

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

Contracte relatiu a

Subministrament d'un sistema de telemonitoratge de punts singulars
de la Xarxa de Metro operada per TMB

Expedient número: **16031164**

Procediment obert

Plec aprovat segons data d'Acta d'Aprovació de l'Òrgan de Contractació

Realitzat en data 15 de novembre de 2023



**Transports
Metropolitans
de Barcelona**



PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

ÍNDIX

1. Objecte	3
2. Abast	3
3. Hardware	3
4. Software	4
5. Posicionament en túnel	5
6. Manteniment i calibratge	6
7. Requisits de l'empresa adjudicatària	6
8. Data del subministrament	7
9. Penalitats	7
10. Variants	7
Annex. Amidaments	8

1. Objecte

Disposar d'un sistema de telemonitoratge de via basat en vibracions per a punts singulars de la Xarxa del Metro de Barcelona operada per TMB.

2. Abast

L'encàrrec contempla el subministrament de 8 equips enlestits per funcionar, destinats a la captació, adquisició i procés de dades de vibracions mecàniques en túnel, amb establiment de comunicacions amb un servidor en un núvol que les processi i emmagatzemi els resultats.

Tot plegat inclou hardware, firmware (si procedeix), software, establiment de comunicacions i emmagatzematge en núvol; posada en servei i tasques de manteniment i calibratge.

3. Hardware

Es contempla la fabricació de 8 equips de túnel compostos per:

- 8 acceleròmetres triaxials (1 per equip) per muntar en paret de túnel.
Prestacions mínimes:
 - o Sensibilitat: 100 mV/g (10,2 m/s²)
 - o Rang de freqüències 0,5 – 5000 Hz
 - o Rang de mesurament: ± 490 m/s²

Col·locació aproximada a 1,20 m sobre nivell de carril, basada parcialment en la norma ISO 10815.

- 8 equips emissors, les funcions del quals són:
 - o Adquisició de dades.
 - o Primer processat i emmagatzematge, si cal.
 - o Emissió cap a un núvol que centralitza i processa les dades.

Els emissors estaran telecomandats, han de comptar amb un accés remot que permeti ajustar paràmetres i efectuar tasques d'actualització i manteniment del software. Cal tenir present que la seva ubicació en zona de vies dificulta les intervencions in situ.

Els conjunts seran mòbils. Tot i que es tracta de punts de control fixos, la millor gestió i manteniment d'aquest sistema de monitorat comporta que aquests siguin:

- Lleugers, per dur-los fàcilment al punt de control, anant a peu.
- Fàcilment instal·lables per qualsevol persona, prèvia lectura de les instruccions corresponents.
- Intercanviables entre sí, en cas necessari. Això permet disposar d'un únic equip de reserva en cas d'avaria.



A priori, s'han previst les següents ubicacions:

L1	PK 116+640
L2	PK 114+950
L2	PK 106+840
L3	PK 106+520
L4	PK 105+310
L4	PK 113+580
L5	PK 113+100
L5	PK 113+180

Les quals podrien variar en cas que apareguessin noves necessitats o prioritats per cobrir, amb posterioritat a la redacció d'aquest document.

A tota la xarxa, és possible disposat AC monofàsica 230 V, però cal vigilar que la seva connexió es faci a una línia BT que es trobi permanentment en tensió. Els equips i acceleròmetres instal·lats respectaran el gàlib dels trens i disposaran d'un índex de protecció adequat a les condicions d'humitat del túnel.

Les comunicacions 3G/4G estan disponibles a tota la xarxa, llevat de L9N/L10N. Tanmateix, caldrà comprovar el seu grau de cobertura. En cas que les comunicacions no fossin prou bones, s'hauran d'estudiar alternatives. Per a L9N/L10N, caldrà estudiar la solució específica més adient.

Així mateix, s'haurà de preveure i de contractar espai en un núvol que centralitzi les dades de tot arreu i les acabi de processar. Les arxiva, deixant-les preparades i presentant-les de forma adient per a la seva utilització per part dels seus destinataris.

4. Software

Ha d'estar contínuament actiu, les 24 h del dia durant els 7 dies de la setmana. A partir del senyal en temps real, només s'enregistraran els passos corresponents a cada tren. Per a cadascun d'ells, s'ajustarà el trigger o disparador de l'enregistrament; el pretrigger o temps a enregistrar previ al disparament. A continuació, s'ajustarà el temps de durada del senyal d'un tren.

El rang de freqüències estarà comprès entre 1 i 80 Hz i la freqüència de mostreig serà adient amb aquest rang.

Es filtrarà el senyal de cada eix fent servir el filtre W_m que defineix la norma ISO 2631

Per a cada eix, s'obtindrà l'acceleració eficaç mòbil ponderada, $a_{w \text{ rms } x}$, $a_{w \text{ rms } y}$, $a_{w \text{ rms } z}$ amb constant de temps de 1 s. L'acceleració global

$a_{w \text{ rms}}$ s'obté per la suma energètica $a_{w \text{ rms}} = \sqrt{a_{w \text{ rms } x}^2 + a_{w \text{ rms } y}^2 + a_{w \text{ rms } z}^2}$

El nivell de vibració resultant, L_{aw} es calcula segons la fórmula $L_{aw} = 20 \log \frac{a_{w \text{ rms}}}{a_0}$, sent $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$.

S'identificarà el tren i la via per on circula, descartant-ne els solapaments.

Es genera la gràfica corresponent al pas de cada tren. Per assignar taules i gràfiques a les línies que encara no disposin d'equipament de la plataforma Digital Train®, s'establirà una connexió amb el RDT des del servidor en núvol. Caldrà veure què es fa a línies automàtiques.

L'objectiu d'aquesta etapa de desenvolupament de monitoratge és el de conèixer millor la llei d'evolució del desgast de la via dels punts a observar al llarg del temps. Caldrà definir què és el que es deixa gravat dels punts de monitorat de la via. A priori, sembla raonable generar una taula diària que reculli els nivells de vibració assolits en paret de túnel al pas de cada tren, distingint la via per on circulen. I a partir d'aquí, generar una taula d'evolució diària que faciliti determinar la llei de desgast de cadascuna de les vies del punt del traçat sota control. Cal valorar la creació d'alertes i d'alarmes amb la perspectiva de desenvolupar, més endavant, estratègies predictives. En aquesta línia, caldrà definir paràmetres característics per calcular i gravar; i l'abast temporal d'aquest fitxer.

Pel que fa les possibles aberracions, el mesurament de vibracions no està exempt d'obtenir-ne registres anòmals, normalment per causes alienes a la circulació de trens, que cal discriminar. Una aparició repetitiva d'aquests registres en un punt de mesura pot evidenciar un malfuncionament del sistema de captació i tractament previ de les dades adquirides.

5. Posicionament en túnel

Ferrocarril Metropolità de Barcelona confirmarà els punts on cal deixar els equips. Una visita conjunta prèvia servirà per permetrà reconèixer i identificar els diferents punts a monitorar. Es verificarà la cobertura GSM i s'acordarà la manera de deixar els equips llestos per mesurar.

El posicionament dels equips anirà a càrrec del proveïdor. L'accés a zona de vies comporta necessàriament l'accés en horari nocturn, fora de l'horari de circulació comercial de trens, previ tall de tensió. Com a regla general, orientativament, l'horari habitual d'accés nocturn és:

- De 01:00 a 04:00 h (03:45 h a L9/L10), de diumenge a dijous.
- Divendres nit i dissabte no es pot treballar.



No es permet l'estada a vies sense la presència d'un Pilot Homologat de Seguretat (PHS) que s'encarregui de cobrir la seguretat ferroviària de les persones que allà hi siguin. El PHS anirà a càrrec del proveïdor i ha de ser una persona amb habilitació i autorització expressa i vigent de TMB per fer-se'n càrrec d'aquesta tasca.

L'accés a zona de vies pot veure's afectat per perllongaments de servei comercial, perllongaments de tensió per a proves o per qualsevol altra activitat incompatible amb la presència de persones en zona de vies. Cal que el proveïdor tingui present que qualsevol afectació per aquesta eventualitat, planificada o fortuïta, no li dona cap dret de reclamació per aquest concepte..

6. Manteniment i calibratge

El subministrament ha d'incloure el manteniment per 2 anys dels equips i del SW, inclosa la disponibilitat d'espai d'emmagatzematge de dades al núvol. A més de les revisions rutinàries i de la resolució d'incidències, aquest manteniment ha d'incloure la verificació metrològica i calibratge del conjunt del sistema, dels equips i dels components; amb periodicitat anual i després de qualsevol intervenció que ho requereixi.

El proveïdor haurà de proporcionar el corresponent certificat de calibratge d'origen per a cada conjunt subministrat i posat en servei.

7. Requisits de l'empresa adjudicatària

El proveïdor haurà de ser una enginyeria especialitzada en sistemes ferroviaris que disposi de recursos propis i de personal en plantilla dedicat a aquest tipus de tasques de l'àmbit vibroacústic i/o del tractament de senyals.

El proveïdor haurà d'acreditar una experiència mínima de tres anys (3) en estudis i treballs de camp de caracterització i avaluació de les prestacions vibroacústiques de sistemes de via muntats i/o en servei; inclòs mesurament, enregistrament de vibracions i/o soroll a peu de via o embarcat en tren.

Durant tota la durada del contracte, al menys un dels components de l'equip professional haurà de disposar d'habilitació vigent com a PHS, estesa per TMB per a la seva Xarxa de Metro Ja que és preceptiu disposar d'un PHS per garantir la seguretat ferroviària durant l'execució de qualsevol treball que calgui fer en zona de vies. L'obtenció i/o la renovació de la condició de PHS serà sense cap càrrec addicional per aquest concepte.



8. Data del subministrament

El termini del subministrament és de quatre mesos després de la formalització de la comanda.

9. Penalitats

En cas de que, per causa de la mala qualitat del material o per no reunir els requisits tècnics exigits al PT es produeixin anomalies, el proveïdor es farà càrrec de les despeses ocasionades així com dels danys i perjudicis que el mal o anormal funcionament provoquin en el servei.

10. Variants

No s'admetran variants.

S'annexa quadre d'amidaments.



Annex. Amidaments

Amidaments						
Subministrament i instal·lació d'un sistema de telemonitoratge de punts singulars de la Xarxa de Metro operada per TMB						
Pos	Concepte	Quantitat prevista	Unitat	Preu unitari	Import	Total
1	Subministrament de 8 acceleròmetres triaxials per instal·lar als sostres o parets laterals del túnel. Amb els seus dispositius d'adquisició de dades i el hardware necessari per processar-les i transmetre-les amb comunicacions 4G a un servidor en un núvol.	8	UN			
2	Treballs de desenvolupament, instal·lació, configuració, proves i validació del programari informàtic. Contempla arquitectura equips locals i servidor web, adquisició de dades, tractament i emmagatzematge, comunicacions visualització i presentació de gràfics i dades resultants. Calibratge inicial del sistema, equips i conjunt, com a instrumentació de mesurament complexa. Integració dins la plataforma Digital Train ©	1	UN			
3	Posicionament dels equips en túnel	8	UN			
4	Manteniment per 2 anys dels equips i del SW. Verificació anual del calibratge del sistema, equips i conjunt. Atenció d'incidències. Disponibilitat d'espai en un servidor en un núvol.	1	UN			