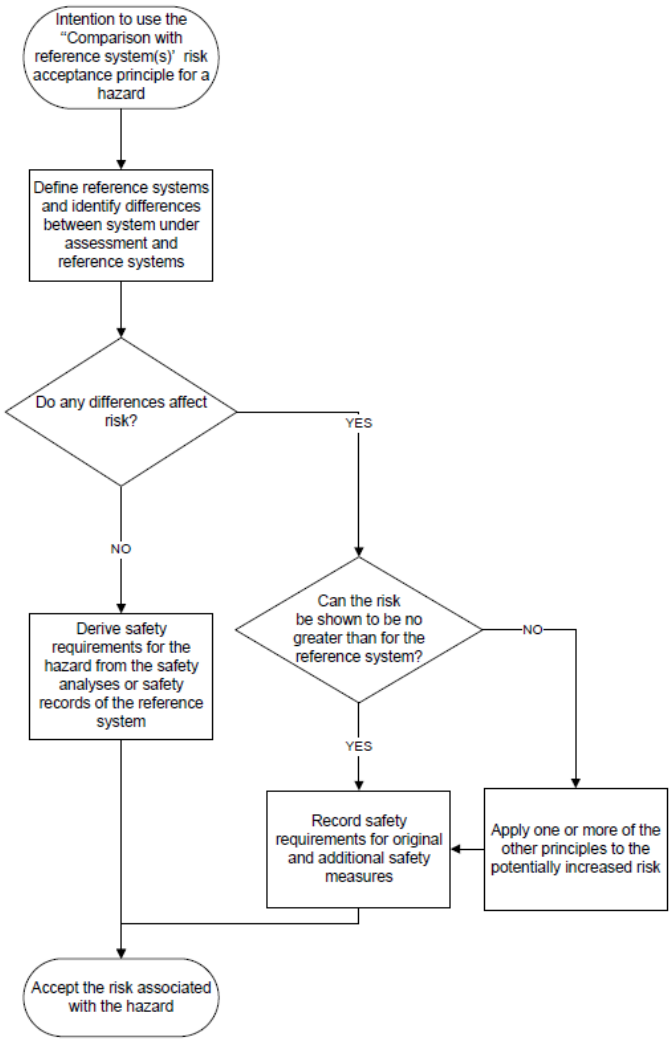


Figure 4 Applying the 'comparison with reference system(s)' risk acceptance principle

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.