



# PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

Contracte relatiu a “Enginyeria integral per al disseny mecànic, integració i els estudis de seguretat necessaris per a la validació i instal·lació de sistemes d'auscultació i monitorització de la infraestructura ferroviària que s'implementaran en quatre trens de la Sèrie S9000 de la flota de FMB (L2, L4, L9N i L9S)”

Expedient número: 16118202



**Transports  
Metropolitans  
de Barcelona**

**Vicenç Rius**

DIGITALITZACIÓ I INNOVACIÓ METRO



## ÍNDEX

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1. Objecte .....                             | 3  |
| 2. Abast del servei .....                    | 3  |
| 3. Conceptualització tècnica .....           | 4  |
| 4. Sistemes d'auscultació a integrar .....   | 5  |
| 5. Detall dels treballs a efectuar .....     | 8  |
| 6. Subministraments inclosos .....           | 14 |
| 7. Instal·lació dels equips embarcats .....  | 15 |
| 8. Documentació .....                        | 18 |
| 9. Condicions de Lliurament .....            | 19 |
| 10. Planificació .....                       | 20 |
| 11. Obligacions de l'Adjudicatari .....      | 20 |
| 12. Obligacions de FMB .....                 | 20 |
| 13. Comunicacions entre les parts .....      | 21 |
| 14. Variants .....                           | 21 |
| 15. Aspectes / Criteris Mediambientals ..... | 21 |



## 1. Objecte

El present contracte té per objecte la prestació, mitjançant procediment negociat sense publicitat amb proveïdor únic, del servei d'enginyeria, implementació i instal·lació de la infraestructura necessària per a la integració de sistemes avançats d'auscultació i monitorització contínua de la infraestructura ferroviària en quatre (4) trens de Metro Barcelona (Sèrie 9000). El projecte dels trens auscultadors es basa en un concepte modular, escalable i amb mínim impacte sobre el material rodant.

Els sistemes a integrar inclouen equips d'auscultació de catenària i pantògraf, gàlib de túnel, geometria de via, acceleracions verticals i horitzontals en bogie, estat i temperatura del carril, sonometria i vídeo inspecció de fissures de carril. Aquests equips principals seran subministrats per tercers. De fet, 3 unitats d'aquestes ja disposen de la instal·lació del sistema de monitorització de les acceleracions verticals (caixa de greix) i horitzontals (en bogie).

## 2. Abast del servei

El servei inclou, entre d'altres:

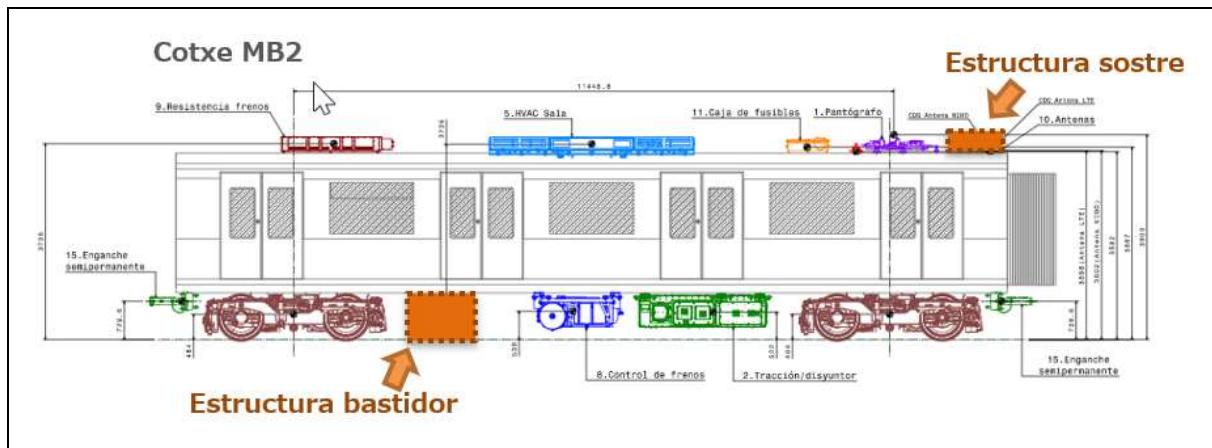
- Estudis d'integració: definició d'ubicació, pas de cablejat, interfícies mecàniques i cinemàtica de connectors.
- Disseny mecànic: estructures de suport, cofres, racks interiors i exterior, punts de subjecció (existents o nous adhoc) per a la subjecció dels equips dels diferents subsistemes.
- Càlculs normatius: justificació de gàlib, IP, EMC, vibracions i fatiga, FEM, EN 50124-1, estudis tèrmics.
- Estudis de seguretat: validació de la instal·lació dels nous elements i aprovació formal del fabricant.
- Pre-instal·lació del cablejat de comunicacions bàsic (ethernet) en els diferents punts d'acord al dimensionament estipulat. En cas que per a simplificar el cablejat ALSTOM opti per l'ús de switch ethernet, aquests també s'hauran de subministrar i instal·lar.
- Pre-instal·lació de la xarxa d'alimentació elèctrica d'acord al dimensionament facilitat. Cada subsistema disposarà d'un magnetotèrmic per a la desconexió del conjunt.
- Pre-instal·lació dels suports auxiliars (racks, barres etc) o habilitació de nous punts de fixació en l'estructura que, d'acord a l'estudi mecànic, siguin necessaris per a facilitar la subjecció dels diferents subsistemes.
- Instal·lació d'un switch central del qual parteixin les connexions de xarxa als diferents subsistemes.
- Instal·lació d'un encoder d'altra resolució de 5000 a 10000 passos per revolució, amb el cablejat corresponent fins al punt central.



- Tot per un 4 trens de la Sèrie 9000 de flota de Material Mòbil d'FMB, ubicats a L2, L4, L9N i L9S.

### **3. Conceptualització tècnica**

El projecte es basa en un concepte modular i escalable, amb suport estructural comú per a diferents equips i sistemes embarcats, minimitzant interfícies mecàniques amb el material rodant i facilitant el manteniment i l'escalabilitat futura. Inicialment, es preveu la necessitat de només tres punts principals d'instal·lació a un cotxe: una estructura dedicada als equips d'auscultació de via, una altra per als equips d'auscultació de catenària, i un nou rack addicional a l'armari tècnic. Aquest nou rack es procurarà instal·lar sobre l'existent, que ja conté el node de comunicacions i el PC del Sistema Digital Train, i servirà per allotjar els equips de cabina necessaris per als mòduls d'auscultació de via, catenària i túnel. A més, es requerirà una instal·lació mínima addicional als cotxes motors extrems (MA) per als sistemes associats a la inspecció de túnel.



## 4. Sistemes d'auscultació a integrar

Els sistemes a integrar, subministrats per tercers, són:

- **Auscultació de geometria de via (equip vmRail de Virtualmech)**

Format per:

- 1 unitat processadora [600x300x200mm, 15 kg] amb 2x sensors piezoelèctrics prop de la caixa de greix.
- 2x unitats captadores, 15 kg



- **Monitoratge de desgast superfície de carril i acceleracions (SKF)**

Format per:

- 1x unitat processadora [400x200x120mm, 6.5 kg]
- 4x acceleròmetres a la caixa de greix: 2 a banda i banda per mesurar acceleracions verticals (eix Z).

- 2x acceleròmetres addicionals al bogi: un al centre i un a l'extrem per analitzar les acceleracions laterals (eix X).
- 2x acceleròmetres a la caixa de la unitat (car body): per mesurar acceleracions als eixos X i Y.
- En un futur, s'hi afegiran 3x giroscopis al bogi.
- Destaqui's que en les unitats S9000 de L2, L4 i L9S ja es disposa de l'equip i els sensors instal·lats. Just hi mancarà connectar simplement els giroscopis.



- **Monitorització temperatura del carril MTO Smart Motors**

- 1x equip sensor integrat [395x291x125mm, 8 kg]



- **Detecció de fissures i inspecció per visió**

Es proposa la inspecció òptica de la totalitat del carril mitjançant tres càmeres (dues amb una angulació de 45° i una perpendicular). Aquest sistema permetrà analitzar la presència de ruptures i fissures al carril, així com verificar l'estat de les fixacions i travesses.



Actualment, no es disposa de cap equip per a aquesta tasca, però s'han avaluat les solucions més avançades del mercat (com les d'ENSCO, DMA i BvSys) per tal de definir aquests requeriments. Addicionalment, s'ha previst una reserva de connectivitat per al futur desenvolupament d'una unitat d'ultrasons embarcada. Aquesta unitat permetria analitzar la presència de ruptures internes, d'acord amb els darrers avenços tecnològics identificats en el sector.

- **Monitoratge de pantògraf i catenària**

Consisteix en un sistema de mesura embarcat al tren per a la inspecció i mesurament de la catenària ferroviària, amb capacitat per detectar punts calents, espurnes, cops i mesurar diversos paràmetres a velocitat comercial. El sistema està format per càmeres de vídeo d'alta resolució, càmeres termogràfiques, acceleròmetres i gravació continua d'imatge i processat de dades. Actualment no es disposa de cap equip amb aquestes característiques, tot i que s'han avaluat i contrastat les solucions disponibles al mercat (com les de Pantohealth, entre d'altres) per tal de definir aquests requeriments.

- **Auscultació del gàlib i elements de túnel**

Sistema de mesura de gàlib de túnel que utilitzant tecnologia LiDAR i fent un escaneig de 360°, generarà un mapa digital detallat del túnel que permetrà detectar amb precisió i en temps real qualsevol desviació respecte al gàlib preestablert en cada punt quilomètric o la presència d'obstacles amb el desplaçament del tren en servei a la velocitat comercial. El sistema disposa també d'una càmera tèrmica que permet detectar valors anòmals de temperatura en la secció del túnel. Ambdós sistemes es complementaran amb una càmera de vídeo que oferirà imatges del context del túnel.

- **Sonometria embarcada**

Monitorització del Nivell de Pressió Sonora en Ambdós Carrils format per 1x sensors d'àudio model CESVA TA150 amb mòduls d'anàlisi d'1/3 d'octava i captura d'àudio Permet la caracterització de flanging i squeal en ambdós carrils, especialment al pas per corba i el registre dels nivells de pressió acústica al túnel per identificar els casos en què se superen els llindars normatius.

- **Tacòmetre**

El licitador s'encarregarà de l'anàlisi, el subministrament i la instal·lació d'un tacòmetre d'alta resolució, amb una configuració possible entre 5000 i 10000 polsos. Previ a la instal·lació, EL LICITADOR avaluarà la compatibilitat d'aquest tacòmetre amb els acceleròmetres ja existents per assegurar una integració òptima del sistema. Així mateix, EL LICITADOR definirà el tipus de cable més adequat per al tacòmetre, garantint la seva fiabilitat i rendiment.

- **Switch Ethernet Xarxa Auscultació**



El licitador subministrarà i instal·larà el switch Ethernet central que gestionarà el trànsit de tots els subsistemes de la xarxa d'auscultació. Es proposa el model Leonton PG5-1600-M12XB-110-67 o un equivalent que compleixi les mateixes prestacions i característiques tècniques. La instal·lació del switch es realitzarà en un dels racks de l'armari tècnic, assegurant la seva correcta ubicació i connexió.

## **5. Detall dels treballs a efectuar**

### **5.1 Estudis d'Integració**

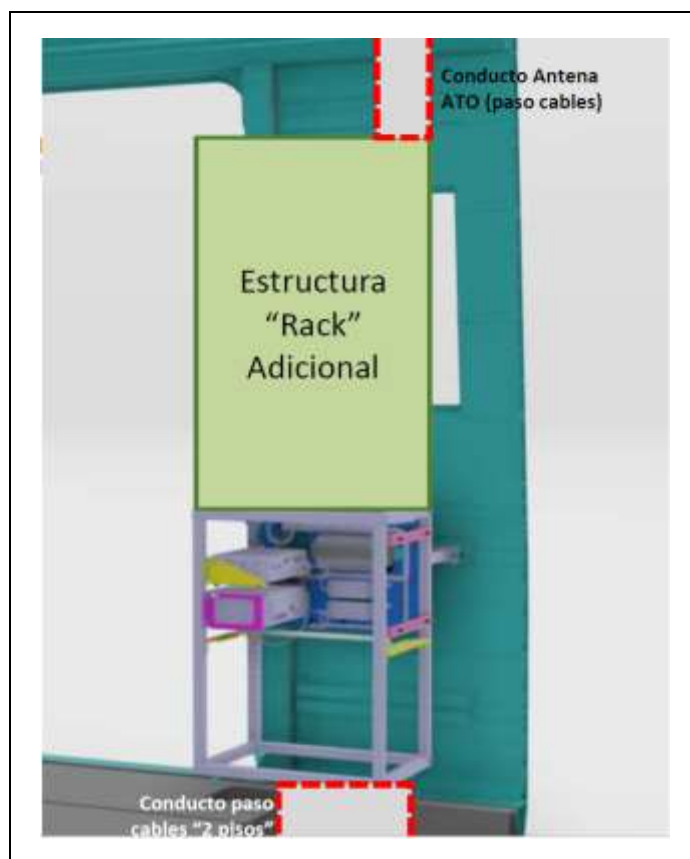
- **Estudis preliminars 3D de les ubicacions i espais al tren**

Els següents espais formen part d'aquest estudi:

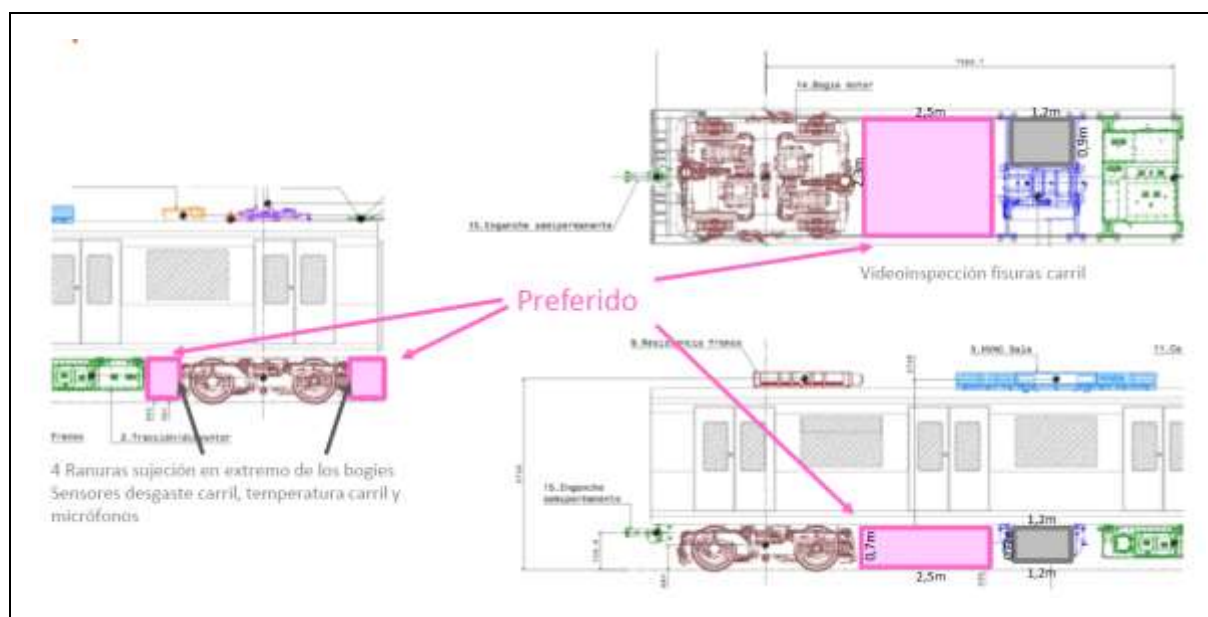
#### **A. Cotxe on s'instal·lin els equips auscultadors**

S'avaluarà la idoneïtat del cotxe MB2/1 o R per determinar com concentrar-hi els sistemes d'auscultació, aprofitant els espais lliures sota bastidor i valorant la facilitat d'accés zona del sostre mitjançant els passos de cable existents utilitzats per a les antenes existents (WIFI, CBTC). També caldrà considerar la disponibilitat dels espais interiors en els armaris tècnics embarcats. La disposició dels equips hauria de tenir com a objectiu concentrar, dins de les restriccions de volums disponibles, el switch de comunicacions i els equips de processament d'auscultació de via (sota bastidor) i de catenària (al sostre) en un mateix cotxe, minimitzant el cablejat al llarg del tren i concentrant el manteniment en un únic cotxe i, en el millor dels casos, proper al PC de Digital Train. Cal tenir present també l'enrutament i preinstal·lació de les escomeses d'alimentació i els magentotèrmics associats, els quals potser hagin d'ubicar-se en l'armari / punt on es concentra la distribució de l'alimentació de cada cotxe.

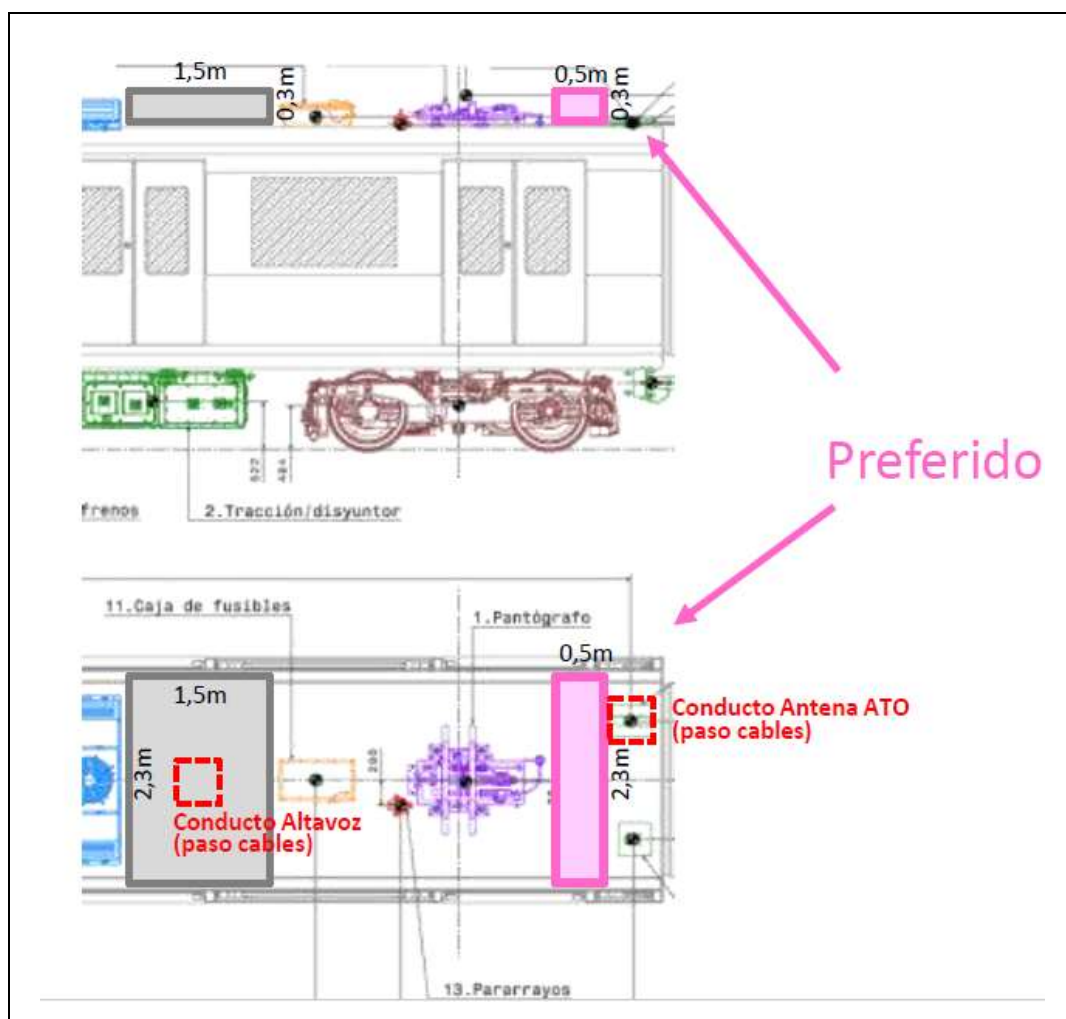




## B. Espais inferiors en cotxe MB2/1/R



### C. Espais en sostre cotxe MB2/1/R

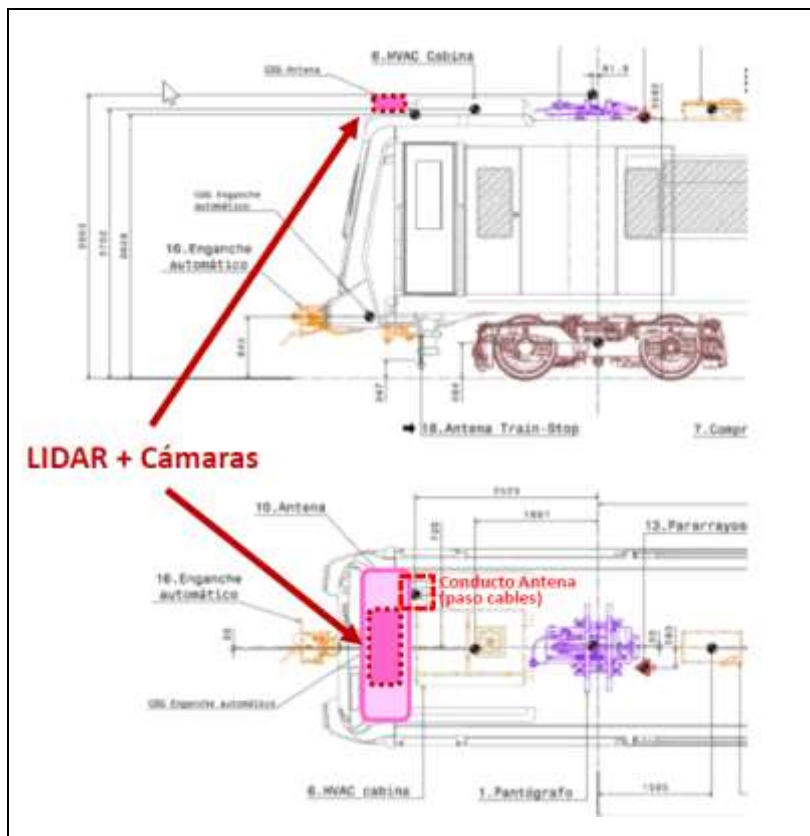


### D. Espais en sostre cotxe MA2/1

La instal·lació de la combinació LIDAR + 3 càmeres (una d'elles termogràfica), amb una mínima petjada superficial, es veu simplificada per la proximitat del pas de cables de l'antena.

Es proposa instal·lar aquests equips exclusivament al cotxe MA2/1 per la seva proximitat al cotxe MB2, on l'armari tècnic allotgi, si és finalment el cas, els equips de processament de dades i comunicacions.

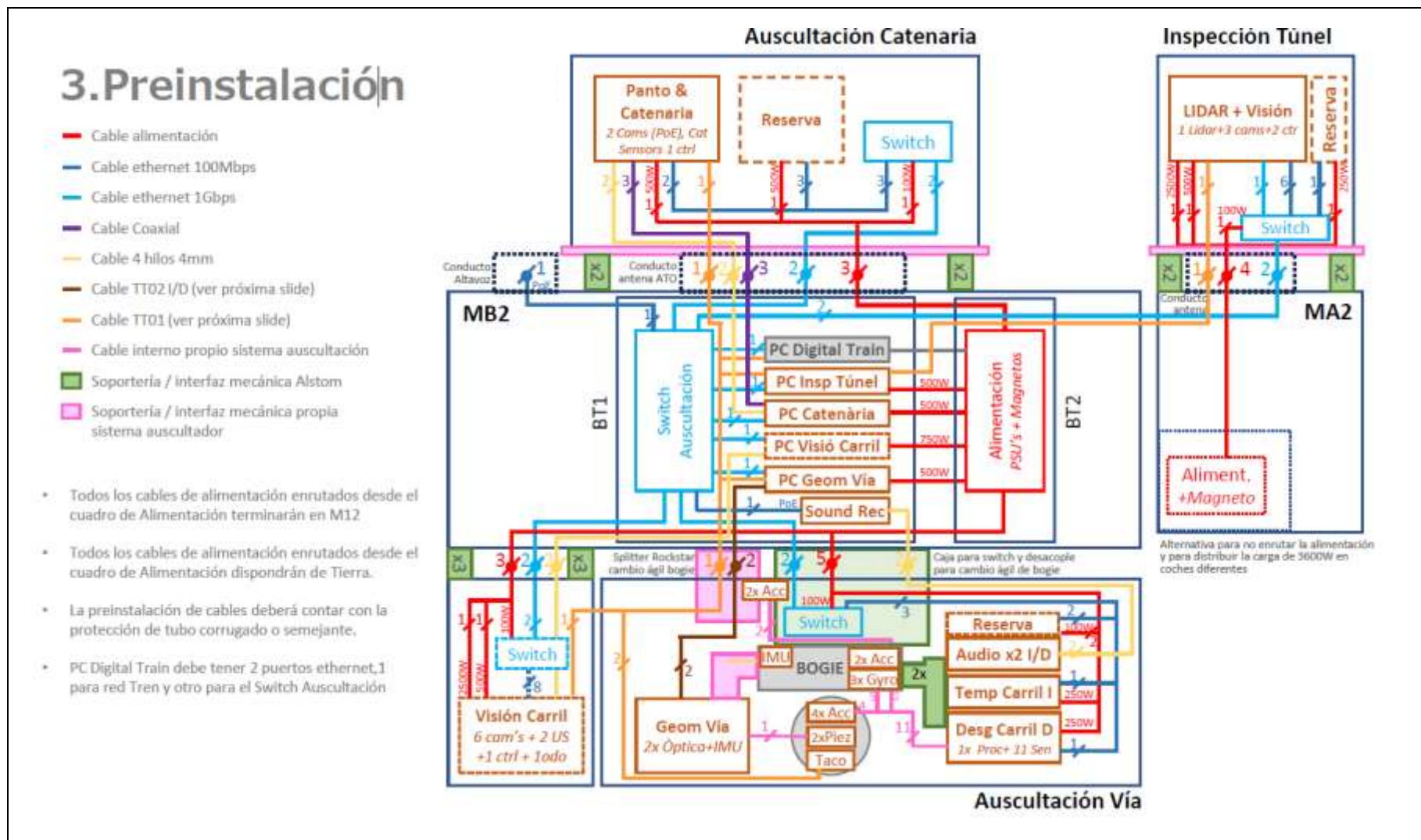
Cal preveure la fixació d'una caixa dins del cotxe per instal·lar-hi l'equipament mínim (magnetotèrmics i, possiblement, una font d'alimentació DC/DC). També serà necessària la instal·lació d'un switch addicional en superfície per minimitzar el pas de cables.





- Estudis preliminars i instal·lació dels cablejats necessaris

Forma part del objecte d'aquesta licitació el subministrament i instal·lació del cablejat segons diagrama següent:





- **Estudi cinemàtic dels connectors en àrees dinàmiques (connexió entre la zona de la caixa del tren i el bogi).**

## 5.2 Disseny mecànic

En aquest apartat es detallen els treballs necessaris per al disseny mecànic de les diferents estructures i suports si s'escauen en funció de les característiques mecànics de cadascun dels subsistemes, assegurant la seva correcta integració i funcionalitat.

- **Estructura suport càmeres i cofre unitat processadora (monitorització gàlib):** Disseny detallat de l'estructura de suport i punts de fixació de la base que ha de subjectar les càmeres i el cofre per a la monitorització de gàlib, considerant la seva ubicació òptima, els angles de visió requerits i la resistència a les vibracions i condicions ambientals. S'inclourà la selecció de materials i els acabats superficials adequats.
- **Estructura suport càmeres i cofre unitat processadora (monitorització catenària):** Disseny detallat de l'estructura de suport i punts de fixació de la base que ha de subjectar les càmeres i el cofre per a la monitorització de gàlib, considerant la seva ubicació òptima, els angles de visió requerits i la resistència a les vibracions i condicions ambientals. S'inclourà la selecció de materials i els acabats superficials adequats.
- **Estructura i cofre sota bastidor (auscultació geometria, fissures carril, temperatura carril, i micròfons sonòmetres):** Disseny de l'estructura de suport i fixacions que s'escaiguin per a la instal·lació sota el bastidor, considerant la protecció contra esquitxades, pols i impactes, així com la facilitat d'accés per a manteniment, dels equips esmentats.
- **Estructura rack addicional en l'armari tècnic interior (unitats de processament vmRailm fissures carril, SKF, sonòmetres):** Creació d'una estructura de rack addicional en l'armari tècnic, optimitzant l'espai disponible i assegurant la correcta fixació dels equips, així com la dissipació de calor necessària.
- **Suports necessaris per a connectors i equips SKF:** Només per a 1 tren (S9000 L9N).
- **Desenvolupament de documentació tècnica i entregables client:** Elaboració de tota la documentació tècnica necessària, incloent-hi plànols 2D detallats de fabricació i muntatge, llistes de materials (BOM), especificacions tècniques, manuals d'instal·lació i qualsevol altre entregable requerit pel client.

## 5.3 Càlculs

Aquest apartat inclou els càlculs i anàlisis d'enginyeria necessaris per validar el disseny i assegurar el compliment de les normatives aplicables i els requisits de rendiment.



- **Justificació IP:** Realització dels càlculs i proves per justificar el grau de protecció (IP) de les envolupants i cofres, segons la normativa aplicable, garantint la protecció contra la intrusió de sòlids i líquids.
- **Justificació gàlib:** Verificació mitjançant càlculs i simulacions del compliment del gàlib establert, assegurant que les dimensions de les estructures no interfereixen amb les línies de la via o altres elements.
- **Justificació EMC:** Anàlisi i justificació del comportament dels equips davant la compatibilitat electromagnètica (EMC), mitjançant càlculs i disseny de blindatges o mesures correctores per evitar interferències.
- **Justificació compliment EN 50124-1:** Verificació i justificació del compliment de la norma EN 50124-1 relativa a les condicions de servei del material rodant, incloent-hi aspectes de temperatura, humitat, altitud i vibracions.
- **Càlcul FEM estructural i vibracions:** Realització d'anàlisis mitjançant el mètode dels elements finits (FEM) per avaluar la integritat estructural de les diferents components i la seva resistència a les vibracions induïdes durant el funcionament.
- **Càlcul unions cargolades:** Càlcul detallat de les unions cargolades, determinant el tipus, mida i nombre de cargols necessaris per garantir la resistència mecànica i la seguretat de les unions.
- **Estudi tèrmic:** Realització d'un estudi tèrmic per avaluar la dissipació de calor dels equips i el sistema en el seu conjunt, dissenyant solucions de ventilació o refrigeració si són necessàries per mantenir les temperatures de funcionament dins dels rangs admissibles.
- **Suport FEM Bogie LCR:** Provisió de suport en l'anàlisi FEM del Bogie LCR, col·laborant en la interpretació dels resultats i en la definició de millores o adaptacions necessàries.

## 5.4 Altres

Aquest apartat engloba tasques addicionals que complementen els dissenys i càlculs anteriors, essencials per a la validació global del projecte.

- **Estudi de seguretat:** Realització d'un estudi de seguretat exhaustiu per identificar i avaluar els riscos potencials associats al disseny i funcionament dels components, proposant mesures preventives i correctores per garantir la seguretat del personal i del material rodant.
- **Validació global:** Lliurament de la pertinent validació de fabricant de la incorporació de tots els elements i equips objecte d'aquest plec.

## 6. Subministraments inclosos

Els subministraments inclosos en aquest projecte són els que seguidament es detallen:





- Tacòmetre d'alta resolució (fins a 10.000 polsos/revolució), amb el seu cablejat associat
- Switch ethernet gestionable certificat EN 50155 (p.e. Leonton PG5-1600 o equivalent)
- Cablejats
- Estructures mecàniques i resta d'elements mecànics descrits
- Connectors
- Proteccions elèctriques i petit material per efectuar les instal·lacions descrites.

Queden fora d'abast els equips principals d'auscultació (càmeres, sensors, LIDARs, unitats de processament, etc.), que seran instal·lats i integrats posteriorment per tercers.

## **7. Instal·lació dels equips embarcats**

En primer lloc, com a part del procés d'instal·lació, és obligatori formalitzar el procediment de coordinació d'activitats empresarials (CAE) per garantir la seguretat i la salut dels treballadors durant l'execució dels treballs.

La instal·lació dels equips s'haurà de dur a terme estrictament d'acord amb la normativa de seguretat vigent a les instal·lacions del Ferrocarril Metropolità de Barcelona (FMB), amb especial èmfasi en els tallers de material mòbil. És obligatori complir el procediment P104 "Normes per a treballs als tallers del Servei de Material Mòbil".

A més, s'haurà de coordinar l'execució dels treballs amb el Servei de Material Mòbil d'FMB per evitar interferències amb les tasques de manteniment programades i garantir la disponibilitat dels trens.

D'altra banda, a continuació s'identifiquen un seguit de consideracions i normatives a tenir en compte per l'Adjudicatari a l'hora de realitzar les instal·lacions en tot l'àmbit de Ferrocarril Metropolità de Barcelona (FMB):

- L'Adjudicatari proporcionarà tots els mitjans humans i materials necessaris per a la realització de les instal·lacions requerides en aquest projecte.
- Els materials proporcionats per l'Adjudicatari s'abastiran normalment en dependències de la seva propietat.
- Els materials que pugui proporcionar FMB seran recollits per l'Adjudicatari de les dependències que es designin, previ el corresponent albarà.
- L'Adjudicatari designarà un responsable de les instal·lacions del projecte que serà l'interlocutor amb FMB en tot aquest àmbit.
- Independentment de l'àmbit en el que s'estiguin efectuant les instal·lacions, un cop finalitzada la jornada de treball, caldrà deixar l'espai/entorn en les mateixes condicions que s'ha trobat, retirant les runes o deixalles produïdes.



- Els horaris de treball s'hauran d'adequar a l'horari de servei de FMB, per tant, qualsevol instal·lació a túnel o àmbit de potencial circulació ferroviària s'haurà de realitzar obligatòriament en horari fora de servei (nocturn, és a dir, entre les 01:00h i les 04:00h aproximadament), condicionat a la disponibilitat de via lliure en funció d'altres treballs i circulacions de proves o formació, i amb un pilot homologat per la xarxa (PHS-1, Pilot Homologat de Seguretat), que l'haurà d'aportar l'Adjudicatari.
- Les activitats de pilotatge necessàries per a la realització dels treballs d'instal·lació, proves, etc., podran ser subcontractades per l'Adjudicatari a un centre de prevenció aliè. En qualsevol cas, totes les activitats de suport que l'Adjudicatari prevegi subcontractar les haurà de detallar en la memòria tècnica que acompanyi a l'oferta.
- FMB es reserva el dret d'assignar una persona per a la supervisió dels treballs de les instal·lacions a qui l'Adjudicatari proporcionarà tota la informació / documentació requerida.
- No es podrà realitzar cap activitat sense prèvia autorització de la persona responsable del projecte d'FMB.
- Tots els components instal·lats hauran de ser compatibles amb les especificacions i limitacions del material rodant. El disseny i la implementació hauran de respectar els límits de gàlib, pes, vibracions i normatives tècniques aplicables (EN 50155, EN 45545, EN 50124-1, entre d'altres). Qualsevol modificació o fixació estructural haurà de ser validada per Alstom com a fabricant del tren.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió i les seves instruccions tècniques complementaries.
- Ordres i Disposicions del Govern Central i de la Generalitat de Catalunya que modifiquen o complementen el Reglament de baixa tensió i les instruccions tècniques complementàries.
- Resolucions i circulars de la Generalitat de Catalunya referents a instal·lacions elèctriques en general.
- Reglament sobre pertorbacions radioelèctriques i interferències. Reial Decret 138/1989.
- Directiva 2014/30/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 26 de febrer, sobre l'harmonització de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica (CEM).
- Directiva 2011/65/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 8 de juny, sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics (RoHS).
- Directiva 2012/19/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 4 de juliol, sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE).
- Directiva 2006/42/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de maig, relativa a les màquines i per la qual es modifica la Directiva 95/16/CE.





- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.
- Reial Decret 1627/97, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball.
- Condicions mínimes de seguretat i salut de les instal·lacions i edificacions corporatives d'FMB.
- Normativa interna de seguretat per treballs a la xarxa d'FMB.
- Normes de seguretat per a treballs en instal·lacions elèctriques a FMB.
- Normes de seguretat per a treballs en instal·lacions electromecàniques a FMB.
- Manual de Seguretat i senyalització d'obres d'FMB.
- Normes per a l'execució de treballs per personal extern a la xarxa d'FMB.
- Normes de seguretat per a treballs a la zona de vies de la xarxa d'FMB.
- Ús de detector de presència de tensió en corrent continu per a línies de tracció.
- Normes per a la posada a terra de catenària.
- Quan es faci referència a un mètode o norma compresa en qualsevol de les publicacions identificades en aquest document, es donarà per entès que es refereix a la darrera norma o mètode que s'hagi publicat fins el moment.
- Seran d'obligat compliment totes aquelles normes existents que, malgrat no aparèixer en aquest llistat, siguin d'aplicació.

### **Condicions especials d'Execució**

- Les intervencions sobre el material rodant es faran exclusivament en els espais habilitats per TMB o Alstom, prèvia coordinació operativa.
- Qualsevol accés a zones tècniques del tren requerirà autorització expressa d'Alstom.
- L'execució de treballs en unitats en servei es farà fora d'horari comercial o durant finestres operatives acordades.
- El personal assignat haurà de complir amb les normes de seguretat ferroviària vigents, incloent formació prèvia si escau.
- S'hauran de respectar les condicions de neteja, ordre, i traçabilitat documental establertes per TMB i pel fabricant.
- Coordinació amb el fabricant (Alstom) per a la validació de totes les modificacions.
- Totes les actuacions han de garantir la conservació de la seguretat, la certificació i la garantia del material rodant.

## 8. Documentació

L'Adjudicatari haurà de lliurar la documentació següent en les fases que s'indiquen:

- Plànols i esquemes mecànics, elèctrics i de comunicacions dels sistemes preinstal·lats..
- Memòries justificatives.
- Informe de validació estructural i de seguretat.
- Manual de manteniment bàsic de la infraestructura instal·lada.
- Per a l'equip embarcat: Diagrama d'especejament o d'explosió, descrivint gràficament el conjunt de components des del punt de vista mecànic, mostrant l'asseblatge i ajust de totes les parts i les mides dels components i els mecanismes i característiques dels elements de subjecció. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
- Per a l'equip embarcat: Diagrama esquemàtic del connexionat elèctric dels elements. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
- Per a l'equip embarcat: Estudi mecànic dels suports i fixacions per a garantir la integritat mecànica del conjunt embarcat, basat en estudi d'elements finits, fatiga de materials etc. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
- Fitxes de característiques dels materials i components instal·lats. [Es lliurarà abans de finalitzar la Posada en Servei].
- Manuals de manteniment de tots els equips (tan preventiu com correctiu) incloent una guia per a la resolució dels problemes més habituals i de seguiment d'avaries. Veure punt Manteniment i Servei Tècnic en aquest document. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Manuals per la inspecció i calibració dels equips, incorporant els protocols de referència. En cas que per la calibració del sistema precisi algun tipus d'eina o patró de referència, l'Adjudicatari les haurà de subministrar per duplicat. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Pla de proves incloent el detall dels protocols (SAT, FAT) i Pla de posada en servei. Tots ells consensuats amb FMB. [Es lliuraran abans de finalitzar la fase d'execució].
- Resultats del protocols de proves FAT. [Es lliuraran en la fase d'execució, prèviament a l'inici de la fase d'instal·lació i proves].
- Resultats dels protocols de proves SAT. [Es lliuraran en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a l'inici de la fase de Posada en Servei].



- Certificats de garantia i conformitat i del marcatge CE, si pertinents. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Calibracions inicials i certificats, si s'escau, dels equips. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].

El lliurament de la documentació en els terminis definits serà una condició indispensable (però no suficient) per formalment, i a tots els efectes de certificacions i pagaments, per avançar a la següent fase del projecte.

Durant tot el termini del servei, qualsevol modificació que es dugui a terme sobre els equips i les instal·lacions i que difereixi del que reculli la documentació ja lliurada, per tot allò que fa referència a l'abast d'aquest contracte (excloent possibles millores o noves funcionalitats futures), requerirà l'actualització de dita documentació.

Tota la documentació del sistema (e.g. manuals d'usuari i manteniment, documents descriptius) es lliurarà en català tret dels documents d'especificacions tècniques, plànols, certificacions i datasheets dels components que podran ser en català o anglès per a estalviar traduccions jurades de documents tècnics.

## **9. Condicions de Lliurament**

Els treballs es consideraran finalitzats un cop:

- S'hagi lliurat tota la documentació tècnica requerida (punt 8).
- S'hagin superat les validacions de seguretat i tècniques d'Alstom i TMB.
- S'hagin realitzat satisfactòriament les proves de verificació de la instal·lació.

La recepció definitiva es formalitzarà mitjançant acta signada per les parts.

### **9.1 Control de Qualitat**

El contractista haurà d'aplicar un pla de control de qualitat durant tota l'execució del servei, incloent inspeccions de muntatge, verificacions dimensionals, comprovacions de compatibilitat amb el material rodant i validacions documentals. Qualsevol no conformitat detectada haurà de ser registrada i corregida abans de l'acceptació provisional.

### **9.2 Garantia i responsabilitat**

Atesa la naturalesa de les actuacions (modificació estructural i funcional del tren), el contractista haurà de garantir la conformitat dels treballs amb les especificacions tècniques i normatives aplicables, i assumir la responsabilitat de la seva correcta execució fins a l'acceptació definitiva per part del fabricant i TMB.



## **10. Planificació**

El termini d'execució, així com l'ordre d'intervenció sobre cada tren, s'acordarà amb FMB en coordinació amb Alstom i es podrà adaptar en funció de la disponibilitat operativa del material rodant.

## **11. Obligacions de l'Adjudicatari**

És responsabilitat del Adjudicatari, la realització de la totalitat de les tasques objecte d'aquesta licitació aportant els mitjans tècnics i humans necessaris.

L'empresa adjudicatària haurà d'acreditar experiència específica en integració de sistemes en material rodant ferroviari, així com capacitat tècnica per al desenvolupament de dissenys mecànics, càlculs estructurals i validacions de seguretat. El personal assignat haurà d'incloure, com a mínim:

- Un (1) Director de Projecte.
- Un (1) enginyer/a mecànic/a amb experiència en disseny i integració per al sector ferroviari.
- Un (1) enginyer/a especialista en electrònica i sistemes embarcats.
- Un (1) tècnic/a amb experiència en instal·lacions embarcades en trens.

A part de la realització de les tasques necessàries descrites en els punts anteriors també són obligacions de l'Adjudicatari:

- Formació i capacitat del personal assignat a la realització d'aquestes tasques.
- Garantir els requisits de seguretat i salut per al personal assignat a la present licitació. És necessari que el personal que realitzi les activitats disposi dels coneixements necessaris i experiència en la instal·lació dels equips especificats en l'àmbit de material mòbil i infraestructures, així com coneixement de tota la normativa referent en l'àmbit de Prevenció de Riscos Laborals, i procedimental general i específiques de Ferrocarril Metropolità de Barcelona.
- Evitar, en la realització d'aquestes tasques, qualsevol impacte sobre el medi ambient.

## **12. Obligacions de FMB**

Ferrocarril Metropolità de Barcelona realitzarà les activitats operacionals següents relacionades amb el servei:

- Programació de les peticions de treballs.



- Informació a l'adjudicatari en cas de necessitats de canvis a la programació.

Avís de les incidències i la seva comunicació a l'equip de manteniment de l'adjudicatari.

### **13. Comunicacions entre les parts**

L'Adjudicatari facilitarà els noms, els telèfons i els correus electrònics de:

- Gestor del Contracte: és el responsable de la realització de les tasques del contracte i l'interlocutor en temes administratius.
- Supervisor Coordinador del Contracte: és el responsable del seguiment i supervisió de les activitats descrites al contracte de manteniment.

Per la seva banda, FMB facilitarà a l'Adjudicatari una llista d'interlocutors i les seves dades de contacte (telèfon i/o correu electrònic).

### **14. Variants**

No s'admeten variants.

### **15. Aspectes / Criteris Mediambientals**

Tots els materials utilitzats hauran de complir amb la normativa ambiental vigent. Es prioritzaran solucions amb menor impacte ambiental, ús d'estructures reutilitzables i sistemes que afavoreixin la reducció de residus i el consum eficient de recursos. El contractista haurà d'assegurar la correcta gestió dels residus generats durant la instal·lació, i lliurar la documentació corresponent de traçabilitat i reciclatge.

D'altra banda, en l'execució d'aquest projecte caldrà tenir en compte els següents aspectes mediambientals (d'obligatori compliment):

- Embalatges. Els embalatges no primaris dels productes (embalatge addicional al del propi material per a la distribució final del producte) estaran fabricats al 100% a partir de materials reciclats.
- Contracte de Garantia i Servei. S'oferiran com a mínim tres (3) anys de garantia comptats a partir de l'entrega del producte. La garantia haurà de cobrir la reparació o substitució, i inclourà un acord de servei amb l'opció de recollida i devolució o de reparació "in-situ".
- Substàncies perilloses. Els aparells electrònics subministrats no tindran contingut en substàncies classificades com a carcinògenes, perjudicials pel sistema reproductiu,



mutagèniques, tòxiques, al·lèrgèniques, o perilloses pel medi ambient. Normativa REACH com a referència.

El maquinari ofertat haurà de complir amb els requeriments de restricció de substàncies perilloses d'acord amb la Directiva RoHS 2011/65/EU i modificacions posteriors (RoHS compliance), amb els requeriments de la Directiva 2012/19/UE sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) així com amb la resta de normatives de la UE en matèria de Medi Ambient.

- Impressió d'Informes/Documents de treball i/o Documents Finals. En cas que sigui necessària la impressió de qualsevol document de treball, s'haurà de:
  - Acordar amb TMB la impressió o no del mateix. I prioritzar.
  - Reduir el màxim possible el número d'impressions, ajustant-les a les necessitats.
  - Utilitzar paper 100% reciclat (excepte per plànols no imprimibles en DIN A4 o DIN A3).
  - Imprimir els documents a doble cara i en blanc i negre (el color només s'utilitzarà en casos en els que no es pugui interpretar en blanc i negre).
- Vessament i abocament de líquid. S'hauran de prendre les mesures que calgui durant la realització del servei per què en cap cas hi hagi cap tipus d'abocament o vessament de líquid directe al medi ambient. Alhora si el servei implica l'ús i/o manipulació de productes líquids perillosos s'haurà de disposar de mitjans de contenció i absorció davant de possibles vessaments.
- Residus
  - Productor de residu. A tots els efectes, el contractista actuarà com a productor del residu generat derivat de l'activitat objecte d'aquest contracte, donant compliment als requeriments legals d'aplicació derivats de la legislació ambiental aplicable, especialment la Llei 7/2022 de residus i sòls contaminats per a una economia circular, el Decret Legislatiu 1/2009 pel qual s'aprova el Text refós de la Llei reguladora dels residus, el Reial Decret 553/2020 pel que es regula el trasllat de residus a l'interior del territori de l'Estat i el Decret 152/2017 sobre la classificació, la codificació i les vies de gestió dels residus a Catalunya, i altres normes concordants. El contractista es fa càrrec dels residus i en cap cas els podrà deixar en dependències de TMB.
  - Codificació, separació i classificació de residus. El contractista haurà de caracteritzar, codificar, separar i classificar els residus que produeixi o posseeixi de conformitat amb les determinacions del Catàleg de residus de Catalunya (CRC).
  - Emmagatzematge de residus. El contractista haurà de realitzar l'emmagatzematge de residus abans de la seva cessió a transportista autoritzat, en condicions adequades d'higiene i salut, i sempre utilitzant



envasos adequats i en zones d'emmagatzematge acords amb la legislació. El període d'emmagatzematge mai podrà superar els 6 mesos per als residus peril·losos (a excepció de disposar d'una autorització especial per a superar aquest temps) o en el cas dels residus no peril·losos aquest període serà inferior a 2 anys en cas que es destinin a valorització, i un any quan es destinin a eliminació.

- Etiquetatge de residus. El contractista haurà d'etiquetar els residus abans de la seva cessió a transportista autoritzat de manera clara i visible, llegible i indeleble, seguint la normativa d'aplicació i, en el cas dels residus peril·losos, haurà d'identificar la natura dels riscos mitjançant els pictogrames d'aplicació segons les normatives vigents.
- Documentació de gestió de residus. El contractista haurà de formalitzar la documentació de control de la gestió de residus (notificacions prèvies, contractes particulars, fitxes d'acceptació, fitxes de destinació, fulls de seguiment).
- Transport de residus. El contractista haurà d'utilitzar per al transport dels residus empreses transportistes autoritzades. En cap cas realitzarà cap trasllat del residu amb un transportista no autoritzat. Els residus generats a les instal·lacions de TMB hauran de ser transportats directament a gestor autoritzat mitjançant un transportista autoritzat.
- Gestió de residus. El contractista haurà de gestionar el residu mitjançant un gestor autoritzat, i sempre mitjançant una via de gestió autoritzada, pels residus que es produeixen o gestionen a Catalunya.
- Registre propi de residus. El contractista haurà de portar al dia un registre propi de residus (arxiu cronològic) amb la informació de les retirades de residus efectuades i, on haurà de constar, com a mínim, les dades especificades per la normativa vigent.
- Procediments de gestió de residus. El contractista haurà de disposar de procediments i pautes de treball per a la correcta gestió del residu a les seves instal·lacions i el personal que hi treballa n'haurà de ser coneixedor.
- Inspecció aleatòria. El contractista haurà d'accedir a que TMB pugui en tot moment inspeccionar i vigilar de manera mostral i aleatòria els seus treballs com a adjudicatari del contracte, així com el compliment de les seves obligacions. Restarà obligat a facilitar tota la col·laboració necessària per a la realització d'aquestes tasques d'inspecció (facilitarà documentació, donarà lliure accés a les instal·lacions, etc.).
- Subcontractacions. En el cas que el contractista subcontracti part de la seva activitat a un tercer que inclogui la generació de residus, és responsabilitat del contractista principal indicar en el contracte qui actuarà com a productor del residu generat (contractista o subcontractista). En cas de no indicar-hi res, el



contractista principal assumirà aquesta funció així com les responsabilitats que se'n deriven.