

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS  
PER AL SUBMINISTRAMENT, PROVES I POSADA EN  
SERVEI DE 5 EQUIPS FAP DIGITAL NOUS PER A  
LOCOMOTORES SÈRIE 257 DELS FERROCARRILS DE  
LA GENERALITAT DE CATALUNYA

## Índex

	Pàg.
1 Objecte del plec.....	4
2 Generalitats.....	4
3 Abast.....	5
3.1 Equips i components .....	6
3.2 Enginyeria.....	7
3.3 Safety Case .....	7
4 Normativa aplicable.....	7
5 Terminis de lliurament.....	8
6 Gestió del subministrament.....	8
7 Requeriments tècnics particulars .....	8
7.1 Principals característiques tècniques i funcionals.....	8
7.1.1 Modes de conducció.....	9
7.1.2 Descripció dels sistemes existents .....	10
7.1.3 Funcionalitat actual i futura.....	12
7.1.4 Sistemes embarcats .....	21
7.1.5 Configuració de l'equip FAP Digital .....	21
7.1.6 Equipament FAP Digital.....	21
7.2 Compatibilitat amb equipament existent.....	27
8 Pla de qualitat.....	27
9 Assajos i protocols de proves.....	27
10 Pla de Manteniment .....	28
10.1 Manteniment.....	28
10.2 Recanvis.....	29
10.3 Avaries sistemàtiques.....	30
11 Inspecció i recepció.....	31
11.1 Consideracions generals .....	31

11.2	Inspecció durant la fabricació dels equips .....	31
11.2.1	Accés als llocs de treball .....	31
11.2.2	Vigilància de materials i treball .....	31
12	Transport i lliurament.....	32
13	Garantia .....	33
14	Formació .....	33
15	Documentació a lliurar pel licitador.....	34
16	Documentació a lliurar per l'adjudicatari.....	35
17	Annexes .....	36

## **1 Objecte del plec**

El present plec de prescripcions tècniques té per objecte descriure les característiques tècniques i requisits funcionals que ha de satisfer el subministrament, proves i posada en servei de 5 equips FAP digital nous per dotar les noves 5 locomotores sèrie 257 dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) en curs de subministrament. Les locomotores seran duals, bi-cabina i d'ample mètric per circular per la línia Llobregat-Anoia (LA) d'FGC.

## **2 Generalitats**

L'Equip FAP Digital és el subsistema que proporciona un conjunt bàsic de funcions de Protecció Automàtica de Tren (ATP). L'equip processa la informació procedent de la via i mostra un conjunt d'indicacions al maquinista per alertar i facilitar la realització de les accions requerides. Quan l'equip detecta que no s'estan respectant els controls de velocitat establerts, actua sobre el fre d'emergència del tren.

L'equip FAP Digital s'inclou en la categoria dels Sistemes ATP semi-continus: ofereix una protecció contra sobrevelocitat al llarg de tot el recorregut del tren, però rep la informació de manera puntual mitjançant un sistema de balises instal·lades a la via. Les balises instal·lades a la via proporcionen informació relativa a l'aspecte del senyal més pròxima al tren en el seu sentit de marxa. També envien informació dels passos a nivell sense protecció i de controls de velocitat. L'activació d'aquestes balises pot venir directa des dels enclavaments o des de les senyals, depenent de l'aspecte del senyal.

A més de la informació transmesa per les balises, l'equip FAP Digital requereix que el maquinista confirmi, mitjançant la seva actuació sobre els polsadors, la informació que s'ha captat al pas sobre balisa, en funció de la situació en via.

### 3 Abast

Execució de projecte tècnic, subministrament, proves, posada en servei i assistència tècnica de 5 equips embarcats bi-cabina FAP digital nous, per al seu ús a les 5 noves locomotores de la sèrie 257 d'FGC.

Els treballs de muntatge i instal·lació seran íntegrament assumits pel fabricant de les locomotores, previ subministrament per part de l'adjudicatari del conjunt d'equips corresponents a cada unitat del sistema FAP digital.

Requeriments fonamentals:

- Basat en plataforma de tecnologia digital.
- Oferirà una fiabilitat (MKBF) major al FAP analògic de la línia.
- Disposició d'un equip de protecció amb processament SIL 4.
- Ajudarà en la conducció, recordant al conductor l'aspecte observat a la senyal anterior.
- Establirà controls de velocitat continuus (corba de velocitat objectiu o velocitat constant) al seu pas per balisa i permetrà un augment puntual de la velocitat a petició del maquinista.
- Oferirà serveis de diagnòstic i manteniment.
- El sistema subministrat ha de ser escalable a nivell de software a versions superiors.
- Les dades registrades a l'equip FAP digital, a part d'aquells que s'obtenen de l'enregistrador jurídic del material mòbil. Hauran de ser accessibles fàcilment mitjançant un dispositiu de memòria tipus USB, sense requeriment de cap mena d'ordinador. Les dades recollides a la memòria tipus USB podran ser visualitzades i tractades mitjançant un software estandarditzat de tipus obert.

Els conceptes que s'han d'incloure amb el subministrament han de correspondre amb:

### 3.1 Equips i components

- Subministrament de 5 equips embarcats FAP digital en configuració bi-cabina, per a la seva pre-instal·lació a les locomotores sèrie 257, incloent els següents components:
  - o 1 Equip de Control i Procés (ECP) en rack de 9U, 84HP i profunditat "Europea Extendido" (403x437x295 mm).
  - o 2 Panells de Conducció (comprentent a la seva vegada DMI, panell repetidor i kit de pulsadors addicionals).
  - o 1 Mòdul de Selectors amb DIV.
  - o 1 Convertidor de Tensió 24V DC / 72V DC, per adaptar la tensió de bateria del tren a l'equip FAP digital.
- Subministrament de 2 Sistemes de Captació a cada locomotora, per a la seva instal·lació per part del fabricant del tren, comprenent cadascun d'ells: Element "A" Amplificador Aperiòdic, Element "B" d'interconnexió i Element "C" captador de balises.
- Subministrament d'un (1) sensor d'odometria, incloent mànega i connector, per a la seva instal·lació a l'eix.
- Subministrament de connectors, cables i mànegues acabades, per a la seva instal·lació per part del fabricant de les locomotores, incloent:
  - o Subministrament de 40 metres de cable bipolar apantallat de 0,5 mm<sup>2</sup> per cada Element "A" per a la seva interconnexió amb l'ECP.
  - o Mànegues muntades (integrant els seus corresponents connectors quan correspongui) per a la interconnexió dels diferents components de cada unitat embarcada FAP digital.
- Les mànegues completament acabades seran subministrades per l'adjudicatari al fabricant de les locomotores un cop aquest informi de la definició y dimensions finals de les mateixes.

Atenent a que es tracta d'una petita part del parc de material mòbil d'FGC, els equips subministrats hauran de ser iguals, compatibles i intercanviables al 100% amb la resta d'equips de FAP digital muntats a la resta de parc mòbil d'FGC.

### **3.2 Enginyeria**

L'adjudicatari haurà d'incloure l'enginyeria d'aplicació del FAP digital a la sèrie 257 incloent: suport al fabricant i a l'operador, disseny i documentació de fabricació de mànegues i caixes d'interconnexió, configuració DIV i del projecte.

També inclourà l'enginyeria per a la realització del Safety Case Específic del sistema FAP digital, particularitzat per la sèrie de locomotores 257 bi-cabina i de la documentació de seguretat associada.

### **3.3 Safety Case**

S'ha d'incloure l'edició del Safety Case Específic per a l'equip FAP digital aplicat a les 5 locomotores sèrie 257, segons Annex 2.

## **4 Normativa aplicable**

El sistema FAP digital haurà d'estar dissenyat i fabricat per acomplir amb:

- CENELEC
  - o EN 50121
  - o EN 50126
  - o EN 50128
  - o EN 50129
  - o EN 50155
- UNE EN 45545-2 Comportament al foc i emissió de fums

Si en algun aspecte no fos possible seguir estrictament les normes o alguna d'aquestes entrés en contradicció amb alguna de les prescripcions particulars establertes en el present plec, el constructor haurà d'indicar a FGC aquesta circumstància, havent FGC d'autoritzar l'alternativa proposada.

## **5 Terminis de lliurament**

En fase de projecte, es definirà una planificació de lliuraments entre l'adjudicatari i FGC. Aquest calendari contemplarà les fites de recepció i lliurament dels equips, així com totes les fases de projecte.

Independentment de la data de signatura de contracte, l'adjudicatari lliurarà els equips al constructor de les locomotores quan així ho indiqui FGC, alineant la fita a quan sigui necessari muntar-los. FGC ho indicarà com a màxim 9 mesos abans i sempre dins del termini màxim de lliurament de les locomotores.

Els diferents components auxiliars dels equips embarcats seran subministrats prèviament, amb l'objecte de facilitar la seva instal·lació per part del fabricant del tren, en un termini màxim de 7 mesos.

## **6 Gestió del subministrament**

L'empresa adjudicatària haurà de designar un responsable del subministrament que serà l'interlocutor davant d'FGC pel correcte desenvolupament del mateix. FGC designarà un interlocutor amb l'empresa adjudicatària.

## **7 Requeriments tècnics particulars**

### **7.1 Principals característiques tècniques i funcionals**

El licitador haurà de ser projectista, fabricant i subministrador d'equips FAP.

Els equips hauran de ser de mercat, nous (no rehabilitats o de segon ús) i amb resultats provats, no admetent-se el subministrament de prototips o solucions expressament.

Els requeriments funcionals exigits del nou sistema FAP Digital per dotar al parc de 5 locomotores d'FGC, seran els mateixos que els instal·lats a la resta de parc de material mòbil d'FGC així com amb els sistemes de via instal·lats a la línia Llobregat-Anoia d'FGC.



### **7.1.1 Modes de conducció**

El sistema FAP digital incorporarà tres (3) tipus diferents de modes de conducció:

- Mode FAP.
- Mode Maniobres.
- Mode FAP Bàsic.

#### **7.1.1.1 Mode FAP**

Mòdul habitual de conducció, que oferirà totes les funcions de protecció del tren del sistema FAP.

Aquest mode de conducció s'establirà automàticament al completar-se el procés de connexió i posada en marxa de l'equip embarcat FAP digital, excepte en el cas d'haver col·locat l'interruptor rotatiu del panell repetidor en mode FAP Bàsic amb anterioritat a l'accionament del polsador de connexió, en aquest cas s'establirà el Mode FAP Bàsic.

#### **7.1.1.2 Mode FAP Bàsic**

El mode FAP Bàsic es un mode de funcionament degradat on la pantalla de visualització de dades no està operativa.

S'accedeix a aquest mode manual mitjançant l'accionament de l'interruptor rotatiu en la posició FAP Bàsic a tren aturat. En cas que s'accioni amb el vehicle en moviment, l'Equip de Protecció sol·licita l'aplicació del fre d'emergència, i no commuta a mode FAP Bàsic fins a arribar a tren aturat, es a dir, la pantalla de visualització de dades no s'apaga fins que el tren no està aturat.

La sortida del mode FAP Bàsic es realitzarà de manera manual mitjançant accionament de l'interruptor rotatiu FAP Bàsic a tren aturat. En cas que s'accioni amb el vehicle en moviment, l'Equip de Protecció sol·licita l'aplicació del fre d'emergència, i no sortirà del mode FAP Bàsic fins a arribar a tren aturat.

#### **7.1.1.3 Mode Maniobres**

En aquest mode, la lectura de balises queda inhibida de manera que el maquinista pot realitzar maniobres sense que el sistema FAP digital actuï en el cas de pas per balisa.

El sistema FAP digital supervisarà les velocitats que siguin definides per FGC en fase de projecte per aquest mode.

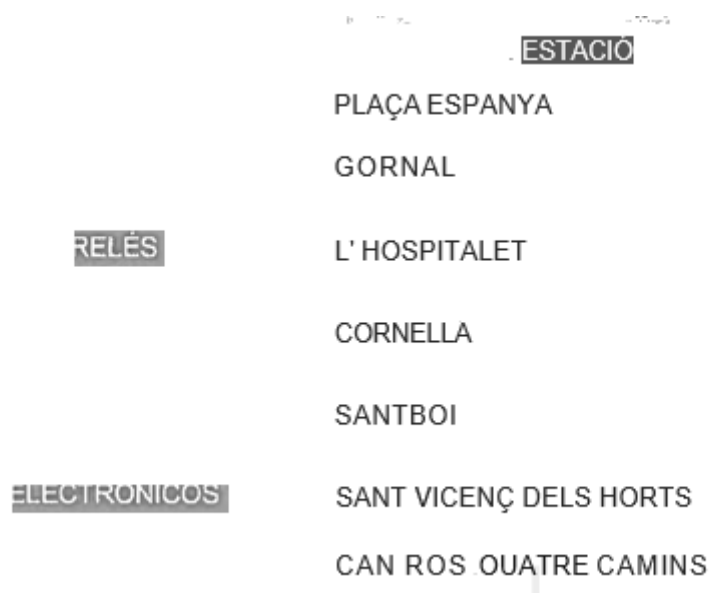
Per entrar en mode maniobres, existirà un botó ubicat al panell repetidor que, a l'accionar-se permetrà el canvi entre el mode FAP o FAP Bàsic i Maniobres. Aquest polsador solament estarà actiu si el tren està aturat. En el cas d'accionar-se el polsador amb el tren en moviment, el sistema no tindrà reacció.

#### 7.1.1.4 Anul·lació de l'equip FAP digital

La anul·lació de l'equip FAP es farà situant els dos (2) selectors rotatius del combinador general en posició "ANUL·LAT" i "DESCONECTAT". En aquestes posicions quedarà anul·lat l'equip FAP digital i pontejat el llaç.

#### 7.1.2 Descripció dels sistemes existents

Actualment la línia Llobregat-Anoia compta amb una flota de material equipat amb un sistema embarcat FAP i un sistema de via que permet el funcionament d'aquests per la corresponent línia. Atenent a les característiques dels vehicles existents, es distingeix entre vehicles amb dos equips de protecció i dos panells de conducció (doble monocabina) i vehicles amb un únic equip de protecció i dos panells de conducció (bi-cabina). Atenent a les característiques dels sistemes de via, dins de la línia Llobregat - Anoia ens trobem amb dos tipus d'enclavaments, sent aquests tant de relés com electrònics:



ELECTRÓNICOS	PALLEJA
	EL PALAU
	MARTORELL VILA
	MARTORELL CENTRAL
	MARTORELL ENLLAQ
	ABRERA
	OLESA DE MONTSERRAT
	MONISTROL DE MONTSERRAT
	SANT VICENÇ - CASTELLGALI
	MANRESA
	SANT ESTEVE SESROVIRE
	MASQUEFA
	PIERA
	VALLBONA
	CAPELLADES
	LA POBLA DE CLARAMUNT
	VILANOVA DEL CAMÍ-IGUALADA

Tabla 1. Relació d'enclavaments

### 7.1.3 Funcionalitat actual i futura

Partint de la funcionalitat actual s'indiquen els requisits afegits per complir la nova funcionalitat requerida. El licitador haurà de lliurar un document exhaustiu d'implementació en les instal·lacions existents amb els canvis necessaris per aconseguir la nova funcionalitat requerida. La solució proposada ha de garantir una major homogeneïtzació del comportament del sistema i resposta del maquinista, ja que en la situació actual es disposa d'alguns comportaments diferents davant una mateixa situació com a conseqüència que els enclavaments tenen tecnologies o indicacions diferents. A continuació s'expliquen totes les funcionalitats requerides partint de la descripció de les funcionalitats existents.

#### 7.1.3.1 Funcionalitat Via Lliure

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de via lliure és el verd. No requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de via lliure el verd. La principal diferència respecte al sistema anterior és que hi ha control de velocitat constant que coincideix amb la velocitat màxima per a cada tipus de tren. Així mateix no es requereix reconeixement per part del maquinista. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. En alguns casos pot donar-se la següent casuística a causa de la disposició de les balises en via: *la balisa prèvia de senyal situada abans d'un desviament*.

El licitador haurà de proposar la solució adequada per a garantir el correcte funcionament de sistema FAP Digital, sense afectar la funcionalitat actual i mantenint els nivells de seguretat de la operació. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.2 Funcionalitat Anunci de Parada**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat d'anunci de parada és l'ambre fix. Requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema mantindrà com a aspecte de senyal l'associat a la funcionalitat d'anunci de parada l'ambre fix. La principal diferència respecte al sistema anterior és que estableix una corba de velocitat dependent de la velocitat màxima per a cada tipus de tren i de la velocitat objectiu. Requereix reconeixement per part del maquinista. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. El control acabarà quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.3 Funcionalitat Prèvia de Parada**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de prèvia a parada és el vermell. No requereix reconeixement per part del maquinista i estableix un control de velocitat puntual a la balisa prèvia al senyal de parada.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de prèvia de parada el vermell. La principal diferència respecte a el sistema anterior és que s'estableix una corba de velocitat dependent de la velocitat inicial i de la velocitat objectiu. Així mateix no es requereix reconeixement per part del maquinista. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.4 Funcionalitat d'Aturada Sense Sobrepassi**

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada sense sobrepassi és el vermell. No requereix reconeixement per part del maquinista i aplicarà fre d'emergència en cas de sobrepassi de la balisa.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada sense sobrepassi el vermell. La principal diferència respecte al sistema anterior és que un cop aplicat el fre d'emergència s'establirà un control de velocitat constant. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. En aquest cas podrà ser d'aplicació la funció d'augment de velocitat per eliminar aquesta restricció de velocitat després de l'aplicació del fre d'emergència. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.5 Funcionalitat d'Aturada Amb Sobrepassi**

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada amb sobrepassi és el vermell. Requereix que la funció de sobrepassi estigui activa al pas per la balisa executiva. En cas de no activar-se el sobrepassi es produirà l'activació de el fre d'emergència.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada amb sobrepassi el vermell. La principal diferència respecte al sistema anterior és que un cop llegida la balisa executiva s'establirà un control de velocitat constant. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. En aquest cas podrà ser d'aplicació la funció d'augment de velocitat per eliminar aquesta restricció de velocitat després del sobrepassi. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.6 Funcionalitat Moviment Autoritzat**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de moviment autoritzat és el blanc. Requereix reconeixement per part del maquinista. La freqüència associada a aquest aspecte de senyal és L1. Aquesta senyal es troba instal·lada abans del senyal principal per facilitar les maniobres.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de moviment autoritzat el blanc. La principal diferència respecte al sistema anterior és que no requereix reconeixement, no hi ha control de velocitat associat, ni afecció operacional. El sistema haurà de conservar la informació i restriccions, si n'hi ha, de la balisa anterior. Tenint en consideració el que expressa el paràgraf anterior, la solució FAP actual no és vàlida per implementar-se en el nou FAP Digital. Per tant el licitador haurà de donar solució a aquesta funcionalitat de manera que sigui transparent per al sistema, aportant així homogeneïtat i simplificació en l'operativa. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.7 Funcionalitat Moviment No Autoritzat**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de moviment no autoritzat és el vermell. No requereix reconeixement per part del maquinista i aplicarà fre d'emergència, en cas de sobrepassi de la balisa.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de moviment no autoritzat el vermell. La principal diferència respecte a el sistema anterior és que un cop aplicat el fre d'emergència s'ha d'establir un control de velocitat constant. El control acaba quan es rep una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.8 Funcionalitat Anunci de Precaució i Precaució**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), els aspectes de senyal associats a la funcionalitat d'anunci de precaució i precaució són l'ambre / verd i l'ambre respectivament. Requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional. Aquesta funcionalitat forma part de l'antic reglament de circulació de FGC i es dóna exclusivament en els enclavaments de relés.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

En el nou sistema, els aspectes de senyal associats queden substituïts per verd i ambre intermitents, amb l'objecte d'homogeneïtzar el funcionament amb la resta de la línia. El licitador podrà necessitar modificar els enclavaments de relés afectats per introduir les noves intermitències o proposar una solució alternativa. En aquest cas l'enclavament que es pot veure afectat és el de l'Hospitalet de tecnologia de relés. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.9 Funcionalitat Senyals Via Lliure o Precaució abans de Desviament**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), els aspectes de senyal associats a la funcionalitat de via lliure o precaució abans de desviament són el verd i ambre respectivament. En el cas del verd no requereix reconeixement ni control de velocitat. En el cas de l'ambre requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional.

Aquesta funcionalitat forma part de l'antic reglament de circulació de FGC i es dóna exclusivament en els enclavaments de relés.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

En el nou sistema, els aspectes de senyal associats queden substituïts per verd i ambre intermitents, amb l'objecte d'homogeneïtzar el funcionament amb la resta de la línia. El licitador podrà necessitar modificar els enclavaments de relés afectats per introduir les noves intermitències o proposar una solució alternativa. Els enclavaments que es poden veure afectats són l'Hospitalet, Gornal i Cornellà de



tecnologia de relés. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.10 Funcionalitat Desviament sense Aturada**

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desviament sense parada és el verd Intermitent. Requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desviament sense parada, el verd intermitent. La principal diferència respecte a el sistema anterior és que estableix una corba de velocitat dependent de la velocitat màxima per a cada tipus de tren i de la velocitat objectiu. Aquest control passat un temps a definir queda alliberat, quedant-se el tren amb control de velocitat màxima. Requereix reconeixement per part del maquinista. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.11 Funcionalitat Desviament amb Aturada**

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desviament amb parada és l'ambre intermitent. Requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desvio amb parada, l'ambre intermitent. La principal diferència respecte a el sistema anterior és que estableix una corba de velocitat dependent de la velocitat màxima per a cada tipus de tren i de la velocitat objectiu. Requereix reconeixement per part del maquinista. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. Aquesta funcionalitat

serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.12 Funcionalitat Anunci de Desviament sense Distància**

##### Funcionalitat actual (FAP)

Per al cas de no disposar de distància suficient de seguretat entre senyal de bloqueig i el canvi d'agulles, actualment aquesta situació és solucionada dotant al senyal anterior al senyal de la desviació d'aspecte verd intermitent. El senyal anterior al senyal de la desviació sempre donarà verd intermitent. Per tant, les seqüències de senyals que es poden donar són verd intermitent amb verd intermitent o verd intermitent amb ambre intermitent. En conseqüència, en el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desviament sense distància és el verd intermitent. Requereix reconeixement per part del maquinista i no estableix cap control de velocitat més restrictiva que la màxima operacional.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

Tenint en compte el que s'ha explicat en el punt anterior, el nou sistema requerirà que s'asseguri un control de velocitat al pas pel desviament sense penalitzar l'operació. L'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de desviament sense distància, és el verd intermitent. Atès que el desviament es troba darrere de la següent senyal, sense distància de frenada, la diferència pel que fa a el sistema anterior és que es realitzarà un control constant, diferit i temporitzat a la senyal anterior a la desviació. El licitador podrà necessitar modificar els enclavaments electrònics afectats per Implementar la solució o proposar una solució alternativa. Els enclavaments electrònics que es poden veure afectats són: Sant Boi, Can Ros, Pallejà, El Palau, Martorell Central, Martorell Enllaç, Olesa de Montserrat i Monistrol de Montserrat, de tecnologia electrònica. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.13 Funcionalitat Cantó Llarg**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), no hi ha cap funcionalitat específica per a la situació de cantó llarg, atès que no hi ha un control de velocitat. Actualment es disposa de cantons especialment llargs entre senyals de bloqueig, que a causa de l'itinerari actual disposen de la indicació d'ambre, ambre intermitent o verd intermitent.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

En el nou sistema FAP Digital, els aspectes d'ambre, ambre intermitent o verd intermitent, impliquen un control de velocitat, perjudicant aquesta situació a l'explotació actual. És per això que el nou sistema tindrà una nova funcionalitat per solucionar la situació del cantó llarg, de tal manera que aquesta gestió sigui automàtica en funció de la longitud del cantó i sense necessitat d'intervenció per part del maquinista. Aquesta nova funcionalitat haurà de permetre que el tren circuli a la màxima velocitat permesa pel cantó llarg tenint l'estat de senyalització actual. L'adjudicatari haurà de tenir en compte les modificacions o ampliacions necessàries en els equips de via. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

### **7.1.3.14 Funcionalitat Pas a Nivell**

#### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), es disposa de passos a nivell amb balises FAP no associades a senyals de bloqueig, transmetent aquestes la funcionalitat de via lliure o parada al cas de pas a nivell protegit o no protegit respectivament.

#### Nova funcionalitat (FAP Digital)

En el nou sistema FAP Digital, la funcionalitat de via lliure (pas a nivell protegit) implica la inhibició de la informació anterior en el cas de ser més restrictiva, podent influir de manera negativa en la seguretat de l'operació. El nou sistema, haurà oferir una funcionalitat que no afecti els controls de velocitat anteriors i que no requereixi reconeixement per part del maquinista. Tenint en consideració que expressa el paràgraf anterior, la solució FAP actual no és vàlida per a implementar-se en el nou FAP Digital. Per tant el licitador haurà de donar solució a aquesta funcionalitat de manera que sigui transparent per al sistema, aportant així homogeneïtat i simplificació en l'operativa. En cas que s'opti per la introducció d'un nou codi,

s'admet que aquest sigui el mateix que, si fos el cas, s'hagués utilitzat per a la funcionalitat de Moviment Autoritzat. En el nou sistema FAP Digital, la funcionalitat de parada (pas a nivell no protegit), serà idèntica a l'actual. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.15 Funcionalitat Control de Velocitat (V)**

##### Funcionalitat actual (FAP)

Aquesta funcionalitat s'empra per establir limitacions de velocitat a la via mitjançant l'ús de balises amb freqüències L5. En el sistema actual (FAP), el control de velocitat no té aspecte de senyal associat i no requereix reconeixement per part del maquinista. El sistema activarà el fre d'emergència en el cas de detectar-sobre velocitat.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema FAP Digital, haurà d'oferir una funcionalitat idèntica a l'actual, sense modificació de cap element de via. S'admetran solucions alternatives que permetin millorar la funcionalitat actual, on la disposició de les dues balises de control, a efectes pràctics, estenen la limitació de velocitat al tram immediatament anterior d'aquell en què aquesta és executiva. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### **7.1.3.16 Funcionalitat Maniobra Autoritzada**

##### Funcionalitat actual (FAP)

En el sistema actual (FAP), l'aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada amb sobrepassi és el vermell + blanc. Requereix que la funció de sobrepassi (sobrepassi AUTORITZAT) estigui activa a el pas per la balisa executiva. En cas de no activar-se el sobrepassi es produirà l'activació de el fre d'emergència.

##### Nova funcionalitat (FAP Digital)

El nou sistema, mantindrà com a aspecte de senyal associat a la funcionalitat de parada amb sobrepassi el vermell + blanc. Les principals diferències respecte al sistema anterior són que no es requerirà l'activació de la funció d'ultrapassi autoritzat per part del maquinista i que, un cop llegida la balisa executiva, s'establirà un control de velocitat constant. El control acaba quan es rebí una informació de via diferent a pas a nivell, moviment autoritzat, cantó llarg i control de velocitat. En aquest cas podrà ser d'aplicació la funció d'augment de velocitat per eliminar

aquesta restricció de velocitat després del sobrepassi. Aquesta funcionalitat serà d'aplicació per a tots els tipus de tren. Aquesta funcionalitat estarà disponible a FAP i FAP Bàsic.

#### 7.1.4 Sistemes embarcats

L'abast del present projecte, en el sistema embarcat, consisteix en l'execució del projecte tècnic, subministrament, proves i assistència tècnica per dotar les noves 5 locomotores sèrie 257 d'FGC que circularan a la línia Llobregat-Anoia, amb l'equip FAP Digital, acomplint els requisits funcionals i tècnics establerts en el present PPT. A la taula 2 es mostren els vehicles objecte de l'abast:

Tipus	Sèrie	Qtat.	Config. FAP	Odometria	Equip protecció
Locomotora	257	5	Bi-cabina	Tacogenerador	Armari

*Taula 2. Relació vehicles abast*

#### 7.1.5 Configuració de l'equip FAP Digital

Les característiques dels vehicles sobre els quals està previst realitzar els subministraments objecte de el projecte son bi-cabina.

#### 7.1.6 Equipament FAP Digital

Al següent apartat es descriu breument els diferents subsistemes de l'equip FAP Digital embarcat.

##### 7.1.6.1 Arquitectura

El nou sistema embarcat al tren serà l'encarregat de recollir la informació de la via, processar aquesta informació, mostrar les indicacions corresponents al personal de conducció perquè aquest realitzi les accions oportunes i actuar sobre el fre d'emergència si fos necessari.

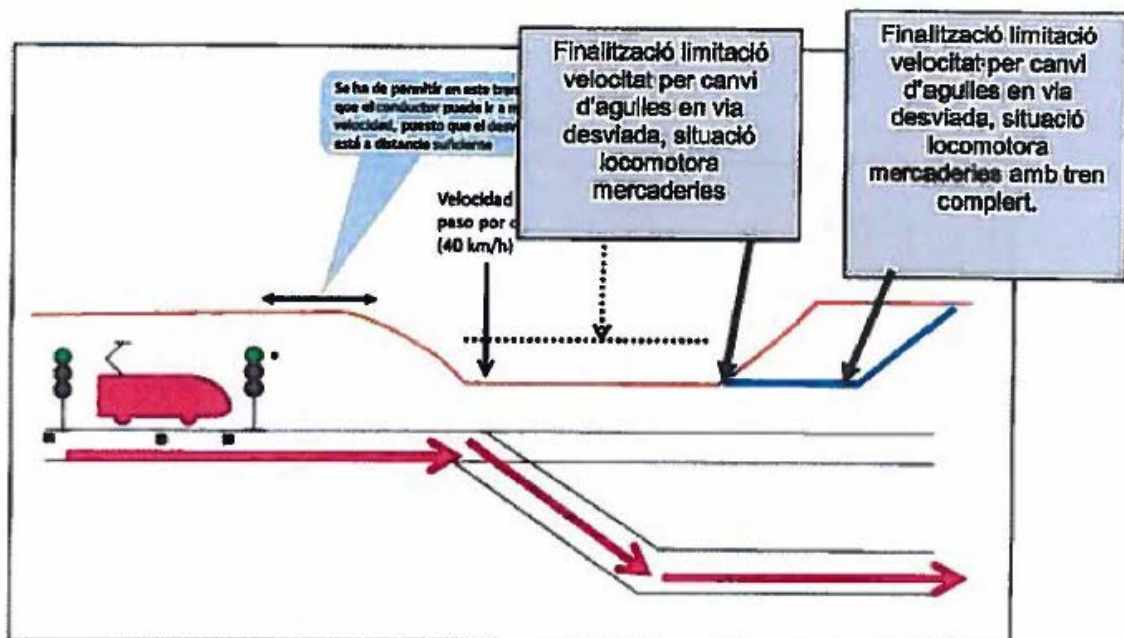
Els elements que componen el sistema embarcat seran:

- Equip de Control i Procés (ECP): on s'inclouen els mòduls electrònics responsables de l'execució de les diferents funcions de protecció i indicació de sistema embarcat. Permetrà el funcionament tant amb una cabina com amb dues cabines de conducció. L'ECP està basat en una plataforma de tecnologia digital; disposa d'una sèrie de mòduls i targetes electròniques

que, a través dels senyals rebuts del subsistema de captació i del transductor de velocitat, executen les diferents funcions definides per al sistema. L'ECP és, per tant, el sistema encarregat de processar la informació rebuda, i realitzar els càlculs d'odometria corresponents. S'ubicarà en un armari metàl·lic de les mateixes dimensions i localització a les de l'actual armari de control FAP de les locomotores sèrie 254 d'FGC. Aquest armari ha d'estar protegit contra la intrusió de pols i aigua, i el seu índex de protecció mínima IP65, segons norma UNE 20324- EN 60529. L'equip de protecció disposarà de facilitats de diagnòstic i manteniment, permetent la descàrrega de la informació emmagatzemada internament a un PC de manteniment per a l'anàlisi posterior d'errors, incidències i esdeveniments.

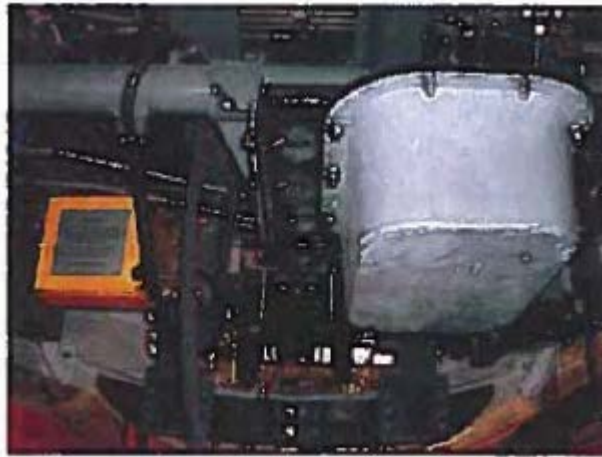
- Subsistema d'actuació i presentació d'indicacions: Aquest subsistema constitueix l'element d'interacció amb el personal de conducció mitjançant indicadors, polsadors i commutadors. Inclou:
  - El Panell Repetidor (un per cabina de conducció). Aquest panell repetidor està controlat per l'Equip de Protecció. Conté els dispositius òptics necessaris per donar a conèixer a el personal de conducció informacions provinents de sistema de via (balises) i determinar les actuacions que ha de realitzar.
  - Display o pantalla de visualització de dades (un per cabina de conducció). Mostrarà en l'arrencada de sistema el resultat de l'auto-diagnosi del sistema. Proporciona informació útil al personal de conducció. El display mostrarà al maquinista les indicacions següents:
    - Polsadors Addicionals (un per cabina de conducció). Aquests seran els polsadors en la conducció, és a dir, els reconeixements de pas per senyal. Aniran situats en una posició del pupitre de conducció que permeti un fàcil accés amb el personal de conducció.
  - Combinador General, que inclou a la vegada:
    - Connexió general que s'utilitza per connectar i desconnectar el sistema.
    - Selector de diàmetres de roda.
    - Diode LED blau d'eficàcia del Dispositiu d'Identificació de Vehicle (DIV).

- Interruptor d'anul·lació de l'equip.
- Dispositiu d'Identificació de Vehicle (DIV): Aquest dispositiu conté la configuració corresponent al vehicle on resideix. Es tracta d'un dispositiu electrònic capaç de comunicar VFA RS-485 amb l'Equip de Protecció en l'arrencada de sistema, per transmetre les dades de configuració que ha de prendre per al seu funcionament. El Dispositiu d'Identificació del Vehicle (DIV) permetrà tres configuracions possibles al selector de "TIPUS DE TREN" en funció de la tipologia de material i la seva longitud i quedarà registrada a la diagnosi de l'equip:
  - Trens Automotors o Viatgers (90 km/h).
  - Locomotores de mercaderies aïllades (70 km/h).
  - Trens complets de mercaderies (70 km/h).
- Aquesta classificació permet la diferenciació de comportament de sistema FAP Digital per optimitzar la resposta a les limitacions de velocitat definides davant de certs codis FAP / indicacions de senyalització. Per exemple:



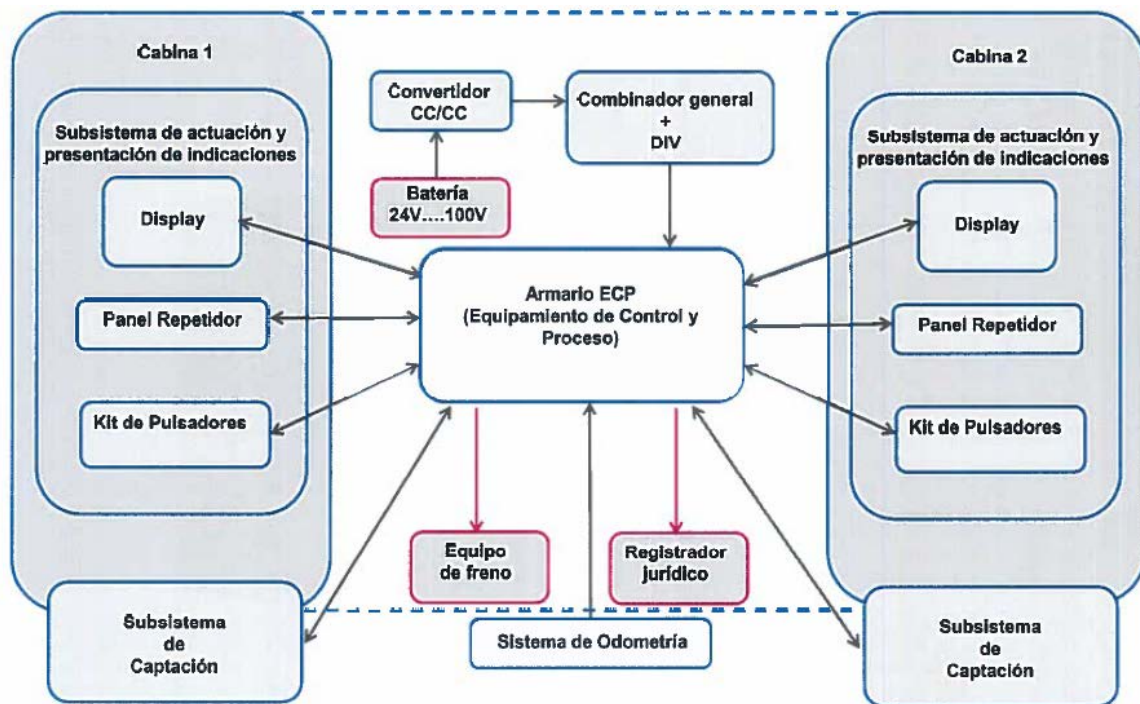


- Transductors de velocitat: són els elements que s'ubiquen a l'exterior del tren, i donen informació a l'Equip de Control i Procés per al càlcul de velocitat (odometría).
- Subsistema de captació: El subsistema de captació es compon de tres elements: el captador, la mànega de connexió i l'amplificador aperiòdic. Té com a funció la detecció de la presència de balises, amplificant el senyal resultant d'aquesta detecció i enviant-la a l'Equip de Control i Procés.





La figura inclosa a continuació mostra l'arquitectura de sistema FAP Digital a una unitat en una locomotora amb configuració bi-cabina:



*Figura 1. Arquitectura bicabina del sistema FAP Digital*

#### 7.1.6.2 Interfícies amb el tren

El FAP Digital disposa dels següents interfícies amb els equips del tren:

- Interfície amb el registrador de tren: L'equip FAP Digital proporciona als registrador del vehicle senyals discrets per al registre de les informacions rellevants d'acord amb la funcionalitat definida. El registrador jurídic disponible a les diferents unitats que circulen per la línia Llobregat-Anoia és de tipus analògic amb 6 (sis) canals paral·lels (plomes) d'entrada d'informació. Actualment tots els canals estan en ús pel que no es disposa de canals lliures per afegir noves informacions.

Es registren les informacions següents:

- Eficàcia
- Sobrepassi autoritzat
- Fre d'emergència
- Freqüència L7
- Freqüència L1
- Freqüències L3

El licitador haurà de proposar com gravar totes les indicacions noves generades pel nou sistema FAP Digital mantenint les del sistema actual i aconseguir que la velocitat utilitzada pel FAP Digital sigui el més semblant a la velocitat registrada.

Així mateix s'ha de garantir una capacitat de memòria de l'equip que permeti mantenir la informació registrada durant al menys dos dies.

El licitador haurà de proposar, addicionalment, un sistema de registre (recompte) de el pas per balises que, per comparació amb el nombre de balises associades a un cert recorregut, permeti detectar un mal funcionament i / o sostracció d'una d'elles.

- Interfície amb el circuit de el fre: L'equip FAP Digital genera una ordre que actuarà sobre el circuit elèctric de comandament de l'equip de fre de el tren, en concret en el denominat circuit d'emergència. La unitat de control i procés no empra per a aquesta funció un subsistema propi o específic, sinó que utilitza els mitjans ja previstos en l'equip de fre de cada locomotora.
- Interfície amb la bateria del tren: L'equip FAP Digital obté de la bateria del tren l'energia necessària per a l'alimentació dels seus circuits.

## **7.2 Compatibilitat amb equipament existent**

El sistema FAP Digital projectat haurà de ser totalment compatible amb tots i cadascun dels sistemes existents actualment a la línia Llobregat – Anoia, tant en via com en el tren, garantint que no es perden les prestacions operacionals ni es redueix el nivell de seguretat actual.

Els equips hauran de ser totalment intercanviables i compatibles amb els de la resta de parc mòbil d'FGC.

## **8 Pla de qualitat**

L'adjudicatari proporcionarà el pla de qualitat el que haurà de garantir l'acompliment de les especificacions i assegurar els objectius de qualitat del projecte.

FGC tindrà el dret de supervisar les fases de desenvolupament a les dependències de l'adjudicatari i els seus subministradors. Per tant, l'adjudicatari haurà de facilitar una programació de punts d'inspecció.

## **9 Assajos i protocols de proves**

L'adjudicatari presentarà un protocol de proves tipus i sèrie que haurà d'aprovar FGC.

L'adjudicatari inclourà l'assistència a les proves de posada en marxa de les 5 unitats embarcades del sistema FAP digital en configuració bi-cabina. L'assistència ha de contemplar una actuació de posada en servei de cada locomotora al llarg d'una setmana.

Les proves funcionals es realitzaran amb els simuladors corresponents als laboratoris que disposi l'adjudicatari. L'adjudicatari lliurarà un informe de resultats de proves funcionals i FGC verificarà l'acompliment de tots els requisits.

L'adjudicatari assistirà a les proves de posada en funcionament del sistema FAP digital muntat a les 5 locomotores sèrie 257 per verificar el correcte comportament en via. S'haurà de garantir el correcte comportament de tota la funcionalitat implementada, així com el nivell de seguretat requerit al sistema embarcat.

El prototips haurà d'acomplir amb totes i cadascuna de les especificacions tant tècniques com funcionals requerides en aquest PPT. La resta d'equips realitzaran

les proves sèrie definides. La recepció provisional dels equips es realitzarà un cop s'hagin superat les proves sèrie i es pugui efectuar servei comercial.

## **10 Pla de Manteniment**

### **10.1 Manteniment**

El pla de manteniment associat als equips haurà d'adequar-se al estat de l'art i la normativa vigent pel que fa a manteniment d'aquest tipus d'equips.

L'adjudicatari indicarà els cicles de manteniment preventiu a realitzar per a cadascun dels equips i el nombre necessari d'hores-home estimades per operació.

L'adjudicatari farà esment en aquests cicles de les operacions de manteniment preventiu a realitzar, amb indicació de les eines o aparells de control que hagin d'utilitzar-se, així com relació dels materials que hauran de ser substituïts, fungibles, lubricants i el mètode d'execució.

Els oferents hauran de demostrar documentalment que el producte que s'ofereix es dissenya amb criteris de FMDS (Fiabilitat, Mantenibilitat, Disponibilitat i Seguretat).

Dins dels criteris de Mantenibilitat s'ha de considerar:

- Seguretat: Garantir la senyalització, manipulació, protecció.
- Accessibilitat.
- Identificació.
- Intercanviabilitat.
- Ergonomia.
- Punts de test/assaig.
- Estandardització.
- Cicles de manteniment.

Les operacions de manteniment han d'adaptar-se als cicles o múltiples de cicle definits per a les locomotores s257:

CICLE	REVISIÓ	PERIODICITAT	Estadia màxima en taller
CICLE CURT	IS	1 mes	8h
	IB	6 mesos	16h
	IM1	1 any	24h
	IM2	4 anys	40h
CICLR LLARG(*)	IM3	8 anys	< 2h
	RG	1.200.000	< 2h

(\*) El Cicle Llarg es realitza als elements desmuntats de la locomotora. El temps màxim per desmuntar qualsevol equip ha de ser inferior a 2 hores.

## 10.2 Recanvis

L'adjudicatari haurà d'incloure en el subministrament, com a mínim, els següents recanvis nous:

Denominació comercial	Qtat.
Bastidor ECP FAP cablejat	1
Mòdul SLM DIV FAP	1
Mòdul MDC1 FAP	1
Mòdul MRA DIGITAL FAP	1
Display FAP	1
Kit de polsadors addicionals FAP	1
Panell repetidor FAP	1

No s'acceptaran recanvis reparats ni de segon ús.

L'adjudicatari haurà d'assegurar que els equips específics i utillatges disponibles a FGC per a la resta de sèries de material mòbil són idonis i compatibles per efectuar el manteniment preventiu i correctiu. De no ser així, l'adjudicatari haurà de lliurar-los juntament amb aquest subministrament.

L'adjudicatari ha de garantir el subministrament de peces de recanvi durant almenys 10 anys a partir de la data de lliurament, tenint en compte obsolescència tecnològica.

Adicionalment l'adjudicatari lliurarà un llistat de recanvis recomanats (fóra de l'abast del contracte). El llistat inclourà l'MKBF de cada element, quantitat muntada, quantitat de recanvi recomanat tenint en compte el recanvi ja lliurat i el preu unitari de cada element. També s'inclourà l'MKBF del sistema FAP digital complet.

### **10.3 Avaries sistemàtiques**

En base a l'estudi de fiabilitat presentat per l'adjudicatari, es definiran l'MKBF de cadascun dels equips que configuren el sistema FAP digital. La variació d'un 10% als valors definits per l'adjudicatari implicarà la declaració d'avaria sistemàtica de l'element. Mentre un equip estigui declarat en avaria sistemàtica, l'adjudicatari es farà càrrec de tots els costos associats a la substitució i reparació del mateix així com a les penalitzacions associades a les incidències que aquests elements ocasionin.

En cas d'avaria sistemàtica, l'adjudicatari estarà obligat a realitzar (en un termini màxim de 12 mesos) el canvi de disseny i la substitució, al seu càrrec, de tots els equips o elements de parc subministrats.

Les peces substituïdes com a conseqüència d'una avaria sistemàtica tindran un termini de garantia idèntic a les peces originals.

## **11 Inspecció i recepció**

### **11.1 Consideracions generals**

Per a l'acceptació del subministrament per part d'FGC, hauran de realitzar-se unes proves durant la recepció, que resultaran satisfactòries.

En aquells casos en que els resultats fossin negatius, l'adjudicatari quedarà obligat a efectuar les modificacions oportunes, amb la finalitat de que els protocols finals de recepció siguin acomplerts a satisfacció en la seva totalitat.

### **11.2 Inspecció durant la fabricació dels equips**

#### **11.2.1 Accés als llocs de treball**

L'adjudicatari facilitarà el subministrament de plànols, protocols de proves, diagrames i tota classe de dades que poden ser necessaris per a la deguda inspecció i comprovació del projecte, materials, tolerància i proves i assajos.

La presència dels representants d'FGC a la planta no eximirà de cap manera la responsabilitat de l'adjudicatari respecte a l'acompliment dels plecs de condicions, contracte, ni a la qualitat i funcionament dels equips.

#### **11.2.2 Vigilància de materials i treball**

Si FGC tingués evidència que s'han emprat materials en mal estat o de característiques inadequades i estimés convenient realitzar un examen dels mateixos, l'adjudicatari proporcionarà els recursos i mà d'obra necessaris a l'efecte, en la forma en que FGC determini.

Qualsevol imperfecció de materials o de construcció que es pugui detectar, serà d'immediat corregida i a càrrec de l'adjudicatari.

El rebuig de qualsevol material no podrà suposar mai un retard en els terminis de lliurament establerts per FGC.

## **12 Transport i lliurament**

L'adjudicatari presentarà un pla de seguretat i els riscos laborals per a aquestes actuacions als responsables tècnics de FGC. També s'haurà de celebrar la reunió de coordinació CAE corresponent per a formalitzar tota la documentació necessària prèvia entrega dels equips.

La càrrega, descàrrega i transport dels equips serà a càrrec de l'adjudicatari.

L'adjudicatari gestionarà els transports dels equips fins a les instal·lacions del fabricant de les locomotores sèrie 257, quedant els costos associats a la gestió completa del transport (incloent embalatges) a compte de l'adjudicatari.

El lliurament dels equips es farà efectiu quan FGC ho determini, sempre dins del termini màxim de lliurament de les locomotores, pel que no serà necessari lliurar-los exclusivament a l'inici del contracte.

El subministrament s'efectuarà a les instal·lacions del fabricant de les locomotores sèrie 257, ubicades a:

Stadler Rail Valencia S.A.U.

Carrer Mitjera, 6. Polígon Industrial del Mediterraneo

Albuixech (València)



## 13 Garantia

La garantia sobre cada equip, peces i mà d'obra serà de 24 mesos des de la seva posada en servei sobre cada locomotora.

L'adjudicatari haurà de garantir un mínim de 10 anys la tecnologia incorporada als equips subministrats.

En el transcurs del període de garantia, l'adjudicatari està obligat a:

- Substituir les peces que presentin defectes de fabricació de tal manera que resultin inutilitzables per al servei al qual estan destinades, o en cas de que el seu disseny redueixi la vida útil.
- Donar resposta davant d'avaries en un temps inferior a 48 hores des de l'avís.

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

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

Durant el període de garantia l'adjudicatari disposarà de tots els recanvis indicats al Llistat de recanvis recomanats per realitzar el manteniment correctiu. Tot el material haurà d'estar físicament ubicat a les instal·lacions del COM d'FGC.

S'acordarà entre FGC i l'adjudicatari el tipus de seguiment a realitzar durant el període de garantia.

## 14 Formació

Caldrà preveure la realització de cursos de formació al personal d'FGC. Aquests es desenvoluparan a les instal·lacions d'FGC a determinar amb l'adjudicatari.

La tipologia de formació serà en funció de les àrees d'activitat del personal d'FGC:

- Personal de conducció.
- Personal tècnic i tècnics de manteniment:
  - o Primer nivell / Cicle Curt.
  - o Segon Nivell / Cicle Llarg.

Estarà inclòs el curs de formació de l'ús dels equips i de totes aquelles funcionalitats i particularitats que disposin les mateixes, tenint un caràcter teoricopràctic amb demostracions sobre les locomotores, equips, sistemes y components, per separat

o instal·lats a banc de proves. Aquest estarà destinat a personal de manteniment i d'operacions.

També s'inclourà el curs de formació del manteniment preventiu i correctiu dels equips, de caràcter teoricopràctic. Aquest estarà destinat a tot el personal de manteniment de locomotores d'FGC.

Es lliurarà a cada assistent un exemplar/USB, en edició provisional com a mínim, de l'especificació tècnica i manual de manteniment i reparació. També el material i documentació dels instructors per facilitar accions formatives futures dins d'FGC.

Els grups i horaris, en tots els casos, es determinaran entre l'adjudicatari i FGC donada la diversitat de torns del personal.

A la finalització dels cursos, l'adjudicatari lliurarà un certificat a cada tècnic que s'hagi format acreditant així la formació realitzada.

Durant la fase de projecte FGC aprovarà el Pla de Formació definitiu presentat per l'Adjudicatari amb el detall dels continguts i programació de sessions i horaris.

## **15 Documentació a lliurar pel licitador**

- Memòria descriptiva i tècnica dels equips.
- Planning d'execució (subministrament, proves, etc...).
- Pla de lliuraments documentals i d'execució del projecte, desglossant abast de documents a lliurar.
- Pla de formació.
- Acreditació dels mitjans i mesures de seguretat a aplicar en l'execució del projecte i sistema de formació i informació del Pla de Prevenció de Riscos.
- Descripció de mesures d'eficiència energètica i sostenibilitat.
- Estudi documentat que demostrï que el producte que s'ofereix es dissenya amb criteris de FMDS.
- S'haurà de donar resposta de tot el present plec amb el format de resposta "Clause by Clause & Comments" d'acord a l'annex 1.

## 16 Documentació a lliurar per l'adjudicatari

Amb el lliurament dels equips, l'adjudicatari ha de lliurar a FGC la següent documentació:

- Fitxa tècnica de l'equip indicant prestacions i característiques tècniques.
- Llistat i plànols mecànics generals i d'especejament.
- Llistat i plànols elèctrics.
- Llistat d'equips i esquemes funcionals.
- Llista de materials amb referències creuades als esquemes anteriors.
- Memòria tècnica del projecte.
- Protocol d'assajos.
- Manual descriptiu dels equips en català (o castellà).
- Manual d'instal·lació i posada en servei.
- Manual de conducció.
- Manual de manteniment.
- Pla de qualitat.
- Manual de qualitat.
- Dossier final de qualitat de cada equip.
- Pla de manteniment preventiu indicant les consistències a realitzar en cada tipus d'intervenció amb les freqüències corresponents (cicle curt i cicle llarg).
- Manual d'investigació d'avaries.
- Relació de símptomes d'avaries i possibles causes.
- Manual de procediments especials de reparació.
- Normes Tècniques de Manteniment.
- Fulls de revisió d'acord a cada tipus d'intervenció de manteniment definit en el pla de manteniment.
- Catàleg de recanvis amb referències i proposta de recanvis mínims crítics recomanats (referència proveïdors coneguts).
- Catàleg de peces il·lustrat.
- Declaració CE de l'equip signat.
- Documentació de seguretat.
- Certificat de validació del Sistema Genèric de FAP digital.
- Document de control de versions.
- Protocols de verificació de la instal·lació i el protocol de recepció.

- Certificat acompliment UNE EN 45545.
- Especificacions de requeriments informàtics.
- Pla de formació i certificats de formació.
- Documentació de Safety Case específic.

L'adjudicatari s'encarregarà al finalitzar la validació del primer equip de:

- Actualitzar els documents amb totes les modificacions que s'hagin efectuat.
- Enviar a FGC els plànols, suports informàtics, etc... corresponents als documents de construcció, funcionalitat i manteniment.

Tots els documents tècnics i/o administratius associats a aquest projecte estaran redactats en idioma català. En el seu defecte en l'idioma castellà.

S'entregarà en format digital, suport DVD, format .pdf indexat i plànols en CAD editable (preferentment), sent 3 còpies en paper i 3 còpies en format digital.

## **17 Annexes**

Annex1: Document "Clause by clause".

Annex 2: Especificacions de Seguretat.

Annex 3. Normativa de referència.

Annex 4. Glossari.

## **Annex I. Model de presentació de respostes**

### ***“Clause by Clause and Comments”***

El compliment del definit en el plec tècnic es comprovarà mitjançant el document “Clause by Clause and Comments”.

En aquest document s’ha de donar resposta punt a punt, paràgraf a paràgraf, a tots els apartats del plec de prescripcions tècniques, recollint la confirmació i assabentament dels requisits tècnics definits en aquest plec de prescripcions tècniques.

Aquest annex 1 proporciona el model de presentació de respostes en el format que FGC requereix. Es tracta només d’un exemple per a la presentació del document “Clause by Clause and Comments” i que ha d’adequar-se a la licitació per a la qual es vol presentar oferta.

Les respostes per part del licitador a cada requisit tècnic, hauran de deixar clar l’acompliment (total o parcial indicant comentaris que ho justifiquin) o no, del plec tècnic.

La documentació que acompanyi el document “Clause by Clause and Comments” només pot confirmar les informacions fetes al document “Clause by Clause and Comments”. En cas d’existir diferències entre la informació indicada en el “Clause by Clause and Comments” i la resta de documents que el licitador aporti, comportarà que l’oferta presentada quedi exclosa de la valoració, i per tant, desestimada.

Qualsevol modificació del contingut del plec de prescripcions tècniques en el “Clause by Clause and Comments” comportarà que l’oferta presentada quedi exclosa de la valoració, i per tant, desestimada.

Plec tècnic d'FGC	Comentaris "Clause by Clause"
<p><b>5.-Especificacions tècniques particulars del vehicle</b></p> <p>A continuació s'estableixen les especificacions tècniques específiques que haurà de satisfer el locotractor elèctric objecte de concurs.</p> <p><b>5.1.-Característiques generals</b></p> <p>Els dos (2) locotracors seran exclusivament de tipus elèctric i circularan per les vies de maniobra d'accés al taller. No s'admetran locotracors dièsel. Es valorarà positivament que el vehicle disposi de sistema rodament únicament ferroviari. Tot i que s'acceptaran opcions de locotracors bivial. Les dimensions del vehicle respectaran el gàlib admissible definit en el punt 5.2.</p> <p>Disposarà d'una cabina de conducció que pugui transportar com a mínim a una persona en el seu interior i amb una visió panoràmica de 360º.</p> <p>Els vehicles hauran de ser capaços de moure de manera autònoma, sense necessitat cap tipus d'alimentació externa.</p> <p>Els locotracors seran aptes per a desenvolupar les seves funcions de tracció en vies exteriors, per trams rectes i corbats, en sectors plans i amb pendent, amb via seca o mullada, circulant de dia o de nit, en les condicions d'utilització establertes al punt 5.6.</p>	OK
<p><b>5.2.-Gàlib</b></p> <p>Els vehicles es dissenyaran per a circular per les platges de vies del Martorell- Enllaç. El gàlib màxim del mateix s'haurà d'inscriure al "Contorn de referència pel material rodant o gàlib cinemàtic de la línia LA". S'adjunta en l'annex X el plànol amb el contorn de referència pel material rodant de la línia en qüestió. El fabricant haurà de justificar en la seva proposta que en cap moment, per efecte de la flexibilitat de la suspensió o altres causes, els vehicles sobrepassen els límits del gàlib.</p>	OK
<p><b>5.3.- Velocitats màximes admissibles</b></p> <p>La velocitat màxima de translació del vehicle aïllat serà d'entre 5 km/h i 6 km/h aproximadament.</p> <p>El licitador definirà la velocitat màxima que el vehicle és capaç de desenvolupar en les condicions de remolc establertes en el punt 5.8.</p>	OK

## Especificación de los requisitos de seguridad (Safety) para el equipo FAP Digital



## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Documentos de referencia .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Objetivos de seguridad y aceptación de los riesgos .....</b>	<b>6</b>
3.1	Clasificación de los riesgos .....	6
3.1.1	Clases de gravedad .....	6
3.1.2	Clases de Frecuencia .....	6
3.1.3	Clasificación del riesgo .....	7
3.2	Aceptación de la seguridad .....	7
3.3	Listado de accidentes potenciales.....	8
3.4	Niveles de Integridad de la Seguridad (Safety Integrity Level – SIL) .....	8
<b>4</b>	<b>Organización para la seguridad.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Evaluación independiente de la seguridad .....</b>	<b>11</b>
5.1	Objeto de la Evaluación independiente de la seguridad .....	11
5.2	Plan e Informes de Evaluación independiente de la seguridad .....	12
5.3	Uso de productos e aplicaciones certificados previamente .....	13
<b>6</b>	<b>Estudios y documentación de seguridad.....</b>	<b>14</b>
6.1	Plan de gestión de la seguridad .....	14
6.2	Análisis de seguridad.....	15
6.2.1	Análisis Preliminar de Riesgos (APR) .....	15
6.2.2	Análisis Riesgos del Sistema (ARS).....	15
6.2.3	Análisis de los Riesgos de Interfaces (ARI).....	16
6.2.4	Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC).....	16
6.2.5	Análisis de los riesgos de las interfaces materiales (HW) de los equipos embarcados .....	17
6.2.6	Análisis por Árboles de Fallos (FTA) .....	18
6.2.7	Análisis de Riesgos debido a la operación o soporte (O&SHA) .....	18
6.2.8	Asignación y demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL).....	19
6.2.9	Análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW .....	19
6.2.10	Notas de seguridad específicas .....	20
6.3	Registro de Peligros (Hazard Log) .....	21
6.3.1	Alcance y gestión del Registro de Peligros (Hazard Log) .....	21
6.3.2	Procedimiento de gestión del Registro los Peligros (Hazard Log) a lo largo del ciclo de vida.....	22
6.4	Listado de Requisitos de seguridad exportados .....	25
6.4.1	Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento.....	25
6.4.2	Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos .....	26
6.5	Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad.....	27



6.6	Verificación y Validación.....	28
6.7	Dossier de Seguridad (Safety Case).....	28
6.7.1	Objeto.....	28
6.7.2	Contenido del Dossier de Seguridad (Safety Case).....	29
6.7.3	Versiones del Dossier de Seguridad (Safety Case).....	30
6.8	Hoja de Versiones (configuración del sistema cubierto por el Safety Case).....	30
6.9	Dossiers de No Regresión de la Seguridad (DNRS).....	31
<b>7</b>	<b>Control de las actividades de seguridad por parte de FGC .....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Planificación de la entrega de la documentación de seguridad .....</b>	<b>33</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>35</b>
	Anexo 1 - Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos "Código Práctico".....	35
	Anexo 2 - Documentos elegibles como "Código Práctico" .....	36
	Anexo 3 – Flujograma para selección del principio de aceptación de riesgos "Sistema de Referencia Similar" .....	37

## 1 Objeto

---

Dado que el sistema de FAP Digital a implementar en las locomotoras 257, lleva asociado 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);
- en las exigencias de la norma UNE-EN 50128. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril; y
- en las exigencias de la norma UNE-EN 50129. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

El proceso a realizar aplica al equipo embarcado de señalización 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, instalación, validación, operación, mantenimiento, etc.).

Asimismo, y de acuerdo con el citado reglamento europeo y las normas UNE-EN 50129 y UNE-EN 50128, tanto la metodología como el propio procedimiento y resultados del proceso deben ser evaluados por un Organismo de Evaluación, cuya contratación correrá por cuenta del Adjudicatario.

## 2 Documentos de referencia

---

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

[REF1] **UNE 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 50159** Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Comunicación relacionada con la seguridad en sistemas de transmisión.

[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 realizará 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
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	Increíble	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	Increible	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.

### 3.4 Niveles de Integridad de la Seguridad (Safety Integrity Level – SIL)

Cada función o equipo relacionado con la seguridad deberá ser diseñado y realizado por el Adjudicatario teniendo en cuenta los requisitos relativos a los Niveles de Integridad de la Seguridad especificados en las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3].

Asimismo, la relación entre los niveles de integridad de la seguridad y las tasas de fallo será la definida en la norma UNE EN 50129 [REF3], que se presenta en la tabla que viene a continuación.

**Tabla A.1**  
**Tabla de SIL**

<b>Índice de Peligros Tolerables THR por hora y por función</b>	<b>Nivel de Integridad de la Seguridad</b>
$10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$	4
$10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$	3
$10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$	2
$10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$	1

Además, para cada Software relacionado con la seguridad, el Adjudicatario aplicará los requisitos relativos a los Niveles de Integridad de la Seguridad SW (SW SIL) especificados en la norma UNE EN 50128 [REF2].

Para todos los componentes (hardware y software) de la parte del sistema FAP Digital al suelo (balizas y equipos de procesamiento y control realizando funciones de seguridad), el Adjudicatario deberá garantizar un nivel de integridad de seguridad SIL4, por aplicación de las técnicas especificadas en las normas europeas UNE EN 50126, UNE EN 50128 y UNE EN 50129.

Para el equipo embarcado (hardware y software), el Adjudicatario deberá garantizar:

- Un nivel de integridad de la seguridad SIL4 para las funciones de Protección,
- Un nivel de integridad de la seguridad SIL2 para las funciones de Presentación de Indicaciones al Maquinista,

por aplicación de las técnicas especificadas en las normas europeas UNE EN 50126, UNE EN 50128 y UNE EN 50129.

## 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].

Además, cabe recordar que las actividades de Verificación y Validación deberán realizarse con los niveles de independencia requeridos por las normas UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3], según los niveles de SIL atribuidos al sistema de señalización.

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 de seguridad del proyecto también deberá contar con un evaluador independiente de la seguridad, según lo especificado en el apartado 5.

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 Evaluación independiente de la seguridad

### 5.1 Objeto de la Evaluación independiente de la seguridad

Tal y como se define en el Reglamento N° 402/2013, el proceso de Gestión del Riesgo deberá someterse a una evaluación independiente, que deberá ser realizada por un Organismo de Evaluación.

En el ámbito del presente Contrato, FGC requiere que el proceso de Gestión del Riesgo, y más allá el proceso de gestión de la seguridad definido en el presente documento, se base:

- 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 las normas:
  - UNE EN 50126-1 [REF1]. Aplicaciones Ferroviarias, Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)
  - UNE EN 50128 [REF2] Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
  - UNE EN 50129 [REF3] Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Asimismo, el Organismo de Evaluación independiente de la seguridad deberá proceder a una evaluación independiente:

- Del cumplimiento del reglamento N° 402/2013 [REF4], es decir:
  - De la aplicación correcta del proceso de gestión del riesgo contemplado en el anexo I del reglamento N° 402/2013 [REF4],
  - De los resultados obtenidos por la aplicación de este proceso (adecuación de las medidas de mitigación y alcance de un nivel de seguridad aceptable)
- Adicionalmente, el Organismo de Evaluación independiente de la seguridad evaluará que el proceso de gestión de la seguridad definido e implementado por el Adjudicatario cumple con las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3]. Asimismo, asume el papel de **evaluador** tal como lo especifican estas normas.

Conforme lo requiere el reglamento, para efectuar la evaluación independiente, el Organismo de Evaluación deberá:

- a) asegurar que comprende perfectamente el proyecto a partir de la documentación facilitada por el Adjudicatario;
- b) efectuar una evaluación de los procesos seguidos en la gestión de la seguridad y la calidad durante el diseño y la realización del proyecto, incluido la conformidad con los requisitos del

**Comentado [J1]:** Vérifier la terminologie dans les normes 128 et 129

reglamento N° 402/2013 [REF4] y de las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3].

- c) efectuar una evaluación de la aplicación de tales procesos relativos a la seguridad y la calidad durante el diseño y la realización del proyecto, incluido la conformidad con los requisitos del reglamento N° 402/2013 [REF4] y de las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3], y los resultados obtenidos por la aplicación de estos procesos (adecuación de las medidas de mitigación y alcance de un nivel de seguridad aceptable).

Como consecuencia de este doble alcance de evaluación, el Organismo de Evaluación:

- Debe ser acreditado, según los requisitos del anexo II del reglamento 402/2013 [REF4] que define los criterios para la acreditación del organismo de evaluación;
- Debe demostrar competencias extensas en la evaluación independiente de la seguridad según las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3].

La contratación de este Organismo correrá por cuenta de FGC.

Asimismo, el Adjudicatario será responsable de obtener una valoración favorable por parte del Organismo de Evaluación del proceso realizado. Para ello, deberá entregar a dicho Organismo la documentación de seguridad del proyecto, que incluirá toda la documentación generada a lo largo del proceso de gestión de la seguridad, así como cualquier documento o requerimiento que solicite el citado Organismo para emitir su valoración favorable.

**El proceso de Gestión del Riesgo no se dará por concluido hasta que FGC no lo haya validado y que se haya obtenido la valoración favorable por parte del citado Organismo de Evaluación.**

## **5.2 Plan e Informes de Evaluación independiente de la seguridad**

El Organismo de evaluación independiente de la seguridad emitirá al inicio del contrato un plan de evaluación independiente que detallará:

- La organización del Organismo de Evaluación para el proyecto;
- La designación de los principales expertos que intervendrán por su cuenta;
- La metodología de evaluación independiente de la seguridad, y las actividades a realizar por parte del organismo;
- Una primera planificación y los documentos que el Organismo de Evaluación produce en cada etapa del Ciclo de Vida.

### **El Plan de Evaluación deberá ser aceptado por parte de FGC.**

El organismo de evaluación proporcionará un informe de evaluación que se ajuste a los requisitos del anexo III de reglamento 402/2013 [REF4], y adicionalmente concluya sobre el cumplimiento de la normativa UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3].

Este informe contendrá al menos la información siguiente:

- a) la identificación del organismo de evaluación;

- b) el plan de evaluación independiente;
- c) la definición del ámbito cubierto por la evaluación independiente, así como sus limitaciones;
- d) los resultados de la evaluación independiente, lo que comprenderá, en particular:
  - a. una información detallada de las actividades de evaluación independiente desarrolladas para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento 402/2013,
  - b. los casos de no conformidad que eventualmente se hubieran detectado con lo dispuesto en el Reglamento 402/2013 o con las recomendaciones del organismo de evaluación;
- e) las conclusiones de la evaluación independiente.
- f) En anexo: Un informe de Evaluación de la Seguridad que concluya específicamente sobre el cumplimiento de la normativa UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3].

Los informes de Evaluación Independiente de la Seguridad se remitirán cada vez que el Adjudicatario entregue un Dossier de Seguridad (véase apartado 6.7.3). El nivel de detalle de la evaluación llevada a cabo deberá ser consistente con el nivel de detalle requerido para la versión del Dossier de Seguridad correspondiente.

### **5.3 Uso de productos y aplicaciones certificados previamente**

En el caso de que la demostración de seguridad de los equipos objetos del presente contrato se base en productos genéricos y aplicaciones genéricas según lo define la norma UNE EN 50129 [REF3], dichos productos deberán contar con certificados previamente obtenidos que confirmen el nivel de seguridad obtenido.

El Organismo de Evaluación es responsable asegurarse que dichos certificados le permiten evaluar la seguridad de la totalidad del sistema de señalización entregado en el marco del presente contrato. Si no fuese el caso, El Organismo de Evaluación es responsable de evaluar la seguridad de los productos o aplicaciones para los cuales no acepta la validez de los certificados obtenidos previamente.

## **6 Estudios y documentación de seguridad**

El Adjudicatario será responsable de elaborar y tener a disposición de FGC y del Organismo de Evaluación toda la documentación de seguridad, de verificación y de validación exigida en cumplimiento de las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3].

A continuación, se especifica la documentación mínima que se entregará a FGC en el marco de este contrato.

En ninguna manera, este listado exime al Adjudicatario de la responsabilidad de realizar toda la documentación de seguridad, de verificación y de validación exigida en cumplimiento de las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3].

### **6.1 Plan de gestión de la seguridad**

El Adjudicatario elaborará un Plan de Gestión Seguridad, y lo mantendrá actualizado durante toda la duración del Contrato.

El Plan de Gestión de Seguridad del Adjudicatario deberá describir el conjunto de las tareas y disposiciones que le Adjudicatario toma para cumplir con los requisitos de seguridad del presente contrato.

En particular, el Plan de Gestión de Seguridad del Adjudicatario deberá incluir, sin limitarse, los aspectos siguientes:

- Normas y documentos de Seguridad aplicables,
- Principios de Gestión de Seguridad y política de Seguridad del Adjudicatario,
- Organización del Adjudicatario y responsabilidades en materia de seguridad,
- Justificación de la independencia del Equipo de Seguridad,
- Requisitos acerca de la competencia en materia de seguridad de las personas clave,
- Objetivos de Seguridad,
- Niveles de Integridad de la Seguridad (SIL) del sistema de señalización y de sus componentes,
- Criterios de Aceptación de Seguridad y Riesgo,
- Ciclo-V de Seguridad,
- Relaciones con el organismo de evaluación y proceso que asegure que la evaluación se lleve a cabo correctamente
- Descripción de las actividades de seguridad, planificación y entregables correspondientes,
- Descripción de las actividades de Verificación y Validación relacionadas con la seguridad,
- Dossier de Seguridad,
- Proceso de Aprobación de Seguridad interno al Adjudicatario,
- Seguimiento y control de la aplicación del plan de Gestión seguridad.

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

## **6.2 Análisis de seguridad**

### **6.2.1 Análisis Preliminar de Riesgos (APR)**

Al inicio de la fase de diseño del sistema de señalización, 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 sistema de señalización.

El APR debe presentarse bajo la forma de una tabla.

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

**En caso de que la cobertura de un riesgo propuesta por el Adjudicatario no esté considerada como justificada por parte de FGC, FGC podrá proponer cambios en el diseño del sistema de señalización y/o medidas de mitigación alternativas. El procedimiento será iterativo hasta su validación por parte de FGC. Asimismo, el Adjudicatario es responsable de entregar el APR con la suficiente antelación para que sean factibles cambios de diseño.**

### **6.2.2 Análisis Riesgos del Sistema (ARS)**

El Adjudicatario realizará un Análisis de Riesgos del Sistema (ARS – System Hazard Analysis, SHA) sobre el alcance del presente contrato.

El propósito de esta actividad es identificar de manera exhaustiva los fallos de las funciones del sistema de señalización que pueden perjudicar a la seguridad del sistema.

El Análisis de Riesgos del Sistema permite identificar sistemáticamente los fallos simples que pueden perjudicar la seguridad del sistema. Es un método de análisis "bottom-up" y sistemático, o sea que se identifican las consecuencias a partir de un estudio sistemático de los fallos de las funciones. Permite:

- la identificación de las causas y de las consecuencias de los modos de fallos de cada función soportada por el sistema de señalización;
- la definición de las medidas de mitigación necesarias para controlar los peligros y para reducir el riesgo hasta un nivel aceptable;
- la confirmación de la asignación SIL a los elementos del sistema.

La calidad de este análisis depende de su carácter exhaustivo para los fallos simples. Este método no pretende tener en cuenta los fallos múltiples. Para alcanzar dicha exhaustividad, se deben identificar todas las funciones del sistema de señalización, y las causas que pueden afectar la seguridad del sistema.

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

### **6.2.3 Análisis de los Riesgos de Interfaces (ARI)**

El Adjudicatario realizará un Análisis de Riesgos de Interfaces (ARI – Interface Hazard Analysis, IHA) sobre el alcance del presente contrato.

El propósito de esta actividad es identificar de manera exhaustiva los fallos de las interfaces internas y externas del sistema de señalización que pueden perjudicar a la seguridad del sistema.

El Análisis de Riesgos de Interfaces debe analizar las causas de las situaciones de riesgo relacionadas con los dispositivos, protocolos y datos utilizados para que los constituyentes del sistema de señalización comuniquen entre ellos, o con sistemas externos.

Debe permitir:

- Identificar los equipos y los datos relacionados con las interfaces de subsistemas;
- Identificar las funciones del sistema que utilizan los datos de interfaz;
- Identificar todos los fallos relacionados con los datos y las funciones implicadas en interfaces externas e internas del sistema de Señalización que pueden perjudicar a la seguridad del sistema;
- definir las medidas de mitigación necesarias para controlar los peligros relacionados con los interfaces y para reducir el riesgo hasta un nivel aceptable;

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

### **6.2.4 Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC)**

Una vez avanzado el diseño del sistema de señalización, el Adjudicatario deberá realizar un 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 (material / HW) que se estudia;
- sus modos de fallos (puede 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.**

#### **6.2.5 Análisis de los riesgos de las interfaces materiales (HW) de los equipos embarcados**

Par los equipos de señalización embarcados, el Adjudicatario realizará un análisis específico de los riesgos de las interfaces materiales (HW).

El propósito de esta actividad es identificar de manera exhaustiva los riesgos que pueden aparecer por causas acerca de las interfaces entre:

- los equipos embarcados proporcionados en el ámbito del presente contrato; y
- los trenes en los cuales los equipos se van a instalar.

Debe permitir:

- Identificar los equipos de señalización en interfaz con el tren;
- Identificar las funciones del sistema de señalización que utilizan informaciones que provienen de estas interfaces;
- Identificar todos los fallos relacionados con estas funciones implicadas en interfaces y que pueden perjudicar la seguridad del sistema;
- definir las medidas de mitigación necesarias para controlar los peligros relacionados con los interfaces y para reducir el riesgo hasta un nivel aceptable.

El Adjudicatario realizará un análisis de los riesgos de las interfaces materiales (HW) de los equipos embarcados para cada serie de tren (213) y locomotoras (251, 254 y 255) en los cuales se van a instalar los equipos.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Análisis de los Riesgos de las interfaces materiales (HW) de los equipos embarcados por parte de FGC.**

### **6.2.6 Análisis por Árboles de Fallos (FTA)**

Siempre cuando los análisis de riesgos mencionados anteriormente 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 estudiar 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.**

### **6.2.7 Análisis de Riesgos debido a la operación o soporte (O&SHA)**

Una vez avanzado el diseño del sistema de señalización, el Adjudicatario deberá realizar un análisis de Riesgos debido a la operación o al soporte (mantenimiento) del sistema de señalización (Operating & Support Hazard Analysis - O&SHA).

El objetivo del O&SHA es analizar los riesgos introducidos en el sistema por la aplicación de procedimientos, tanto de operación y mantenimiento como de fabricación, instalación y ajuste. Debe identificar estos riesgos, y definir las medidas tomadas para controlar, disminuir o eliminar los riesgos identificados.

El O&SHA es también un análisis "bottom-up" que debe analizar sistemáticamente las consecuencias de los errores en la realización de las actividades u operaciones por las personas encargadas de ello.

El O&SHA debe cubrir las actividades realizadas como mínimo en las fases siguientes:

- Fabricación
- Instalación
- Pruebas
- Operación (incluida la gestión de los modos degradados y situaciones de emergencia)
- Mantenimiento, incluido:
  - Las actividades de mantenimiento propiamente dicho,
  - Pruebas y controles después de mantenimiento,
  - Ajustes,
  - Calibración de herramientas,
  - Manipulación y almacenamiento de recambios.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su O&SHA por parte de FGC.**



### 6.2.8 Asignación y demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL)

En caso de que unas funciones relacionadas con la seguridad sean realizadas mediante el uso de sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables, se aplicarán los requisitos de las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3] acerca de los niveles de integridad de la seguridad.

#### Asignación de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL)

Asimismo, el Adjudicatario procederá a una asignación de los niveles de integridad de la seguridad que deben cumplirse para cada función, de acorde con la tabla siguiente:

Índice de Peligros Tolerables THR por hora y por función	Nivel de Integridad de la Seguridad
$10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$	4
$10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$	3
$10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$	2
$10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$	1

También se asignarán los correspondientes niveles de integridad de la seguridad SW (SW SIL).

Esta asignación será formalizada a través de un Informe de asignación de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL).

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Informe de asignación de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL) por parte de FGC.**

#### Demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL)

El Adjudicatario procederá luego a la demostración del cumplimiento de los niveles de SIL y de SW SIL, y de los requisitos correspondiente en las normas UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3], y en la norma UNE EN 50126-1 [REF1].

Esta asignación será formalizada a través de un Informe de demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL).

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Informe de demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL) por parte de FGC.**

### 6.2.9 Análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW

En el caso que toda o parte del sistema de señalización suministrado por el adjudicatario utilice datos para configurar el sistema, el Adjudicatario deberá realizar un análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW.

El objetivo de esta actividad es demostrar que el proceso de preparación de datos y que las correspondientes actividades de verificación y validación aplicados en el marco del proyecto permiten alcanzar un nivel de seguridad cumpliendo los objetivos de seguridad, teniendo en cuenta todas las particularidades del proyecto

El análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW cubre:

- El proceso de recolección de todos los datos necesarios (gradientes, posición de los equipos de señalización...);
- El proceso de preparación de los datos, entre la recolección y la etapa en la cual se pueden utilizar por los SW o equipos del sistema de señalización;
- El proceso de verificación de los datos críticos de Seguridad utilizados para la configuración del sistema de señalización;
- El proceso de Validación de estos datos, incluyendo las pruebas realizadas en simuladores y en campo.

Este análisis debe demostrar que las actividades planificadas (recolección, generación, preparación, verificación, validación) son suficientes para alcanzar el nivel de integridad de la seguridad requerido para el sistema de señalización.

Este análisis debe considerar las herramientas utilizadas en el proceso, y demostrar que estas herramientas tienen un nivel de seguridad adecuado con el nivel de seguridad de los datos.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de su Análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW por parte de FGC.**

#### **6.2.10 Notas de seguridad específicas**

Si, en el marco del proyecto, existen riesgos que:

- Son causados por el uso de equipos que no han sido utilizados por el Contratista en la implementación del sistema de señalización entregado por el Adjudicatario, y por consecuencia no son cubiertos por los certificados de seguridad existentes; o
- Son causados por interfaces del sistema con equipos de FGC que nunca se han utilizado en interfaz con el sistema de señalización entregado por el Adjudicatario; o
- deben ser mitigados por el desarrollo de nuevas funciones.

El Adjudicatario elaborará notas de seguridad específicas.

El objetivo de estas notas de seguridad es demostrar la correcta toma en cuenta de estos riesgos novedosos desde el punto de vista del sistema de señalización. 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.

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

## 6.3 Registro de Peligros (Hazard Log)

### 6.3.1 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 las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3].

El Registro de Peligros tiene por objetivo recopilar los resultados de los estudios y documentos relacionados con la seguridad del sistema de señalización, 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 sistema de señalización. 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 sistema de señalización 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,

Para 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 comercial del sistema de señalización, todos los riesgos deben tener el estatus “Cerrado” o “Exportado”.

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.

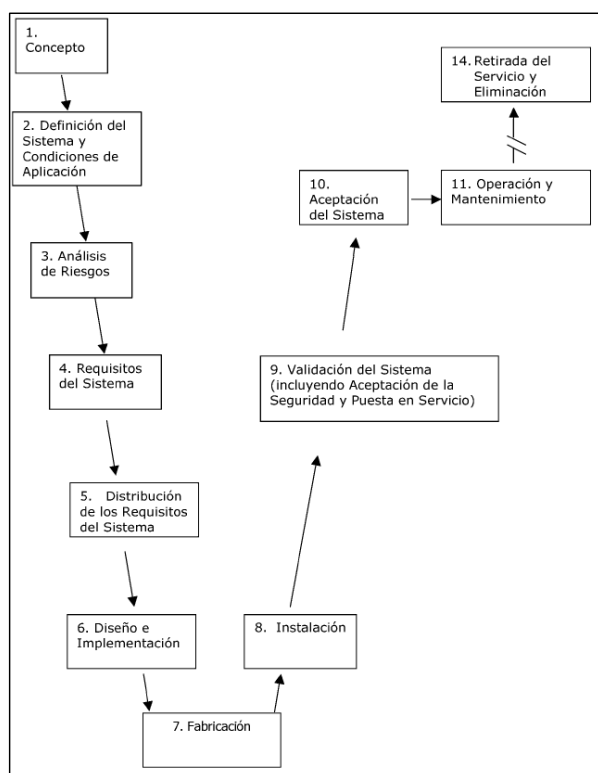
ID requisito	Origen	Accidente potencial	Peligro	Causas posibles	Sub-sistema involucrado	Gravedad	Principio de aceptación del riesgo	Requisito de seguridad	Medida de seguridad	Organismo encargado de la gestión	Referencias	Estado
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

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.

### 6.3.2 Procedimiento de gestión del Registro los Peligros (Hazard Log) a lo largo del ciclo de vida

A lo largo del ciclo de vida completo del proyecto, conforme se define en la figura 10 de la UNE-EN 50126 [REF1] que se recoge a continuación, el registro pasará por las etapas descritas en este apartado.



#### **Etapas 1: Apertura del Registro de Peligros del Sistema de señalización**

En la Fase 3 “Análisis de Riesgos” del Ciclo de Vida de Seguridad se procede a la apertura del Registro de Peligros.

Para ello, es necesaria la identificación de la lista de peligros y la realización del Análisis Preliminar de Riesgos (APR) del sistema de señalización (véase apartado 6.2.1). De esa forma, los peligros iniciales junto con el riesgo asociado y los requisitos de seguridad ya están definidos.

El Adjudicatario define las medidas de mitigación que deberán ser implementadas para que cada riesgo sea aceptable.

A modo de información, las medidas de mitigación pueden ser, sin limitarse a ello:

- Disposiciones constructivas,
- Disposiciones funcionales,
- Uso de equipos de seguridad intrínseca,
- Disposiciones ligadas a la detectabilidad de los fallos,

- Disposiciones normativas,
- Cálculos,
- Pruebas,
- Procedimiento de calidad,
- Procedimiento de mantenimiento,
- Procedimiento de operación.

El APR y el Registro de Peligros serán entregados a FGC que podrá proponer cambios en el diseño del sistema de señalización y/o medidas de mitigación alternativas. El procedimiento será iterativo hasta su validación por parte de FGC.

#### **Etapla 2: Actualización del Registro de Peligros del Sistema de señalización**

En las siguientes fases del Ciclo de Vida se debe mantener el Registro de Peligros actualizado:

- Se debe actualizar para incluir la información proveniente del resto de los análisis de seguridad que se vayan realizando a lo largo del ciclo de vida (véase listado de estudios de seguridad en el apartado 6);
- Se debe actualizar para incluir los requisitos exportados por los suministradores del fabricante, y las medidas de mitigación proporcionados por dichos suministradores.

El adjudicatario debe enviar las sucesivas actualizaciones del Registro de Peligros a FGC para su supervisión y comentarios y para que FGC colabore con la definición de las medidas de mitigación de los riesgos internas a FGC (en base a los listados de requisitos exportados, véase apartado 6.4).

#### **Etapla 3: Evaluación final del riesgo**

Una vez identificadas todas las medidas de mitigación, incluidas las que debe implementar FGC, el Adjudicatario realizará una evaluación final del riesgo. Se corresponde con una evaluación que tenga en cuenta todas las protecciones o mitigaciones de los peligros.

#### **Etapla 4: Seguimiento de las medidas de mitigación**

El adjudicatario realizará un seguimiento de las medidas de mitigación con objeto de establecer el estado de cada uno de los peligros. Un peligro no se considerará cerrado hasta que todas las medidas de mitigación asociadas estén cerradas, es decir hasta que todos los requisitos de seguridad estén debidamente validados, incluidos los que se han transferido al mantenimiento y operación del sistema de señalización (véase estatus de los requisitos en apartado 6.3.1).

#### **Etapla 5: Cierre del registro de peligros**

Al llegar a la Fase 10 "Aceptación del sistema" del ciclo de vida de seguridad, el Registro de Peligros debe estar cerrado, lo que implica que todos los peligros identificados deben tener el estatus "cerrados".

No se considerará totalmente cerrado el registro de peligros hasta la validación por parte del Organismo de Evaluación, tanto de la aplicación correcta del proceso de gestión de la seguridad conforme al reglamento [REF4] y a las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129

[REF3], como de los resultados obtenidos (adecuación de las medidas de mitigación y alcance de un nivel de seguridad aceptable).

#### **Entrega del Registro de Peligros**

Como mínimo, a partir de su primera entrega, el Registro de Peligros debe actualizarse y entregarse cada 3 meses. En los 12 meses antes de la puesta en servicio comercial de la señalización, esta frecuencia pasa a una entrega cada mes.

### **6.4 Listado de Requisitos de seguridad exportados**

#### **6.4.1 Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento**

Siempre cuando el Adjudicatario justifique que no puede mitigar un riesgo solo con los equipos suministrados en el marco del presente contrato, podrá pedir a FGC la exportación de requisitos de seguridad hacia la operación o el mantenimiento del sistema de señalización.

##### Listado de requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento

Para ello, el Adjudicatario emitirá un documento con el listado de Requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento, en el cual identifica:

- Los requisitos de seguridad para los cuales el Adjudicatario pide que sean exportados a:
  - La operación (conductores de los trenes, operadores de a bordo, centro de control)
  - El mantenimiento
- El origen de dichos requisitos en los análisis de seguridad;
- Una breve descripción de las actividades de operación o mantenimiento que permiten cumplir con el requisito;
- La referencia exacta de las partes de los procedimientos de operación o de mantenimiento proporcionados por el Adjudicatario que permiten cumplir con estos requisitos exportados;
- La debida justificación de que la transferencia de los requisitos es necesaria ya que el riesgo no puede cerrarse solo en base al suministro del Adjudicatario.

El listado de requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos debe ser consistente con el Registro de Peligros del Adjudicatario.

##### Condiciones de aceptación por FGC de los requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento

**Para cada requisito de seguridad que el Adjudicatario pida que se transfiera, FGC informará el Adjudicatario sobre si acepta o no el requisito exportado.**

En caso de que FGC no acepte uno o varios requisitos exportados, el Adjudicatario deberá proponer las adaptaciones que permiten que los requisitos sean aceptados por FGC, o medidas alternativas para mitigar el riesgo.

Cada vez que FGC lo solicite, previamente a la aceptación de un requisito, el Adjudicatario presentará detalladamente las actividades de operación y mantenimiento que permiten cumplir con dicho requisito. Asimismo, se detallarán las actividades de control o mantenimiento a realizar, para que FGC pueda juzgar de la viabilidad de la realización de dichas actividades. El Adjudicatario pondrá en práctica los medios necesarios para que FGC pueda comprobarlo (explicación de procedimientos, vistas 3D, demostración sobre equipos...)

**La viabilidad de la realización de las actividades condicionará la aceptación o no del requisito por parte de FGC.**

En caso de que estos requisitos de seguridad exportados hacia la operación y el mantenimiento necesiten la utilización de herramientas o equipos de medición, el Adjudicatario deberá proporcionar dichos equipos o herramientas a FGC, estando incluida esta provisión en el importe del Contrato.

#### Identificación de los requisitos de seguridad en la documentación de operación y mantenimiento

Adicionalmente, en la documentación de operación y mantenimiento, el Adjudicatario indicará de forma precisa las partes de los procedimientos de operación o de mantenimiento que permiten cumplir con un requisito de seguridad. Estas partes irán marcadas con un símbolo que se acordará entre el Adjudicatario y FGC.

En caso de que un requisito exportado esté aceptado por FGC y que necesite una actualización de los procedimientos de operación o de mantenimiento propios de FGC, FGC actualizará los procedimientos relacionados. FGC presentará la actualización de estos procedimientos al Contratista, que deberá confirmar que la actualización de los procedimientos de FGC permite efectivamente cumplir con los requisitos que ha exportado.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de este listado de Requisitos de seguridad exportados hacia la operación o el mantenimiento por parte de FGC.**

#### **6.4.2 Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos**

Siempre cuando el Adjudicatario justifique que no puede mitigar un riesgo solo con el alcance del presente contrato, podrá pedir a FGC la exportación de requisitos de seguridad hacia otros equipos en interfaz con su suministro.

Para ello, el Adjudicatario emitirá un documento con el listado de Requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos, en el cual identifica:

- Los requisitos de seguridad para los cuales el Adjudicatario pide que sean exportados por otros equipos en interfaz con su suministro;
- El origen de dichos requisitos en los análisis de seguridad
- La debida justificación que la transferencia de los requisitos es necesaria ya que el riesgo no puede cerrarse solo en base al suministro del Adjudicatario.



Para cada requisito de seguridad para el cual el Adjudicatario pide que se transfiera, FGC informará el Adjudicatario si acepta o no que se exporte el requisito.

El listado de requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos debe ser consistente con el Registro de Peligros del Adjudicatario.

Cabe precisar que, del mismo modo, el Adjudicatario podrá recibir requisitos de seguridad exportados hacia su suministro por otros equipos en interfaz.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de este listado de Requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos por parte de FGC.**

### **6.5 Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad**

El listado de los equipos críticos para la seguridad es una lista de los elementos y sus características que contribuyen a la seguridad del sistema de señalización. Recopila todos los equipos que puedan contribuir a un evento que pueda tener consecuencias de gravedad “Catastrófico” o “Crítico” (véase apartado 3.1).

Estos equipos deben haber sido previamente identificados a través de los estudios de seguridad del Adjudicatario.

El formato del listado de los equipos críticos debe permitir proporcionar para cada equipo crítico la información siguiente:

- Un identificador único para cada elemento crítico para la seguridad;
- La descripción del equipo, pudiendo ser un componente, un equipo, una interfaz... El nivel típico de identificación de los equipos debe ser el nivel de equipo reemplazable en mantenimiento (tipo URL – Unidad Reemplazable en Línea);
- La referencia del estudio de seguridad donde se identificó la criticidad del elemento;
- El riesgo potencialmente provocado por el elemento, tal como aparece en el Análisis Preliminar de Riesgos, así como su criticidad;
- Una descripción de las medidas de mitigación que se han tomado para la reducción del riesgo a un nivel aceptable (criterio de diseño, de prueba, de control de fabricación, de control de los recambios, procedimientos de operación o mantenimiento...);
- Las precauciones y controles que deben efectuarse en la fabricación, el montaje y la instalación de los equipos (tolerancias, materiales, controles...);
- Referencia de los planos y manuales de operación y mantenimiento que describen el elemento.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación de este Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad por parte de FGC.**

## 6.6 Verificación y Validación

Conforme lo requieren las normas UNE EN 50126-1 [REF1], UNE EN 50128 [REF2], y UNE EN 50129 [REF3], el Adjudicatario realizará las actividades de verificación y de validación necesarias para demostrar el alcance de un nivel de seguridad aceptable.

Las actividades de verificación serán realizadas a lo largo del ciclo de vida del proyecto, con el objetivo de demostrar que el ciclo de vida se desencadena teniendo en cuenta los requisitos de seguridad de cada fase.

Las actividades de validación serán realizadas en las fases del ciclo de vida del proyecto que aplican, con el objetivo de demostrar que el sistema de señalización realizado, entregado, instalado y probado cumple con los objetivos de seguridad y alcanza un nivel de seguridad aceptable.

Además, cabe recordar que las actividades de Verificación y Validación deberán realizarse con los niveles de independencia requeridos por las normas UNE EN 50128 [REF2] y UNE EN 50129 [REF3], dependiendo de los niveles de SIL atribuidos al sistema de señalización.

El resultado de las actividades de Verificación y de Validación (V&V) relacionadas con la seguridad se formalizará a través de uno o varios informes de Verificación y Validación, que recopilarán las actividades de V&V realizadas, y sus resultados.

**El Adjudicatario deberá obtener la aceptación del Informe de Verificación y Validación por parte de FGC.**

## 6.7 Dossier de Seguridad (Safety Case)

### 6.7.1 Objeto

El Adjudicatario entregará un dossier de seguridad del sistema de señalización.

El objetivo de este Dossier 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 sistema de señalización, 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 Dossier de Seguridad que concluye de manera inequívoca y positiva sobre la garantía del alcance de un nivel de seguridad aceptable.

Este Dossier irá acompañado del informe de evaluación independiente correspondiente (véase apartado 5.)

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

#### **6.7.2 Contenido del Dossier de Seguridad (Safety Case)**

El contenido del dossier de seguridad cumplirá con los requisitos de la norma UNE EN 50129 [REF3].

El Dossier de Seguridad deberá seguir la estructura siguiente:

- **Parte 1 Definición de Sistema (= el sistema de señalización)**

Esta parte debe definir o hacer referencia con precisión al sistema/subsistema/equipo objeto del Dossier de seguridad, incluyendo la documentación de diseño, de operación y de mantenimiento aplicable. Debe referenciar la documentación que permite identificar los números de versión y el estado de modificación de todos los equipos.

- **Parte 2 Informe sobre la Gestión de la Calidad**

Esta parte debe contener la evidencia sobre la gestión de la calidad a lo largo del proyecto, como se especifica en el apartado 5.2 de la norma UNE EN 50129 [REF3].

- **Parte 3 Informe sobre la Gestión de la Seguridad**

Esta parte debe contener la evidencia sobre la gestión de la seguridad a lo largo del proyecto, como se especifica en el apartado 5.3 de la norma UNE EN 50129 [REF3].

#### **Parte 4 Informe de seguridad técnica**

Esta parte debe contener la evidencia sobre la Seguridad funcional y técnica del sistema, como se especifica en el apartado 5.4 de la norma UNE EN 50129 [REF3].

Se debe presentar el estatus del Registro de Peligros.

- **Parte 5 Referencias a Informes de Seguridad**

Esta parte debe hacer referencias a Safety Cases o Informes de Seguridad de cualquier subsistema o equipo, de los que depende el Dossier de Seguridad.

Además, debe demostrar que todas las condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad, especificadas en cada uno de los Informes de Seguridad de subsistemas/equipos están

- o bien cubiertas en el Dossier de seguridad principal,
- o bien llevadas a las condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad del Dossier de seguridad principal.

- **Parte 6 Conclusión**

Esta parte debe resumir las evidencias presentadas en las partes anteriores del Dossier de Seguridad y argumentar si los sistemas/subsistemas/equipos son suficientemente seguros conforme a las condiciones de aplicación especificadas.

### 6.7.3 Versiones del Dossier de Seguridad (Safety Case)

El Dossier de Seguridad se entrega en varias etapas del proyecto, con un nivel de detalle acorde con el avance del proyecto:

- **Dossier de Seguridad – Diseño de la Aplicación – Versión a final de diseño:** Esta versión debe demostrar que el diseño del sistema de señalización permite cumplir con los requisitos de seguridad. Debe ser aceptada por FGC antes del inicio de la instalación del sistema de señalización.
- **Dossier de Seguridad – Implementación física – Versión antes de las pruebas dinámicas:** Esta versión debe demostrar que el sistema de señalización puede iniciar las pruebas dinámicas con el nivel de seguridad esperado, siempre cuando se cumplen los procedimientos de prueba. Debe ser aceptada por FGC antes de que puedan iniciarse las pruebas dinámicas del sistema de señalización.
- **Dossier de Seguridad – Implementación física – Versión para la Puesta en Servicio:** Esta versión debe demostrar el sistema de señalización puede entrar en servicio comercial con un nivel de seguridad aceptable, cumpliendo todos los requisitos de seguridad. Debe ser aceptada por FGC para que el sistema de señalización pueda entrar en servicio comercial
- **Dossier de Seguridad – Implementación física – Versión a final de garantía:** En el caso de que, durante la garantía, el sistema de señalización haya sido modificado y ya no se corresponda con las versiones cubiertas por el dossier de la puesta en servicio, el adjudicatario actualizará el dossier de seguridad para que refleje el estado del sistema a final de garantía. Esta actualización recoge todos los dossiers de no regresión de la seguridad que se hayan emitido durante la garantía.

Cada versión del Dossier de Seguridad deberá ir acompañada por el correspondiente Informe de Evaluación Independiente de la Seguridad (véase apartado 5).

**Bajo ningún concepto se aceptará por parte de FGC que circulen las locomotoras sin contar con el Dossier de Seguridad que demuestre que el sistema de señalización presenta un nivel de seguridad aceptable.**

**Asimismo, durante toda la duración del contrato, el Adjudicatario será responsable entregar las versiones del Dossier de Seguridad necesarias, sin sobre coste para FGC.**

### 6.8 Hoja de Versiones (configuración del sistema cubierto por el Safety Case)

El propósito de la Hoja de Versiones es identificar la configuración de cada componente del sistema de señalización que se entrega a FGC (HW y SW) y de las herramientas asociadas, y que queda cubierto por el Dossier de Seguridad en su versión correspondiente.

Para cada entrega formal del sistema de señalización y cada modificación, se deberá emitir el correspondiente Dossier de Seguridad y la correspondiente Hoja de Versiones.

Cada Hoja de Versiones deberá ir acompañada de una aceptación por parte del evaluador independiente (véase apartado 5).

## 6.9 Dosiers de No Regresion de la Seguridad (DNRS)

Una vez que el sistema de señalización 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.

El análisis de seguridad de las modificaciones puede abarcar modificaciones del hardware, del software, o de la configuración del software.

Asimismo, para cada modificación, el Adjudicatario realizará un análisis de no regresión de la seguridad, con el objetivo 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 Dossier 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 Dossier de No Regresión de la Seguridad correspondiente por parte de FGC.**

## **7 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 sistema de señalización 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.

## 8 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 sistema de señalización.

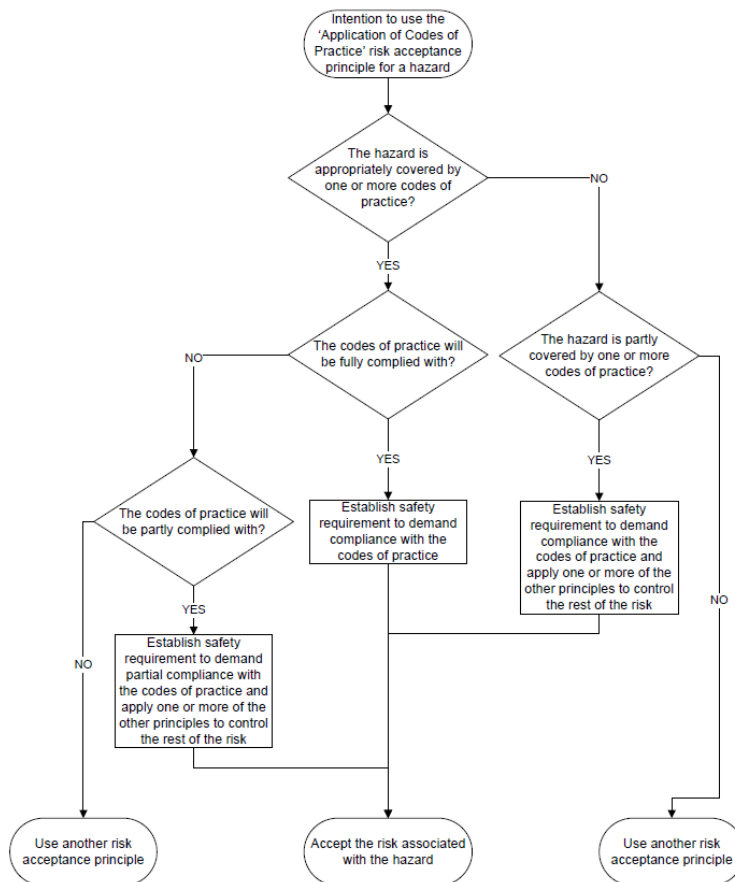
Entregable	Primera Entrega
Plan de Gestión de la Seguridad	Versión preliminar en la oferta 45 días después de la firma del contrato
Plan de Evaluación Independiente de la Seguridad	45 días después de la firma del contrato
Análisis Preliminar de los Riesgos (APR)	Versión preliminar en la oferta 2 meses después de la firma del contrato
Análisis de los Riesgos del Sistema (ARS)	4 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis de los Riesgos de Interfaces (ARI)	4 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis de los Modos de Fallos, de sus Efectos y Criticidad (AMFEC)	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis por Arboles de Fallos (FTA)	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis de los riesgos de las interfaces materiales (HW) de los equipos embarcados	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis de Riesgos debido a la operación o soporte (O&SHA)	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Informe de asignación de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL).	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Análisis de riesgos del proceso de preparación de los datos SW	Con el Dossier de Seguridad (Diseño de la Aplicación - Versión a final de diseño) Actualizado con cada versión del Dossier de Seguridad
Informe de demostración de los niveles de Integridad de Seguridad (SIL).	Con el Dossier de Seguridad (Diseño de la Aplicación - Versión a final de diseño) Actualizado con cada versión del Dossier de Seguridad
Notas de seguridad específicas	Con el Dossier de Seguridad (Diseño de la Aplicación - Versión a final de diseño) Actualizado con cada versión del Dossier de Seguridad
Registro de Peligros (Hazard Log)	2 meses después de la firma del contrato. A partir de su primera entrega, debe actualizarse y entregar cada 3 meses, pasando a cada mes en el último año antes de la puesta en servicio

Entregable	Primera Entrega
Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia Operación o Mantenimiento	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Listado de Requisitos de seguridad exportados hacia otros equipos	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Listado de los Equipos Críticos para la Seguridad	6 meses después de la firma del contrato (o antes del final de los estudios de diseño, según llegue primero)
Informe V&V	Con el Dossier de Seguridad (Diseño de la Aplicación - Versión a final de diseño) Actualizado con cada versión del Dossier de Seguridad
Dossier de Seguridad (Safety Case) Acompañado del correspondiente informe de evaluación independiente de la seguridad	<b>Diseño de la Aplicación - Versión a final de diseño:</b> al final de los estudios de diseño o 12 meses después de la firma del contrato (según llegue lo primero). <b>Implementación Física - Versión antes de las pruebas dinámicas:</b> 1 mes antes del inicio de las pruebas dinámicas <b>Implementación Física - Versión para la Puesta en Servicio:</b> 1 mes antes de la puesta en servicio <b>Implementación Física - Versión para la Puesta en Servicio:</b> 1 mes antes del fin de la garantía
Hoja de Versiones	1 semana antes de la puesta en servicio de cada versión
Dossier de No Regresión de la Seguridad (DNRS)	1 semana antes de la puesta en servicio de la versión considerada en el dossier.



## 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.

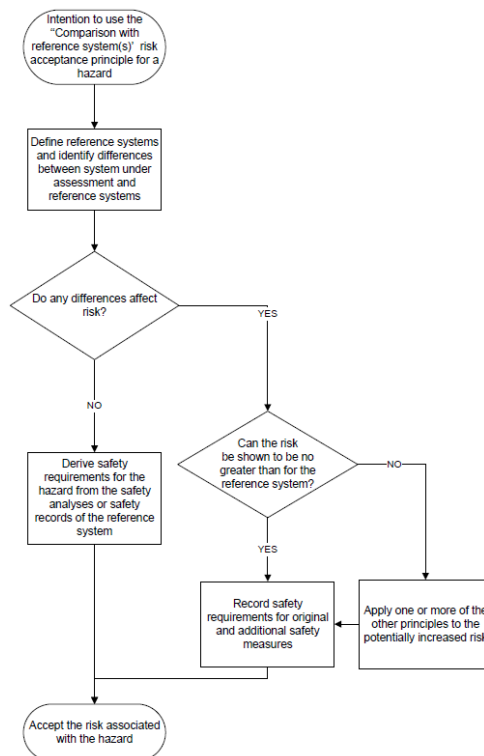


Figure 4 Applying the 'comparison with reference system(s)' risk acceptance principle

**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.**

### **ANNEX 3 : NORMES I DOCUMENTS D'APLICACIÓ**

A continuació, y de forma no exhaustiva, se da un resumen de toda la normativa aplicable:

- ▶ ISO 9001: 2000. Quality systems - Model for quality assurance in design, development, production, installation and servicing (Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y conservación).
- ▶ ISO 14001: 2004. Environmental Management Systems Requirement with guidance for use.
- ▶ UNE-EN 50126. Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- ▶ UNE-EN 50128. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
- ▶ UNE-EN 50129. Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- ▶ UNE-EN 50121-3-2. Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad Electromagnética. Parte 3-2: Material rodante. Aparatos.
- ▶ UNE-EN 50125-1. Aplicaciones ferroviarias. Condiciones ambientales para el equipo. Parte 1: Equipos a bordo del material rodante.
- ▶ UNE-EN 50155. Aplicaciones ferroviarias. Equipos electrónicos utilizados sobre el material rodante.
- ▶ UNE-EN 9000-3. Normas de gestión y aseguramiento de la calidad. Parte 3: guía para la aplicación de la norma ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del soportelógico.
- ▶ EN 50159-1. RaUway applications. Communication, signalling and processing systems. Part. 1: Safety-related communication in closed transmission systems. (Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Parte 1: Comunicación de seguridad en sistemas de transmisión cerrados).
- ▶ UNE-EN 50124-1. Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Requisitos fundamentales: distancias en el aire y líneas de fuga para cualquier equipo eléctrico y electrónico.
- ▶ UNE-EN 50124-2. Aplicaciones ferroviarias. Coordinación del aislamiento. Sobre tensiones y protecciones asociadas.
- ▶ UNE-EN 50261: Railway applications. Mounting of electronic equipment. (Aplicaciones ferroviarias. Montaje de equipos electrónicos).
- ▶ UNE-EN 50153: Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Medidas de protección relativas a riesgos eléctricos.
- ▶ IEC 60077. Railway applications. Electric equipment for rolling stock. Part 1: General service conditions and general rules. Part 2: Electrotechnical components -general rules. Part 3: Electrotechnical components- Rules for d. c. circuit breakers. Part 4: Electrotechnical components - rules for AC circuit breakers.

- ▶ UNE-EN 50215. Aplicaciones ferroviarias. Ensayos del material rodante al término de su construcción y antes de su puesta en servicio.
- ▶ UNE-EN 50343. Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Reglas para la instalación del cableado.
- ▶ UIC 651. Constitution des cabines de conduite des locomotives, automotrices, rames automotrices et voitures- pilotes.
- ▶ UNE-EN 61373. Aplicaciones ferroviarias. Material rodante. Ensayos de choque y vibración.
- ▶ UNE-EN 50265. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego.  
Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable.
- ▶ UNE-EN 50266. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego.  
Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical.
- ▶ UNE-EN-50268. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego.  
Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas.
- ▶ UNE-EN 50267. Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.
- ▶ UNE-EN 50200. Método de ensayo de la resistencia al fuego por los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para usos en circuitos de emergencia.
- ▶ UNE 20427. Métodos de ensayo adicionales para cables eléctricos. Ensayo de propagación de la llama.
- ▶ UNE 894-2. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información  
y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.

## **ANNEX IV - GLOSSARI**

BALIZA	Elemento del sistema instalado en la vía, utilizado para la transmisión de información puntual de la vía al tren.
BALIZA EJECUTIVA	Elemento del sistema instalado en la vía, utilizado para la transmisión de información puntual de la vía al tren instalado a 5m aprox. por delante de la Señal.
BALIZA PREVIA	Elemento del sistema instalado en la vía, utilizado para la transmisión de información puntual de la vía al tren instalado a 300m aprox. por delante de la Señal, o su distancia equivalente según la declividad del trayecto.
CASO DE SEGURIDAD	La demostración documentada de que el proceso cumple con los requisitos de seguridad especificados.
CURVA DE INTERVENCIÓN DE FRENADO	Curva de velocidad en función del tiempo, definida para cada control del sistema. En caso de que el tren rebase el valor instantáneo de velocidad definido por esta curva, el sistema FAP Digital solicitará la aplicación del freno de emergencia y anunciará este hecho mediante las indicaciones ópticas y acústicas asociadas al freno de emergencia.
CURVA DE VELOCIDAD DE CONTROL	Curva de velocidad en función del tiempo, definida para cada control del sistema. La velocidad del tren debe mantenerse siempre por debajo del valor instantáneo de velocidad definido por esta curva.
UNIDAD DE CONEXIÓN SENCILLA (UCS)	La unidad de conexión sencilla se emplea para transmitir a la baliza la indicación de la señal cuando ésta no tenga entre sus indicaciones posibles ni el ámbar-verde ni el ámbar intermitente ni el verde destellante.
UNIDAD DE CONEXIÓN DOBLE (UCD)	La unidad de conexión doble se utiliza para transmitir a la baliza la indicación de la señal cuando ésta tenga entre sus indicaciones posibles el ámbar-verde y no tenga ni el ámbar intermitente ni el verde destellante.
UNIDAD VAI	Unidad de Verde o Ámbar Intermitente se utiliza para transmitir a la baliza la indicación de la señal cuando ésta tenga entre sus indicaciones posibles el ámbar intermitente o verde intermitente.
TIPO DE TREN	Clasificación de los trenes a efecto de composición, velocidad, régimen y frenado. Se expresa mediante un número múltiplo de 10 que indica la velocidad máxima que puede alcanzar el tren en las condiciones más favorables de trazado y clase de vía.

## CONTROL DE VELOCIDAD

Limite de velocidad establecido en cada instante, en función del control activo, que no debe superar el tren a efectos del sistema FAP Digital. Se trata de cada uno de los distintos valores de la curva de velocidad de control.