

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 1 de 38

CONTROL DE VERSIONS

Versió	Data	Pàgines revisades	Contingut de la modificació
00	07/01/202		Creació document
01	09/06/202	Tot el document	Ajust normatiu

Preparat: Marc Sanchez Creus	Revisat: Josep Ariño Sarrato	Aprovat: Natàlia Bigas Torrent
Data: 09/06/2025	Data: 09/06/2025	Data: 09/06/2025

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 2 de 38
---	--	--

ÍNDEX

CONTROL DE VERSIONS	1
1 OBJECTE	3
2 ABAST DELS TREBALLS	4
3 DESCRIPCIÓ DEL LLOC DE DESENVOLUPAMENT DELS TREBALLS	5
4 METODOLOGIA DE TREBALL	10
4.1 FASE 0. ACTA DE REPLANTEIG I INICI DELS TREBALLS	12
4.2 FASE 1. ENCAIX TÈCNIC	12
4.3 FASE 2. SUBMINISTRAMENT DE MATERIALS	13
4.4 FASE 3. EXECUCIÓ DELS TREBALLS	13
4.5 FASE 4. PROVES I DEMOSTRACIÓ DEL SISTEMA	14
4.6 FASE 5. REDACCIÓ DEL PLA D'AUTOPROTECCIÓ	15
4.7 FASE 6. FORMACIÓ DEL PERSONAL	15
4.8 FASE 7. LLIURAMENT DEL SISTEMA	16
4.9 LLISTAT D'ENTREGABLES	17
5 SOLUCIÓ ADOPTADA	18
5.1 DESCRIPCIÓ GENERAL	18
5.2 CRITERIS DE DISSENY DEL SISTEMA	18
5.3 ZONES DE PROTECCIÓ	18
5.4 DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA	19
6 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES	28
6.1 GENERALS	28
6.2 OPERACIONALS	28
6.3 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DELS COMPONENTS	29
6.3.1 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES BOMBES	29
6.3.2 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES CANONADES	29
6.3.3 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES VÀLVULES	29
6.3.4 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES BOQUILLES	30
6.3.5 ALTRES ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES	30
6.4 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ	30
6.5 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DETECCIÓ D'INCENDIS	31
7 INTEGRACIONS	32
8 NORMATIVA APLICABLE	34
9 REQUISITS DOCUMENTALS	34
9.1 Fase 0 – Acta de replantejament i inici dels treballs	35
9.2 Fase 1 – Encaix tècnic	35
9.3 Fase 2 – Subministrament de materials	35
9.4 Fase 3 – Execució dels Treballs	35
9.5 Fase 4 – Proves i demostració del sistema	35
9.6 Fase 5 – Pla d'Autoprotecció	36
9.7 Fase 6 – Formació	36
9.8 Fase 7 – Lliurament del sistema	36
10 ESTIMACIÓ D'AMIDAMENTS	37
11 ANEX I: PLÀNOLS DESCRIPTIUS	38

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 3 de 38
---	--	--

1 OBJECTE

L'objecte del present document és descriure la solució a adoptar i detallar els requisits tècnics necessaris per a la implantació d'un sistema de sinterització d'incendis per a autobusos i turismes elèctrics mitjançant la detecció d'incendis amb tecnologia de fibra òptica i l'extinció d'incendis mitjançant una solució d'aigua nebulitzada a alta pressió a la cotxera CON Triangle.

Al mateix temps, es defineix la metodologia de treball que haurà d'executar el contractista adjudicatari del projecte.

La present solució ve motivada per la necessitat de dotar a la cotxera del CON Triangle d'una infraestructura amb capacitat per a:

- prevenir la propagació del foc d'un autobús elèctric (cargues de foc elèctric de fins a 35 MW) en flames als autobusos adjacents
- Minimitzar els efectes del foc sobre l'estructura de cotxera (mantenint la integritat del edifici)
- Permetre un atac al foc efectiu per part del Cos de Bombers.

A tals efectes, TMB ha desenvolupat la present proposta de solució tècnica prenent com a referència bibliogràfica les conclusions del projecte d'investigació amb caràcter europeu, públic i independent SUVEREN_4_Depots (Executat per un grup de treball format per les següents empreses i institucions públiques: *Universitat de Ruperta, Institut Fraunhofer Heinrich Hertz, IFAB Institut de Seguretat contra Incendis Aplicat, STUVA enva., Associació d'Empreses de Transport Alemany (VDV), FOGTEC Brandschutz GmbH*). Aquest projecte ha demostrat, empíricament, l'efectivitat de la norma EN 14972-1:2020 a l'hora de contenir la tipologia d'incendis objecte.

Per tant, es justifica la implantació d'una instal·lació de detecció i extinció d'incendis basada en la norma EN 14972-1:2020 per haver-se demostrat la seva efectivitat real.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 4 de 38
---	--	--

2 ABAST DELS TREBALLS

A continuació, es resumeix l'abast dels treballs contemplats en el context de la implantació del sistema de detecció i extinció d'incendis mitjançant una solució d'aigua nebulitzada a alta pressió al CON Triangle:

- Desenvolupar una anàlisi de risc d'incendi de la infraestructura a protegir, tenint en compte el seu estat actual i el seu estat futur (anys 2030–2035).
- Realitzar l'encaix tècnic de la solució proposada pel contractista adjudicatari de les obres a la infraestructura existent a la cotxera de TMB.
- Realitzar un estudi RAMS on es demostrï el compliment dels requisits definits en el present projecte.
- Subministrar, construir i instal·lar tot el material i equipament necessari per a la posada en marxa del sistema.
- Executar totes les proves necessàries per demostrar i evidenciar que el sistema és 100% operatiu i compleix amb tots els requisits del projecte. Obtenir l'aprovació per part del Cos de Bombers de l'Ajuntament de Barcelona.
- Redactar un Pla d'Autoprotecció específic per a la instal·lació executada i totalment integrat en el Pla d'Autoprotecció integral de la cotxera del Triangle.
- Planificar, coordinar i executar les accions formatives necessàries per garantir que tot el personal de TMB adscrit al sistema, així com les entitats externes (Bombers), siguin totalment capaços d'operar i mantenir la instal·lació.
- Redactar el projecte As-Built de la instal·lació i qualsevol altra documentació necessària per al lliurament del projecte.

En cas que així ho consideri TMB, retirar i lliurar, en condicions adequades per a la seva reutilització, la xarxa actual de ruixadors instal·lada a la zona d'afectació del present projecte.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 5 de 38
---	--	--

3 DESCRIPCIÓ DEL LLOC DE DESENVOLUPAMENT DELS TREBALLS

Els treballs es desenvoluparan íntegrament dins de les instal·lacions de les Cotxeres de TMB Triangle Ferroviari (CON Triangle), situades al carrer Jaume Brossa, s/n, Districte de Sant Andreu, Codi Postal 08020, ciutat de Barcelona.

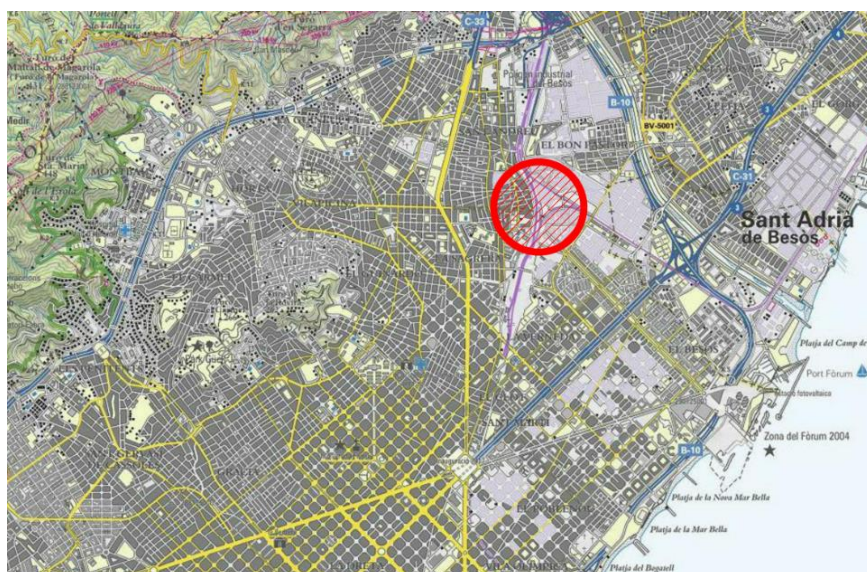


Figura 1. Situació geogràfica CON Triangle



Figura 2. Foto aèria localització Cotxera

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 6 de 38

El CON Triangle es una cotxera d'ús mixt:

- Planta subterrània -1, destinada a l'operació i manteniment d'unitats de material rodant de l'empresa FMB (Ferrocarrils Metropolitans de Barcelona).
- Planta baixa, destinada a l'operació i manteniment d'unitats d'autobusos de l'empresa TB (Transports de Barcelona).

L'abast del present projecte afecta les instal·lacions de TB a la planta baixa, així com a la planta -1 de l'edifici administratiu (àrea d'estacionament de turismes).

A la següent imatge es pot observar la distribució de les diferents zones:



Figura 3. Distribució de zones a la cotxera

Tal com s'observa a la imatge, l'accés i sortida dels autobusos es realitza per l'est, cap al carrer Joan Brossa. Hi ha carrils independents d'accés i de sortida, supervisats per una caseta de control.

A la zona sud de la cotxera es troba la depuradora i els dipòsits d'emmagatzematge d'aigua i combustibles. Al costat d'aquesta zona hi ha una rampa d'accés al nivell inferior (instal·lacions de FMB) i una zona d'estacionament d'autobusos.

A la zona nord de la cotxera es troba l'edifici administratiu del Triangle. Aquest edifici acull tot el personal administratiu i tècnic, així com el Centre de Control de Bus (CCB). Es tracta d'un edifici de tres plantes i un soterrani (estacionament de vehicles particulars). L'accés de vianants a la cotxera es realitza des d'aquest edifici.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 7 de 38

Al centre de la cotxera es troben les actuals àrees de repostatge i rentat d'autobusos, un edifici tècnic que acull magatzems, locals tècnics i vestidors, i un edifici de taller.

Finalment, a l'oest de la cotxera es troba la zona d'estacionament coberta, on es concentra el major nombre de places d'estacionament de la cotxera.

El CON Triangle gestiona actualment les següents tecnologies de propulsió d'autobusos:

- Autobusos de combustió (motor dièsel)
- Autobusos elèctrics de càrrega d'oportunitat
- Autobusos elèctrics de càrrega nocturna

TB està immersa en un programa de renovació de la flota d'autobusos, orientat a la substitució completa (100%) de l'actual flota d'autobusos amb propulsió dièsel. Per tant, en una data determinada, el CON Triangle gestionarà una flota d'autobusos 100% elèctrica.

En la fase final de renovació de flota, el CON Triangle preveu allotjar a la zona d'estacionament coberta una flota total de 176 autobusos, estructurada segons les següents tipologies de vehicles:

- 25 autobusos articulats elèctrics de càrrega d'oportunitat (bateria de 100 - 200 kWh)
- 89 autobusos estàndard elèctrics de càrrega nocturna (bateria de 400 - 500 kWh)
- 62 autobusos articulats elèctrics de càrrega nocturna (bateria de 500 - 600 kWh)

El servei de recàrrega elèctrica es durà a terme mitjançant una infraestructura de punts de recàrrega elèctrica amb una potència total disponible estimada de 33.200 kVA (33,2 MVA).

A la imatge següent es pot veure la previsió de distribució de places d'estacionament a la zona coberta:



Transports
Metropolitans
de Barcelona

Projectes d'Instal·lacions
Servei d'Infraestructures Bus

MEMORIA TÉCNICA

SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE

Versió: 01

NT-A020-005

Pàgina 8 de 38

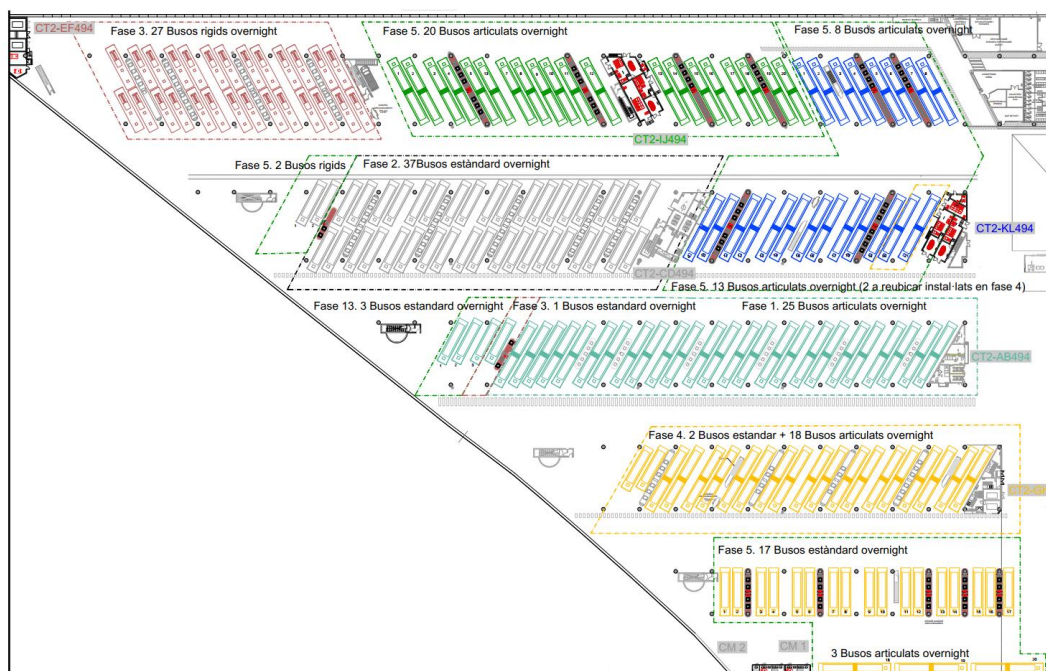


Figura 4. Distribució i identificació de places d'estacionament en zona coberta

A la següent imatge es pot veure la previsió de distribució de places d'estacionament en la zona de turismes de l'edifici administratiu:

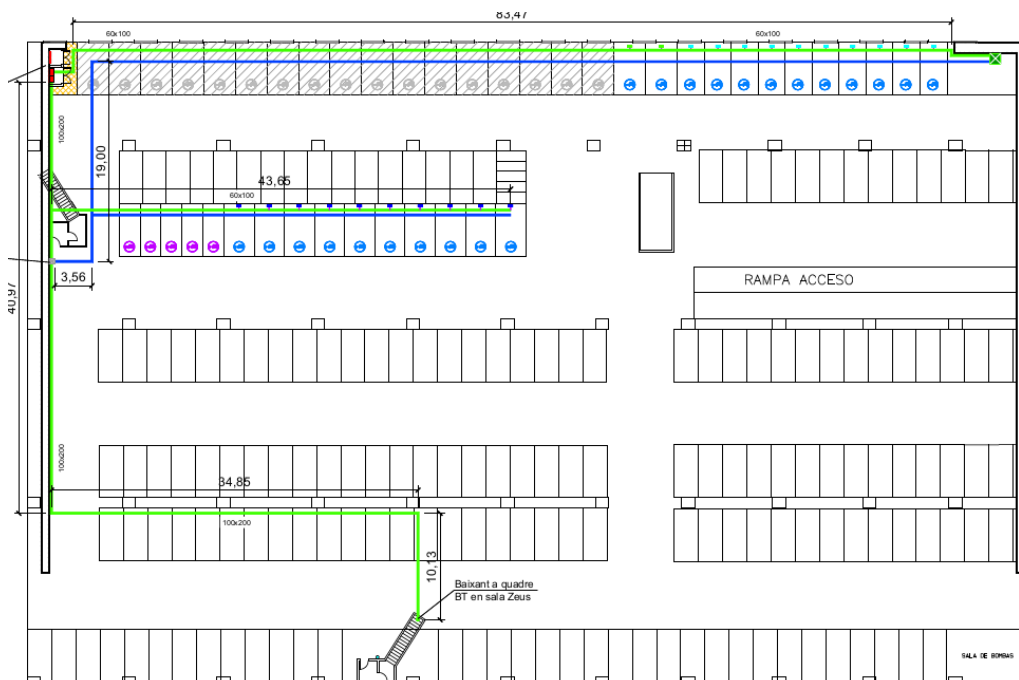


Figura 5. Distribució de places de recàrrega elèctrica a l'estacionament de turismes

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 9 de 38

Existeix interconnexió entre ambdues zones mitjançant una escala situada al costat de la sala tècnica anomenada “Zeus”.

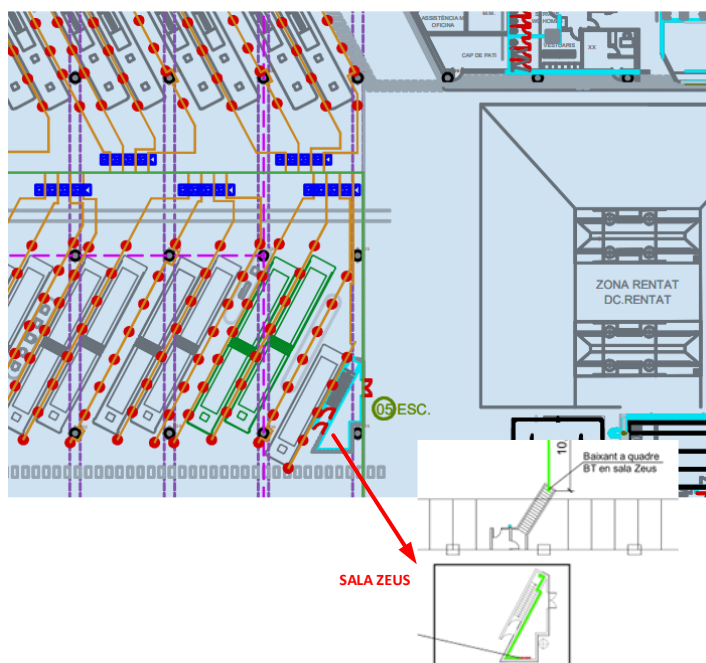


Figura 6. Localització del baixant junt a sala tècnica ZEUS

A nivell de sistemes i instal·lacions, cal destacar els següents elements:

- Xarxa de punts de recàrrega distribuïts al llarg de tota la zona d'estacionament coberta (PdR de 50 kW i 150 kW), alimentats mitjançant circuits de cablejat elèctric o blindobarres (segons el cas) des de centres de transformació de 2500 kVA (6 CT redundants construïts a l'estacionament cobert). Instal·lació en evolució constant.
- Xarxa de punts de recàrrega (44 unitats monofàsiques i trifàsiques de 7,4 kW) distribuïts a l'àrea d'estacionament de turismes al nivell subterrani de l'edifici administratiu. Instal·lació en evolució constant.
- Anell de Mitja Tensió (30 kV) que alimenta els diferents centres de transformació de 2500 kVA, amb el cablejat instal·lat dins de l'estacionament cobert. Instal·lació en evolució constant.
- Instal·lació de detecció d'incendis adaptada als requisits de cada espai (sistemes d'aspiració, barreres, detectors, etc.).
- Instal·lació d'extinció d'incendis tradicional (BIEs i ruixadors), així com especifica per a PdR i locals tècnics.
- Instal·lació d'evacuació de fums basat en la creació de dipòsits de fums i la seva posterior extracció (actualment en fase d'execució).
- Sistema SCADA responsable de la supervisió, comandament i control de totes les instal·lacions electromecàniques de la cotxera (Wonderware).

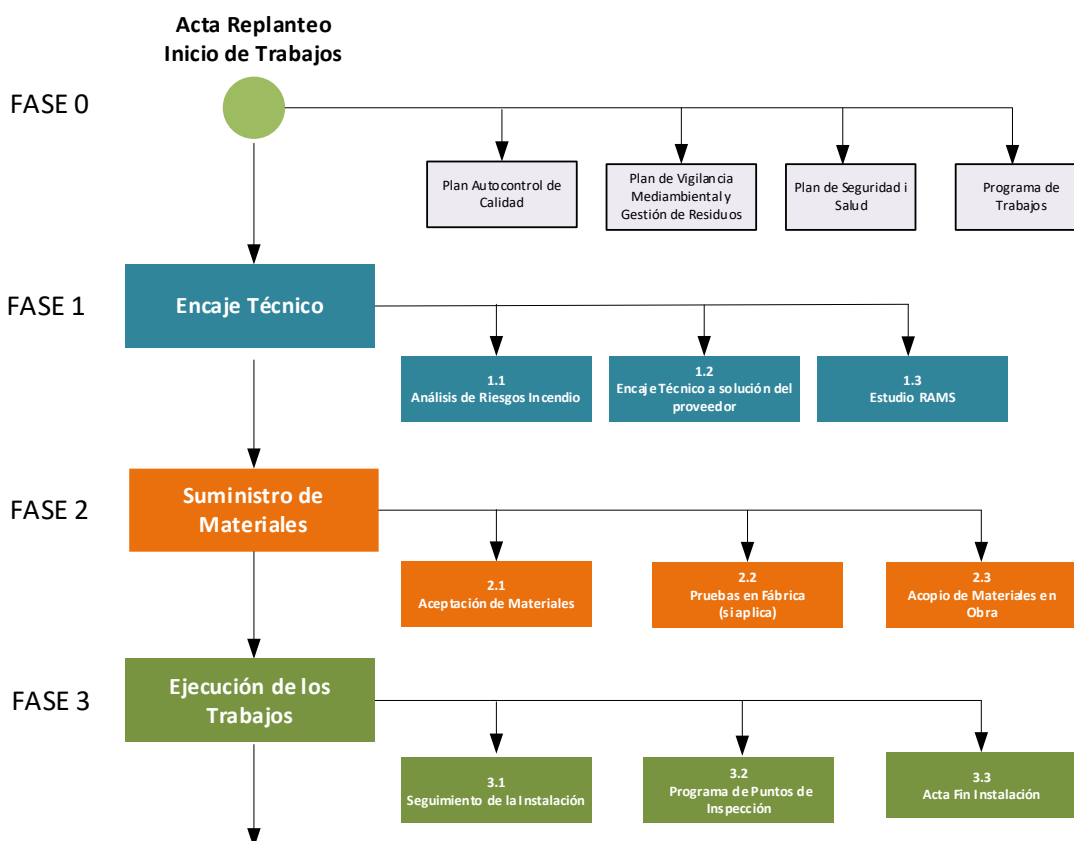
 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 10 de 38

4 METODOLOGIA DE TREBALL

L'execució del projecte es realitzarà complint fidelment amb la següent metodologia de treball, que s'estructura en les següents 8 fases:

- FASE 0. Acta de Replanteig i Inicío de Treballs
- FASE 1. Encaix Tècnic
- FASE 2. Subministrament de Materials
- FASE 3. Execució dels Treballs
- FASE 4. Proves i Demostració del Sistema
- FASE 5. Redacció del Pla d'Autoprotecció
- FASE 6. Formació del Personal
- FASE 7. Lliurament del Sistema

A continuació, es descriu l'abast de cadascuna de les fases:



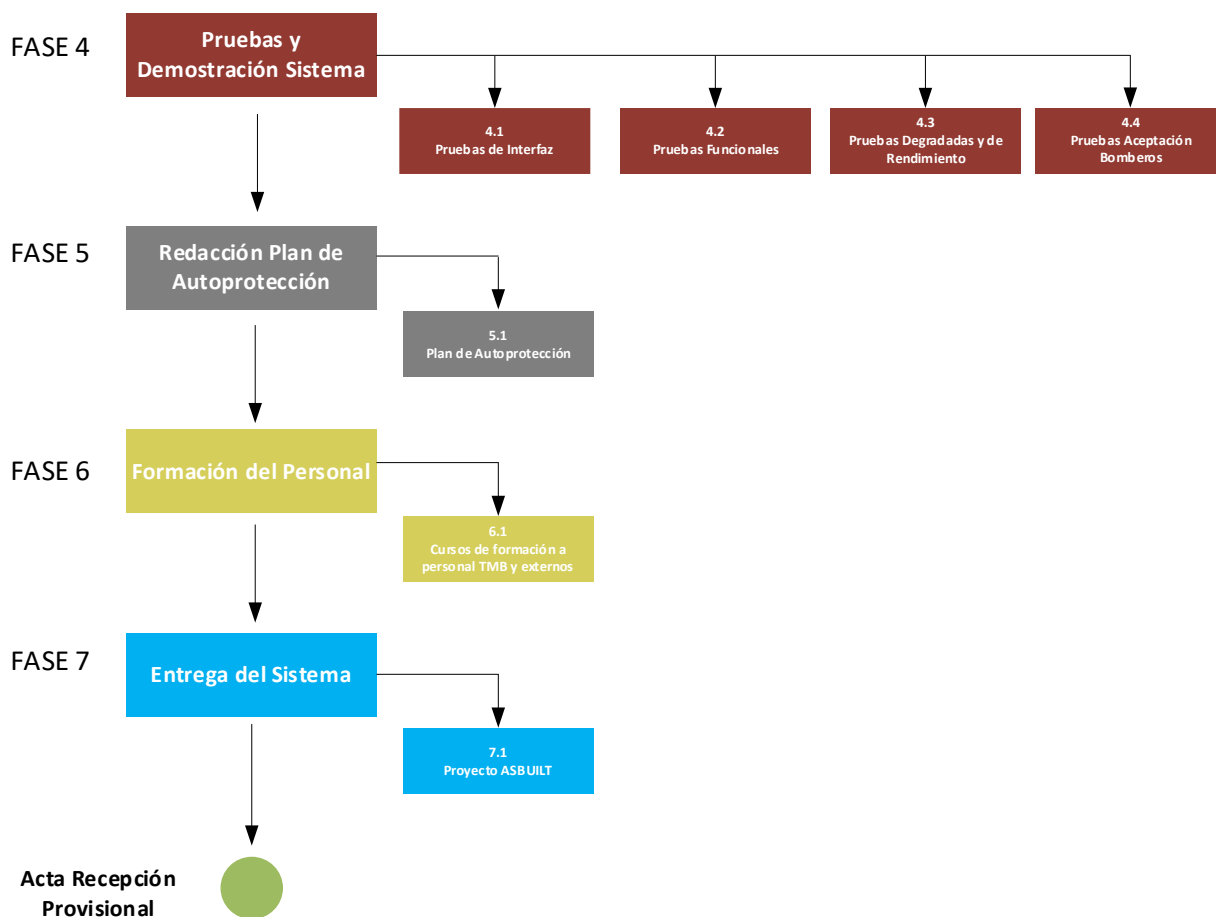


Figura 7. Diagrama de Flux Metodologia de Treball

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 12 de 38
---	--	---

4.1 FASE 0. ACTA DE REPLANTEIG I INICI DELS TREBALLS

L'acta de replanteig i inici dels treballs estableix el punt de partida de les actuacions. Durant aquesta fase, caldrà dur a terme les activitats següents:

- Aprovació, per part de la Direcció d'Obra, del Pla d'Autocontrol de Qualitat presentat pel contractista adjudicatari de les obres.
- Aprovació, per part de la Direcció d'Obra, del Pla de Vigilància Mediambiental i Gestió de Residus presentat pel contractista adjudicatari de les obres.
- Aprovació, per part del Coordinador de Seguretat i Salut, del Pla de Seguretat i Salut presentat pel contractista adjudicatari de les obres.
- Aprovació, per part de la Direcció d'Obra, del Programa de Treballs presentat pel contractista adjudicatari de les obres.

Un cop tots aquests documents hagin estat aprovats, la Direcció d'Obra convocarà l'acte de replanteig dels llocs de treball i l'inici del projecte.

4.2 FASE 1. ENCAIX TÈCNIC

Durant aquesta fase, el contractista adjudicatari de les obres procedirà a desenvolupar l'encaix tècnic necessari per a l'execució de la instal·lació d'acord amb la solució tècnica proposada. Per a això, caldrà:

- Realitzar els replantejaments físics a l'obra i documentals necessaris per obtenir la informació requerida per al correcte dimensionament i execució de l'obra.
- Fer un anàlisi de risc d'incendi de la zona objecte del projecte segons la norma UNE/ISO 31000:2018 Gestió de Riscos. Directrius.
- Desenvolupar els càlculs i dissenys necessaris per a l'execució correcta dels treballs, tenint en compte les conclusions de l'anàlisi de risc i les característiques dels materials a subministrar.
- Elaborar un estudi RAMS de la solució tècnica final que demostrï el compliment dels requisits RAMS típics per a una instal·lació d'aquestes característiques (EN 14972-1), seguint la metodologia de treball CENELEC.

Tota la documentació tècnica generada pel contractista serà revisada i aprovada per la Direcció d'Obra.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 13 de 38
---	--	---

4.3 FASE 2. SUBMINISTRAMENT DE MATERIALS

Abans del subministrament de materials, el contractista adjudicatari de les obres haurà de presentar un formulari de proposta d'acceptació de materials a la Direcció d'Obra per a la seva aprovació. El formulari serà facilitat per la pròpia Direcció d'Obra.

L'aprovació del formulari és condició indispensable per a acceptar el material i traslladar-lo al lloc de treball.

S'ha d'acreditar mitjançant certificat de conformitat expedit per entitat avaluadora independent que l'equipament i material que es subministrarà compleix amb les normatives i certificacions exigides al present plec, especialment l'associada a la norma EN 14972-1:2020.

No tot el material estarà subjecte a acceptació formal. El llistat definitiu dels materials que requeriran acceptació prèvia serà establert per la Direcció d'Obra. No obstant això, de forma enunciativa però no limitativa, es considera material subjecte a acceptació:

- Qualsevol tipus de bomba utilitzada al projecte
- Qualsevol tipus de canonada
- Qualsevol tipus de vàlvula
- Qualsevol tipus de filtre
- Qualsevol tipus de ruixador
- Materials associats al comandament i control de la instal·lació
- Sistema de detecció d'incendis
- Quadres elèctrics de baixa tensió
- Suports i ancoratges

En el Pla d'Autocontrol de Qualitat definirà si cal realitzar proves d'acceptació en fàbrica (Factory Acceptance Test, FAT) per a qualsevol dels materials contemplats. En aquest cas, el contractista serà responsable total de l'organització de les proves, així com la logística i el costos associats a l'assistència del personal de la Direcció d'Obra i de TMB.

Tot el material acceptat que s'acumuli al lloc dels treballs serà inspeccionat per la Direcció d'Obra.

4.4 FASE 3. EXECUCIÓ DELS TREBALLS

El contractista executarà els treballs de construcció i instal·lació del sistema d'acord amb la documentació tècnica aprovada.

No s'acceptarà cap modificació constructiva no recollida a la documentació tècnica sense autorització prèvia per escrit de la Direcció d'Obra.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 14 de 38
---	--	---

La Direcció d'Obra farà un seguiment setmanal dels treballs, verificant-ne la correcta execució en aspectes com:

- Planificació
- Amidaments
- Geometria
- Mètodes Constructius
- Qualitat (seguint el Programa de punts d'Inspecció – PPI)
- Seguretat i Salut
- Medi Ambient i control de residus

S'establirà una visita d'obra setmanal.

El contractista haurà de presentar el PPI definitiu per a revisió i aprovació. La Direcció d'Obra i TMB podran assistir a l'execució d'aquests punts si ho consideren necessaris.

També haurà de presentar periòdicament una actualització del Programa de Treballs, ajustant-lo a l'avanç real de l'obra.

La coordinació amb altres empreses serà responsabilitat de la Direcció d'Obra. El contractista oferirà el suport tècnic i material necessari.

Un cop totes les unitats d'obra hagin estat executades correctament i no hi hagi no-conformitats actives derivades del PPI, es procedirà a la signatura de l'Acta de Fi d'Instal·lació, que permetrà iniciar la fase de proves i posada en marxa.

4.5 FASE 4. PROVES I DEMOSTRACIÓ DEL SISTEMA

Un cop la Direcció d'Obra hagi signat l'Acta de Fi d'Instal·lació, el contractista estarà en disposició d'executar totes les proves i demostracions necessàries per evidenciar la correcta execució del projecte i el compliment de tots els objectius i requisits definits.

S'inclou l'organització d'una prova demostrativa o simulacre que permeti al Cos de Bombers de l'Ajuntament de Barcelona autoritzar la instal·lació.

Per a això, el contractista desenvoluparà un Pla de Proves, que com a mínim inclourà:

- Estratègia de proves (abast, recursos humans i materials, planificació)
- Llistat de proves
- Protocols de proves
- Formats d'informes de proves

El Pla de Proves haurà d'incloure, com a mínim, les següents tipologies de proves:

- Proves d'interfície entre subsistemes

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 15 de 38
---	--	---

- Proves funcionals del sistema
- Proves degradades, que demostrin el funcionament correcte en cas de fallades i activació de redundàncies.
- Proves de rendiment, que acreditin la capacitat del sistema per operar al nivell esperat
- Proves d'acceptació per part del Cos de Bombers de l'Ajuntament de Barcelona

Aquest pla serà revisat i aprovat per la Direcció d'Obra.

El contractista serà responsable de l'execució de totes les proves, proporcionant el material i equipament necessari. La Direcció d'Obra donarà suport en la coordinació amb TMB.

Totes les proves a realitzar seran supervisades i aprovades per la Direcció d'Obra, amb personal de TMB present com a testimoni quan sigui requerit. El contractista redactarà un informe de prova per a cadascuna.

En cas que durant l'execució de les proves es detectin errors o no conformitats, es recolliran en un Llistat de Punts Pendants. Es designarà un responsable per a la seva resolució i s'establirà una data límit.

Un cop totes les proves s'hagin executat correctament i no quedin punts pendants, la Direcció d'Obra emetrà un Certificat de Proves.

4.6 FASE 5. REDACCIÓ DEL PLA D'AUTOPROTECCIÓ

El contractista adjudicatari serà responsable de redactar un pla d'autoprotecció específic per a la instal·lació executada. Aquest pla serà revisat i aprovat per la Direcció d'Obra i pel personal de TMB assignat.

La redacció es farà en total coordinació amb el/s plan/s d'autoprotecció vigents que TMB tingui a la cotxera del Triangle. Es realitzaran tantes reunions de coordinació com siguin necessàries per a recollir dades, resoldre dubtes i presentar propostes.

Si cal, el pla d'autoprotecció haurà de ser revisat i aprovat per entitats externes a TMB, com ara l'Ajuntament de Barcelona o el Cos de Bombers.

4.7 FASE 6. FORMACIÓ DEL PERSONAL

El contractista adjudicatari serà responsable de dur a terme totes les sessions formatives necessàries per garantir la formació adequada del personal assignat a l'operació i manteniment de la instal·lació, així com d'entitats externes (com Bombers, si escau). Per això, haurà de presentar un Pla de Formació, que inclourà com a mínim:

- Objectiu i estratègia formativa
- Personal, grups i entitats objectes de la formació

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 16 de 38
---	--	---

- Tipologies de formació (teòrica, pràctica, simulacions, etc..)
- Planificació de cursos
- Índex y documentació dels cursos
- Mètode d'avaluació per comprovar l'assoliment dels objectius

El Pla de Formació serà revisat i aprovat per la Direcció d'Obra i TMB.

El contractista serà responsable d'impartir els cursos i de proporcionar tot el material i equipament necessari per a les sessions pràctiques. TMB cedirà les seves aules i l'equipament informàtic de la cotxera de Triangle. En cas que calgui impartir formació fora de les instal·lacions de TMB, els costos logístics de traslladat i mantenició aniran a càrrec del contractista.

4.8FASE 7. LLIURAMENT DEL SISTEMA

Com a punt final del projecte, el contractista adjudicatari durà a terme el lliurament final del sistema, que inclourà les següents activitats:

- Redacció del projecte As-Built, segons els requisits i directius definides per TMB.
- Lliurament dels manuals d'operació i manteniment de la instal·lació (manual DIOM segons la norma EN 14972-1:2020 "*Sistemes fixos de lluita contra incendis. Sistemes d'aigua nebulitzada. Part 1: Disseny, instal·lació, inspecció i manteniment*".)
- Lliurament de la instal·lació totalment provada (amb tots els informes de prova aprovats per la Direcció de Obra)
- Lliurament del Llistat de Punts Pendants completament resolt.

Una cop finalitzades aquestes activitats, la Direcció d'Obra emetrà l'Acta de Recepció Provisional.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 17 de 38

4.9 LLISTAT D'ENTREGABLES

Com a resultat de l'execució d'aquesta metodologia de treball, el contractista adjudicatari serà responsable de la preparació i redacció dels documents següents:

#	FASE	DOC	OBSERVACIONES
1	0 Acta de Replanteo e Inicio de Trabajos	Plan de Autocontrol de Calidad (PAC)	
2		Plan de Vigilancia Medioambiental y Gestión de Residuos	
3		Plan de Seguridad y Salud	
4		Programa de Trabajos	Se actualizará periódicamente según avance real obra
5	1 Encaje Técnico	Análisis de Riesgo de Incendios	
6		Memoria descriptiva, de Cálculos y Anejos técnicos	De acuerdo a solución técnica ofertada
7		Planos con detalles constructivos	De acuerdo a solución técnica ofertada
8		Especificaciones técnicas	De acuerdo a solución técnica ofertada
9		Presupuesto y mediciones	De acuerdo a solución técnica ofertada
10		Estudio RAMS	De acuerdo a solución técnica ofertada
11	2 Suministro de Materiales	Propuesta de aceptación de materiales	1 formulario por material
12		Protocolo de Pruebas FAT	Según se determine en el PAC
13		Reporte de Pruebas FAT	Según se determine en el PAC
14	3 Ejecución de los Trabajos	Programa de Puntos de Inspección (PPI)	
15	4 Pruebas y Demostración del Sistema	Plan de Pruebas	
16		Protocolo de Prueba	
17		Reporte de Prueba	
18	5 Redacción del Plan de Autoprotección	Listado de Puntos Pendientes	
19		Plan de Autoprotección	Delimitado a la zona de actuación e integrado con el existente en la cochera de Triangle
20	6 Formación del Personal	Plan de Formación	
21		Documentación Formativa	Específica de acuerdo a los objetivos de cada curso
22	7 Entrega del Sistema	Proyecto Asbuilt	De acuerdo a requisitos de TMB
23		Manuales de Operación y Mantenimiento	

Figura 8. Llistat d'Entregables

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 18 de 38
---	--	---

5 SOLUCIÓ ADOPTADA

5.1 DESCRIPCIÓ GENERAL

L'objectiu d'aquest sistema és controlar i confinar la generació d'un incendi en un autobús elèctric a un àrea delimitada per vehicle afectat (i els adjacents) dins de la zona d'estacionament i recàrrega de bateries, així como a la zona de circulació.

Per assolir-ho, s'adoptarà una solució basada en un sistema d'extinció d'incendis fix i automàtic d'extinció d'incendis (FFFS - Fixed Fire Fighting System) mitjançant boquilles obertes tipus diluvi, amb activació mitjançant vàlvules de diluvi i ús d'aigua nebulitzada a alta pressió com agent extintor.

S'utilitzarà un sistema de substància única, os es polvoritza aigua pura, sense additius ni barreges de gasos, i amb requisits mínims de qualitat segons la normativa europea per a aigua potable.

Aquest sistema complirà íntegrament amb la norma EN 14972-1:2020, la qual es una solució d'extinció d'incendis acceptada per part del Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RD 513/2017).

5.2 CRITERIS DE DISSENY DEL SISTEMA

El sistema de protecció proposat ha d'ésser dimensionat per a combatre de forma exitosa un incendi a gran escala amb autobusos de classe I, incloent-hi bateries d'ions de liti amb un potencial de HRR (Heat Release Rate) aproximat de 35 MW.

5.3 ZONES DE PROTECCIÓ

S'estableixen les següents zones de protecció:

- Totes les places d'estacionament a la zona d'aparcament subterrani de la planta 0.
- Totes les places d'estacionament de turismes a la planta subterrània de l'edifici administratiu.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 19 de 38

5.4 DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

El sistema de protecció contra incendis es basa en la instal·lació de boquilles de descàrrega obertes, disposades estratègicament entre les places d'estacionament d'autobusos (individuals o concatenades), així com en tots els carrils de circulació adjacents.

En cas d'incendi en una plaça d'estacionament d'autobusos, el sistema actuarà tant sobre l'autobús afectat com sobre els autobusos adjacents. Per fer-ho, serà necessària l'activació d'un total de 4 línies de boquilles. A la imatge següent s'il·lustra aquest escenari:

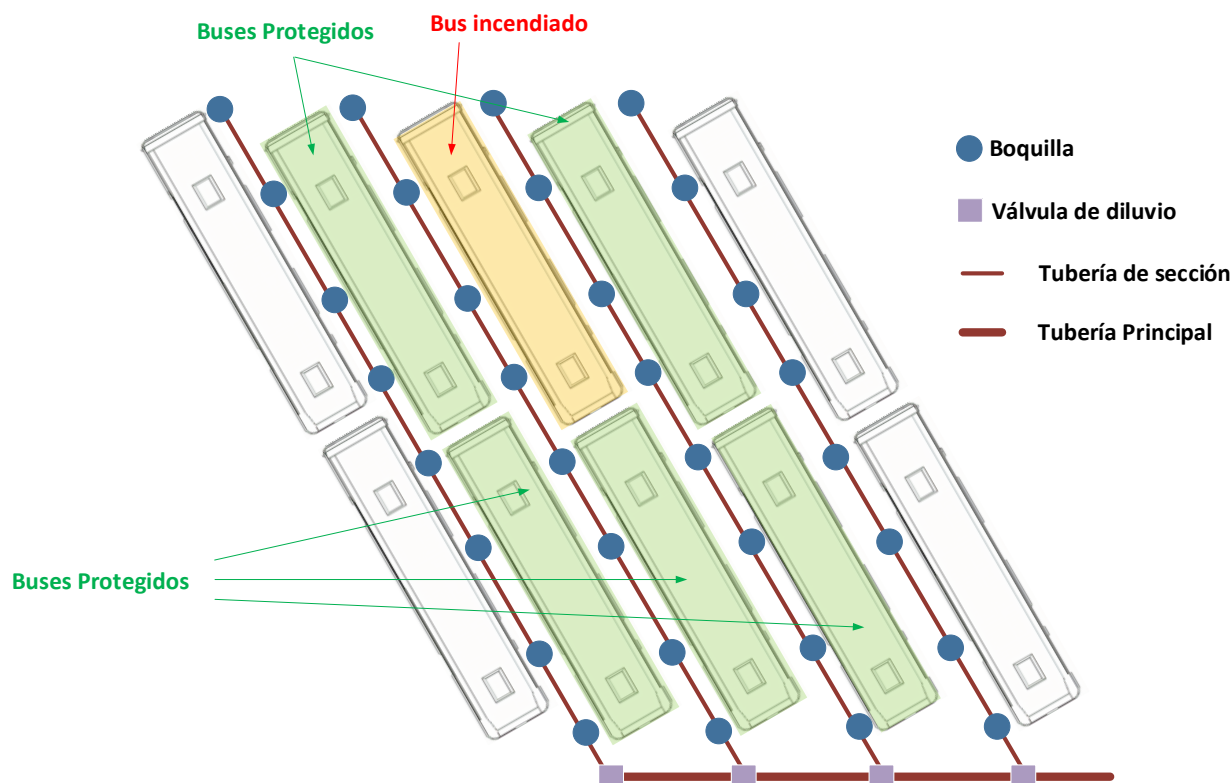


Figura 9. Boquilles activades davant detecció d'incendi en zona d'estacionament – pitjor escenari

En cas d'incendi en una plaça d'estacionament de turismes, el sistema actuarà sobre una zona específica de places, determinada pel posicionament d'aquestes:

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 20 de 38
---	--	---

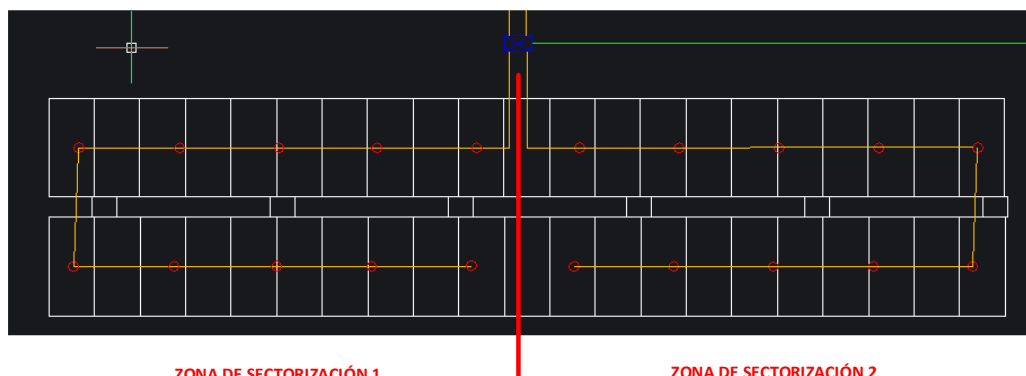


Figura 10. Sectorització i repartiment de boquilles a l'estacionament de turismes.

L'escenari associat als autobusos es considera el més desfavorable, amb major risc i consum de recursos, o per tant s'utilitzarà com a base de dimensionament per al grup de bombament i el dipòsit d'aigua.

S'estableix que el sistema no podrà consumir més de 290.000 litres en l'escenari més desfavorable, considerant un temps màxim d'operació de 120 minuts,

El subministrament d'aigua podrà venir tant de dipòsits propis de TB com d'aportacions externes mitjançant autobombes.

El nombre de boquilles i la longitud de la canonada de derivació serà variable, adaptant-se a les necessitats de cada zona d'estacionament i carril de circulació. No obstant això, com a criteri general:

- La longitud màxima de canonada per tram serà de 30 metres.
- El nombre màxim de boquilles per tram serà de 11.

Totes les línies de boquilles estaran connectades a una canonada principal, la qual proporcionarà el cabdal i la pressió d'aigua necessaris per alimentar, en el pitjor dels casos, un màxim de 4 línies de boquilles.

Cada línia de boquilles estarà separada de la canonada principal mitjançant una vàlvula de diluvi, controlada automàticament des del quadre de control, i amb opció de maniobra manual.

Les vàlvules de diluvi s'agruparan en caixes de 3 a 5 unitats (segons el cas) per facilitar l'operació manual si fos necessari. Es determinarà la posició òptima d'aquestes caixes per no afectar la circulació dels vehicles i permetre l'accés segur en cas d'intervenció manual.

El cabdal i pressió necessaris seran aportats a la canonada principal des d'un grup de bombament, situat a la sala de bombament.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 21 de 38
---	--	---

Per millorar el temps de resposta, la canonada principal serà de tipus humida, mentre que les canonades de derivació seran de tipus seca.

La sala de bombament es situarà en un punt d'accés ràpid i fàcil per part del personal autoritzat davant de qualsevol situació d'incendi. Aquesta sala contindrà els següents elements:

1. Unitat de bombament, formada per:

- Grup de bombament d'alta pressió: compost pel conjunt de bombes d'accionament elèctric necessàries per aportar el cabdal i pressió requerits en el pitjor escenari. Es disposarà d'una configuració redundat 1+1, amb activació automàtica.
- Bomba jockey (manteniment de pressió): bomba elèctrica que garanteix el manteniment de la pressió d'operació a la canonada principal. Es desactiva automàticament quan s'activa el grup de bombament d'alta pressió.
- Bomba de trasllat (transvasament): bomba elèctrica, també en configuració 1+1, encarrega de bombar l'aigua del dipòsit de reserva al grup de bombes d'alta pressió. Opera de manera automàtica.

2. Unitat de filtratge de partícules:

Evita l'entrada de partícules a la xarxa de canonades. El filtre consta de:

- Cistella de filtratge
- Unitat de tamís amb malla d'acer inoxidable
- Control de pressió diferencial amb senyal d'alerta en cas de brutícia excessiva

3. Línia de proves, manteniment i buidatge:

S'instal·larà una configuració de canonades que permeti realitzar proves, tasques de manteniment i buidatge d'aigua de tota la xarxa.

4. Sistema de comandament i control de la instal·lació:

Aquest sistema permet el control integral i l'alimentació elèctrica de tots els components. Inclou:

- Subministrament elèctric dual: dues fonts independents per garantir l'alimentació contínua. Es disposarà d'un quadre de baixa tensió per control i distribuir l'energia.
- Mòdul de control i comandament: format per un dispositiu PLC redundat i d'alta fiabilitat que:
 - Rep totes les senyals de camp (entrades)
 - Emet ordres i alarmes (sortides) segons la lògica programada
 - S'integra amb les bombes, vàlvules, filtres, etc... Així com al sistema de detecció d'incendis i SCADA existents.

- Inclou un mòdul de comandament local per visualitzar l'estat, fallades, alarmes i fer maniobres manuals.

Sala tècnica i infraestructura associada

La sala de bombament estarà ubicada en una sala tècnica de nova construcció o adaptació d'una existent (segons disponibilitat), amb la geometria adequada per allotjar l'equipament necessari.

Aquesta sala es situarà a la zona de la depuradora i els dipòsits en superfície.

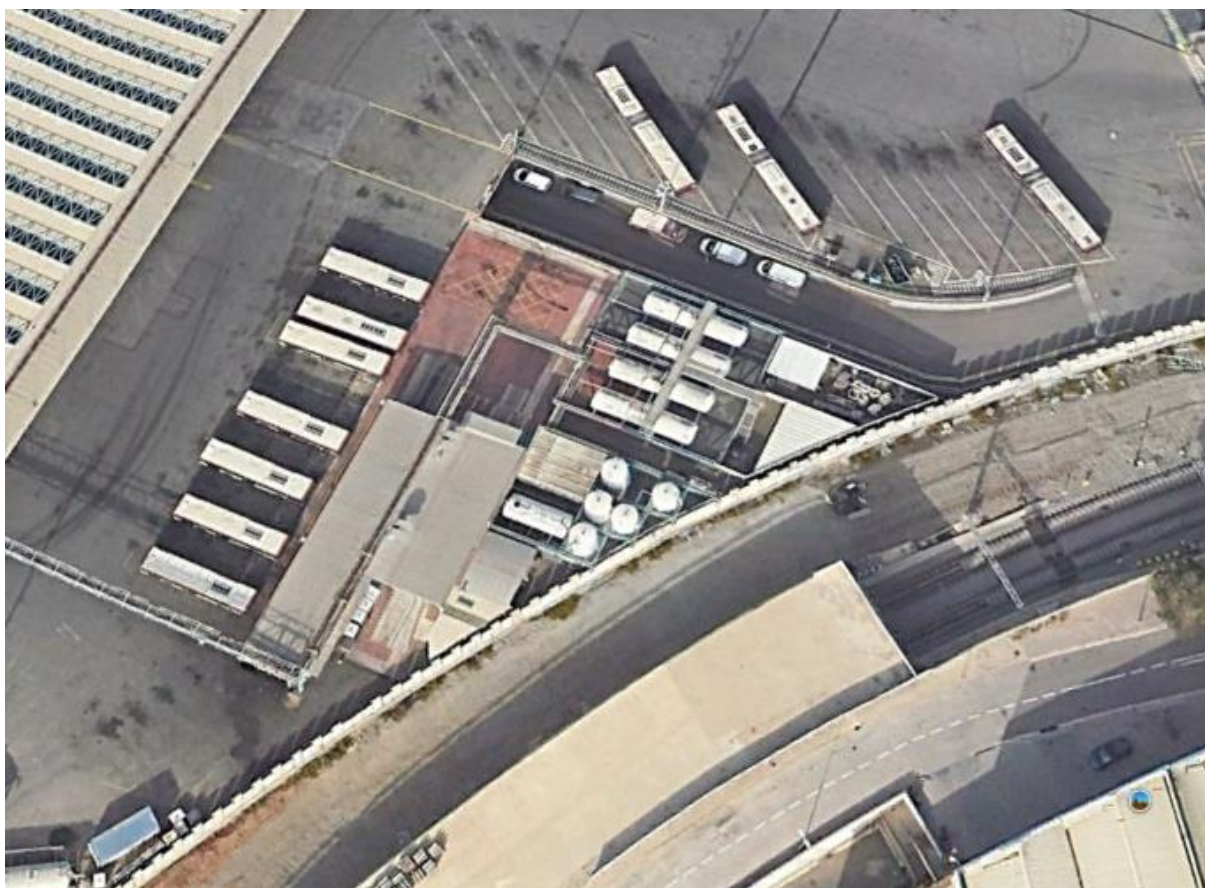


Figura 11. Localització Zona Depuradora i Dipòsits

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 23 de 38
---	--	---

Caldrà tenir en compte:

1. Elements estructurals adequats i integrats a la zona de construcció.
2. Tancaments i acabats arquitectònics propis d'una sala tècnica:
 - Obra Civil
 - Pintura
 - Paviments
 - Portes
3. Xarxa de canalitzacions, passos i reserves per a:
 - Canonades
 - Desguassos
 - Cablejats (elèctrics, comunicacions i control)
4. Sistema de desguàs al sòl dimensionat per recollir l'aigua acumulada a la xarxa
5. Posada a terra de tots els elements metàl·lics, elèctrics i electrònics.
6. Instal·lacions electromecàniques auxiliars pròpies de sala tècnica:
 - Il·luminació
 - Xarxa de presses elèctriques
 - Detecció d'incendis (integrada a la xarxa de la cotxera)
 - Extracció / impulsió d'aire
 - Extintors adequats al nivell de risc
 - Control d'accés (integrat al sistema general de la cotxera)
 - Preses RJ-45 i cablejat IP/MPLS homologat per TMB

Altres requisits:

7. Senyalització associada a autoprotecció i informativa ("Sala Tècnica").
8. Integració al SCADA de TMB de tots els elements auxiliars electromecànics que ho requereixin.

Es construirà un quadre de comandament específic per a la maniobra del sistema per part del Cos de Bombers. Aquest quadre permetrà als Bombers:

- Visualitzar l'estat operatiu de la instal·lació.
- Disposar d'una visió integral de l'estat d'incendi a totes les zones de protecció (amb sinòptics).
- Identificar l'àrea exacta on s'ha originat l'incendi.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 24 de 38
---	--	---

- Maniobrar tot l'equipament relacionat amb l'extinció d'incendis.

Es proporcionarà un panell de control de disseny simple i robust (alta fiabilitat i disponibilitat), que proporciona la interacció necessària emprant indicadors LED, botons i polsadors. Sempre que sigui possible s'evitarà l'ús de dispositius electrònics. S'inclouran tots aquells requisits que el Cos de Bombers sol·licitin, com per exemple la clau d'activació.

A mode il·lustratiu, es presenta la següent imatge, on es mostra un exemple de la concepció del quadre de comandament:



Figura 12. Exemple de concepció del quadre de maniobra per a Bombers.

Ubicació del quadre

S'instal·larà en una àrea allunyada de les zones de protecció, però amb visibilitat directa i fàcil accés des de l'exterior.

Per això, es proposa utilitzar un espai a determinar dins l'edifici tècnic, a la dreta de les línies de rentat d'autobusos (oposat a l'edifici de tallers).

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 25 de 38
---	--	---

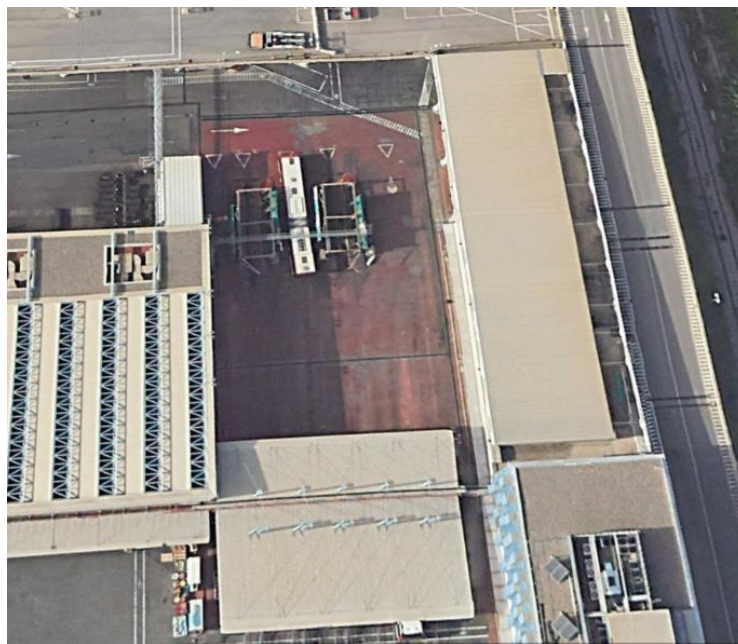


Figura 13. Localització de l'Edifici Tècnic

Subministrament i emmagatzematge d'aigua potable

El subministrament d'aigua potable al sistema es farà des dels dipòsits de reserva d'aigua potable existents a la cotxera.

Per garantir un subministrament màxim de 290.000 litres durant 120 minuts, caldrà preveure les següents fonts:

- Aigua emmagatzemada als dipòsits de reserva (entre 140.000 L i 240.000 L, segons els assignats).
- Aigua aportada contínuament per la xarxa pública d'abastament a cada dipòsit.
- Connexió amb autobomba del Cos de Bombers mitjançant presa siamesa.

Actualment, la cotxera CON Triangle disposa d'un dipòsit d'aigua potable en superfície amb una capacitat de 90.000 litres. Addicionalment, disposa de tres dipòsits d'emmagatzematge de gasoli en superfície amb una capacitat de 50.000 litres cadascun. Durant l'execució del projecte es determinarà, en base a criteris operatius de la pròpia cotxera, el número de dipòsits assignats al servei).

Per tal d'evitar la construcció de nous dipòsits, s'adoptarà la següent solució:

- Ús del dipòsit d'aigua potable existent (90.000 L)
- Reconversió d'un o més dipòsits de dièsel (50.000 L) per a ús com a dipòsits d'aigua potable.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 26 de 38
---	--	---

S'haurà de considerar les següents activitats:

- Treballs de reconversió dels dipòsits de dièsel per aigua potable
- Connexió del sistema als dipòsits (preferiblement per sortida existent)
- Estesa de canonada des dels dipòsits assignats fins a la sala de bombament, considerant les fixacions i suports necessaris, així com els treballs d'obra civil necessaris per la construcció de noves canalitzacions d'obra civil o la adequació / ampliació d'existents.
- Instal·lació de presa siamesa per injecció des d'autobomba externa.
- Instal·lació de sensors de nivell dinàmics per conèixer en temps real la quantitat d'aigua.
- Instal·lació de noves vàlvules de control i caudalímetres per a la monitorització.
- Tot el cablejat necessari per a la integració amb el mòdul de control.
- Tota la electrònica i enginyeria per a la gestió centralitzada.

Sistema de detecció d'incendis

La funció del sistema de detecció és identificar al més aviat possible la generació d'un incendi, així com localitzar exactament el vehicle afectat.

Per fer-ho, s'utilitzarà un sistema de detecció basat en tecnologia LHD (Linear Heat Detection o Detecció Lineal de Calor), especialment dissenyat per a aplicacions de risc especial.

Aquest sistema es compon d'un cable de fibra òptica que actua com a sensor de temperatura lineal, i permet obtenir un perfil de temperatura continu al llarg de diversos milers de metres (mínim 10 km), permetent una detecció ràpida i precisa de qualsevol focus d'incendi.

Zones de detecció d'incendi

Es definiran 5 zones de detecció, amb 5 cables de fibra òptica que sortiran des del quadre de maniobra de Bombers i cobriran de manera independent totes les àrees de protecció:

- Zona 1: Estacionament de turismes
- Zona 2: Línia d'autobusos entre carrers A i B
- Zona 3: Línia d'autobusos entre carrers B i C
- Zona 4: Línia d'autobusos entre carrers C i D
- Zona 5: Línia d'autobusos entre carrers D i F

L'estesa dels cables es farà de forma aèria.

Components del sistema

- 5 unitats d'anàlisi de fibra òptica

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 27 de 38
---	--	---

- 5 mòduls monitor certificats EN 54-17-18
- 5 fonts d'alimentació certificades EN 54-4
- Cable de fibra òptica

El sistema estarà integrat amb el mòdul de comandament i control, i li proporcionarà la informació necessària per activar l'extinció automàtica. Es preveu la instal·lació del cablejat d'interconnexió entre sistemes.

La distribució del cable de detecció a les places d'estacionament seguirà el patró següent:

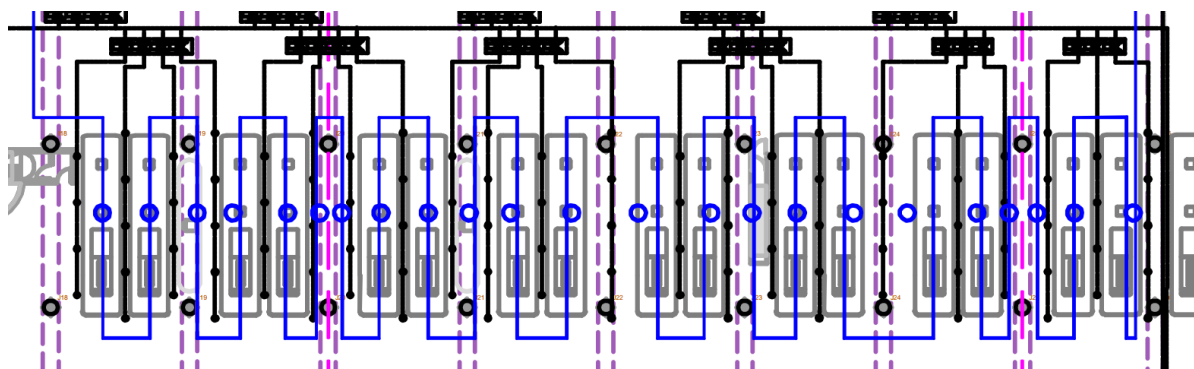


Figura 14. Patró de distribució del cable de detecció d'incendis

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 28 de 38
---	--	---

6 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES

6.1 GENERALS

A continuació es descriuen les especificacions tècniques generals que haurà de complir la solució adoptada:

- La solució tècnica serà totalment independent de qualsevol sistema de detecció i extinció d'incendis ja existent a la zona d'actuació.
- Només es permetrà el ús compartit de dipòsits, sistemes d'acumulació i reserva d'aigua, i instal·lacions de captació, recuperació, filtratge i depuració.
- El sistema utilitzarà aigua nebulitzada a alta pressió certificada segons la norma EN 14972-1.
- L'alimentació elèctrica es farà des de dues fonts independents.
- La xarxa de canonades principals estarà plena d'aigua i pressuritzada per garantir una activació ràpida.
- Les canonades de derivació seran de tipus sec.
- El sistema complirà amb les característiques de la Classe I definides a la norma NFPA 750:2015 (*"Norma sobre Sistemes de Protecció contra Incendis amb Aigua Nebulitzada"*).

6.2 OPERACIONALS

A continuació es detallen les especificacions operatives que haurà de complir la solució adoptada:

- La detecció i extinció d'incendis es realitzarà sempre de manera automàtica i serà notificada a l'operador mitjançant:
 - Avisos visuals
 - Avisos acústics
 - Avisos informàtics (localment i al centre de control)
- La detecció s'haurà de produir tan aviat com sigui possible, i incloure informació detallada sobre la zona afectada.
- L'activació de l'extinció es farà automàticament a la zona de detecció, amb possibilitat de cancel·lació, retard o confirmació manual per part de l'operador (via panell o sistema informàtic).
- El sistema iniciarà un compte enrere abans de l'activació automàtica, que podrà ser gestionat per l'operador.
- El sistema es coordinarà de forma segura amb la infraestructura d'extracció de fums a la zona d'estacionament i recàrrega.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 29 de 38

- A l'aplicació SCADA de TB, es podrà visualitzar en tot moment l'estat del sistema i qualsevol alarma.

6.3 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DELS COMPONENTS

6.3.1 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES BOMBES

Totes les bombes del grup de bombament hauran de ser subministrades pel mateix fabricant. No s'acceptarà la combinació de proveïdors per diferents tipus de bombes.

Cada bomba d'alta pressió funcionarà amb un motor elèctric independent i inclourà una vàlvula de seguretat. La commutació entre bombes (principal i redundant) es realitzarà de forma automàtica.

Es disposarà d'una bomba de reforç (trasllat) en configuració redundant 1+1, per garantir pressió i cabdal adequats. Es disposarà d'una bomba jockey per mantenir la pressió de reserva i monitoritzar possibles fuites.

El dimensionament de totes les bombes (cabdal i potència elèctrica) es farà segons els requeriments operatius del sistema i la pressió requerida a les boquilles.

6.3.2 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES CANONADES

Les canonades i els seus suports es dissenyaran per garantir que s'assoleixi la pressió mínima requerida a cada boquilla. Hauran de suportar un mínim del 150% de la pressió de disseny.

Es far servir canonades d'acer inoxidable, segons la norma EN 10217-7 TC1, amb soldadura longitudinal. La soldadura seguirà la norma DIN EN ISO 1127, amb material 1.4404 (AISI 316 L), conformació en fred, sense incrustacions, tractat tèrmicament i recuit brillant.

Les dimensions i toleràncies es realitzaran segons DIN 2391-1 i certificat WAZ 3.1 segons DIN EN 10204. Totes les abraçadores i accessoris (varilles, tacs metàl·lics, etc.) seran aptes per a sistemes d'extinció d'incendis.

6.3.3 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES VÀLVULES

Les vàlvules de secció s'instal·laran sempre dins de caixes de protecció amb grau de protecció IP54, amb un dimensionament suficient per allotjar com a mínim tres vàlvules per caixa. Aquestes vàlvules estaran formades per una vàlvula de bola de tancament manual i una vàlvula de dues o tres vies, situada aigües avall, operada de manera elèctrica i segons el sentit del flux.

El seu accionament serà electromecànic mitjançant motor elèctric. A més, disposaran d'un dispositiu de tancament manual entre la línia principal i la vàlvula de secció, la qual estarà activada elèctricament per facilitar-ne el desmuntatge en cas de reparació o substitució.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 30 de 38

Totes les vàlvules hauran de complir amb un grau de protecció IP67 i l'alimentació elèctrica es farà mitjançant cablejat amb certificació E90. No s'autoritzarà la instal·lació de vàlvules reductores de pressió en cap punt del sistema.

Aquestes vàlvules incorporaran també una funció de prova remota, que permetrà verificar-ne el funcionament des del sistema de comandament i control, sense necessitat de manipulació manual ni de descarregar aigua. En cas de ser vàlvules de tancament manual, aquestes hauran de ser monitoritzables amb interruptors de posició, o com a mínim bloquejables.

Finalment, el disseny de les vàlvules haurà d'evitar en tot moment l'efecte de cop d'ariet en la xarxa.

6.3.4 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LES BOQUILLES

Les boquilles que es subministraran seran del tipus obert i aptes per a ús en sistemes d'alta pressió. Totes les parts que estiguin en contacte amb l'aigua estaran fabricades en acer inoxidable de qualitat 1.4404, per garantir resistència tant a la temperatura com a la corrosió.

La pressió mínima a assolir a la boquilla hidràulicament menys favorable serà de 50 bars. Totes les boquilles estaran equipades amb un filtre per evitar l'entrada de partícules sòlides que puguin comprometre el seu funcionament.

6.3.5 ALTRES ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES

Les unitats de filtratge situades entre els dipòsits d'aigua i les bombes de trasllat hauran de ser autonetejants, i estaran equipades amb una malla filtrant d'acer inoxidable amb una mida mínima de 100 micres (100 µm). Aquest filtratge garantirà la protecció del sistema davant possibles partícules sòlides que es puguin trobar a l'aigua.

6.4 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

Tots els components del sistema s'instal·laran en zones protegides contra danys físics, especialment aquelles exposades al trànsit de vehicles o a operacions que poguessin afectar la seva integritat. Aquells elements que es trobin en zones de pas o maniobra de vehicles hauran d'estar protegits mitjançant nínxols o estructures mecàniques sòlides, dissenyades per resistir impactes.

Es considera inclosa dins l'abast del projecte la reubicació o modificació de qualsevol instal·lació existent que pugui interferir amb la implantació del nou sistema.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 31 de 38
---	--	---

6.5 ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DETECCIÓ D'INCENDIS

El sistema de detecció d'incendis utilitzarà tecnologia LHD, amb cable de fibra òptica com a element detector principal. Aquest sistema haurà de permetre la creació d'un mínim de quatre zones de detecció independents, cadascuna amb capacitat per emetre alarmes diferenciades.

Les alarmes podran generar-se en resposta a valors màxims o mínims de temperatura absoluts, desviacions respecte a la mitjana i increments ràpids de temperatura. Aquest sistema haurà de tenir un abast igual o superior als 5 km, una resolució mínima de temperatura de 0,5 °C, i capacitat per localitzar l'origen d'un incendi amb una precisió mínima d'un metre.

El temps de mesura del sistema haurà d'estar comprès entre 6 i 8 segons, i haurà de proporcionar dues interfícies de comunicació: Ethernet TCP/IP i sortides per relés.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 32 de 38
---	--	---

7 INTEGRACIONS

El sistema no operarà de forma independent dins del context de la cotxera de Triangle. Per aquest motiu, el contractista adjudicatari de les obres haurà de contemplar les següents integracions:

Integració en SCADA Instal·lacions de TB

TMB disposa d'una eina informàtica tipus SCADA (Wonderware) encarregada de la supervisió, comandament i control de totes les instal·lacions electromecàniques de les cotxeres i edificis de TB.

La integració amb el SCADA es durà a terme mitjançant protocol MODBUS TCP/IP, de manera que els dispositius de comandament i control de la instal·lació (PLC i controladors) hauran de ser compatibles amb aquest protocol de comunicacions i disposar de ports de comunicació Ethernet.

La xarxa de transport de dades serà proporcionada per TMB (xarxa IP/MPLS). L'abast del contractista inclourà el tendit del cablejat de xarxa de dades dins a la presa del commutador IP/MPLS assignada per TMB a l'armari de comunicacions corresponent.

- Integració del mòdul de detecció d'incendis

El sistema haurà d'enviar al SCADA les següents senyals:

- Estat operatiu del sistema: ON, OFF, AVARIA, MANTENIMENT
- Hores de funcionament de l'equipament
- Alarma de detecció d'incendis, amb indicació del vehicle afectat

- Integració del mòdul d'extinció d'incendis

També es requerirà la integració de les següents senyals:

- Alarma d'activació del sistema d'extinció, amb identificació de les seccions activades
- Alarmes de rendiment del sistema: pèrdua de pressió, nivell baix d'aigua als dipòsits, falta d'aigua, etc.
- Estat operatiu general del sistema: ON, OFF, AVARIA, MANTENIMENT
- Estat operatiu de les bombes: ON, OFF, AVARIA, MANTENIMENT
- Hores de funcionament de les bombes
- Estat operatiu de les vàlvules: ON, OFF, AVARIA, MANTENIMENT
- Senyals de pressió i cabal als punts estratègics de la xarxa de canonades
- Nivell actual d'aigua als dipòsits

El contractista adjudicatari serà responsable de tota l'enginyeria necessària per a la integració de la instal·lació d'acord amb els requisits tècnics específics que TMB traslladi.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 33 de 38

La integració no es limita a l'enviament i recepció de dades, sinó que inclou també les tasques de programació i adaptació gràfica de l'eina SCADA, així com la compra de llicències de programari necessàries per al seu correcte funcionament (si escau).

- Integració amb el sistema d'evacuació de fums

Actualment, TB està implantant un sistema d'evacuació de fums específic per a la zona d'estacionament i circulació d'autobusos. Aquest sistema té per objectiu la confinació dels fums en dipòsits i la seva posterior extracció mitjançant conductes i ventiladors.

Per al seu funcionament, el sistema d'evacuació de fums disposa d'un sistema de detecció d'incendis que activa l'extracció en cas de sinistre.

Donat que aquest sistema pot generar sinergies o interferències amb el sistema objecte d'aquest projecte, el contractista adjudicatari haurà de valorar durant la fase 1 la necessitat de dur a terme alguna integració específica entre ambdós sistemes.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 34 de 38
---	--	---

8 NORMATIVA APLICABLE

El projecte es desenvoluparà i executarà seguint la legislació, reglaments i normativa tècnica següents, en les seves versions vigents en el moment de l'execució:

- Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI), aprovat pel Reial decret 513/2017, de 22 de maig.
- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), i en particular el document bàsic SI (Seguretat en cas d'incendi).
- Norma UNE-EN 12845, "Sistemes automàtics d'extinció d'incendis. Sistemes de ruixadors. Disseny, instal·lació i manteniment".
- Norma NFPA 750:2015, "Standard on Water Mist Fire Protection Systems".
- Norma UNE/ISO 31000:2018, "Gestió del risc. Principis i directrius".
- Norma EN 14972-1:2020, "Fixed firefighting systems - Water mist systems - Part 1: Design, installation, inspection and maintenance".
- Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT).
- Normes CENELEC per al desenvolupament de sistemes RAMS.
- Normes UNE-EN 54-17, UNE-EN 54-18 i UNE-EN 54-4, per als components del sistema de detecció d'incendis.
- Normativa tècnica municipal i de protecció contra incendis de l'Ajuntament de Barcelona.
- Requisits de disseny i integració de SCADA de Transports de Barcelona.
- Manual de qualitat, medi ambient i seguretat i salut en obra de Transports de Barcelona.

9 REQUISITS DOCUMENTALS

A continuació es detalla la documentació mínima que el contractista adjudicatari haurà de lliurar durant les diferents fases del projecte:

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 35 de 38
---	--	---

9.1 Fase 0 – Acta de replantejament i inici dels treballs

El contractista haurà de presentar la següent documentació per a la seva aprovació per part de la Direcció d'Obra:

- Pla d'Autocontrol de Qualitat
- Pla de Vigilància Mediambiental i Gestió de Residus
- Pla de Seguretat i Salut
- Programa de Treballs

9.2 Fase 1 – Encaix tècnic

Durant aquesta fase s'haurà de lliurar:

- Anàlisi de risc d'incendi segons UNE/ISO 31000:2018
- Càlculs i dissenys tècnics detallats
- Estudi RAMS segons normativa CENELEC

9.3 Fase 2 – Subministrament de materials

Abans del subministrament de qualsevol material, s'haurà de lliurar el formulari d'acceptació de materials corresponent.

9.4 Fase 3 – Execució dels Treballs

Durant aquesta fase, el contractista haurà d'entregar:

- Programa de Punts d'Inspecció (PPI) definitiu
- Informe d'execució dels punts d'inspecció (amb validació de la Direcció d'Obra)
- Actualitzacions periòdiques del Programa de Treballs
- Informes de control de qualitat

9.5 Fase 4 – Proves i demostració del sistema

Es requerirà el lliurament de:

- Pla de Proves complet
- Informes de totes les proves realitzades
- Llistat de punts pendents (si escau)

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 36 de 38
---	--	---

- Certificat final de proves (amb validació de la Direcció d'Obra)

9.6 Fase 5 – Pla d'Autoprotecció

Caldrà presentar un esborrany per a revisió interna amb TMB. Després de la seva aprovació, cal presentar la versió final aprovada pel Cos de Bombers i/o altres organismes externs.

9.7 Fase 6 – Formació

El contractista entregarà un pla de formació detallat i extensiu, que haurà de ser aprovat per la propietat. S'impartirà una sessió formativa tant a nivell d'usuari com de manteniment avançat dels sistemes, per un total de 5 persones de TB a les pròpies instal·lacions.

S'aportarà evidències documentals de la formació realitzada, així com un registre d'assistència per deixar constància de la formació realitzada.

9.8 Fase 7 – Lliurament del sistema

Finalment, per al lliurament definitiu del projecte, serà imprescindible aportar:

- Projecte As-Built
- Manual DIOM (Disseny, Instal·lació, Operació i Manteniment)
- Llistat de Punts Pendants resolts i signats
- Acta de Recepció Provisional

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01
		NT-A020-005
		Pàgina 37 de 38

10 ESTIMACIÓ D'AMIDAMENTS

D'acord amb la solució adoptada, s'identifiquen pels principals elements del projecte els següents amidaments estimats:

#	ELEMENTO	UNIDAD	MEDICIÓN ESTIMADA	OBSERVACIONES
1	Grupo de Bombeo	Ud	1	Se preve la construcción de 1 único grupo de bombeo totalmente operativo así como elementos necesarios para la conexión a depósitos de agua en la zona de depuradora y tanques
2	Reconversión Depósito Diésel a Agua Potable	Ud	1 a 3	Reconversión a depósito de agua un depósito diésel de 50.000 l existente (total ud de acuerdo a decisión final de TMB)
3	Tubería Principal	ml	1315	Incluye parte proporcional de canalizaciones y soportería.
4	Tubería de sección	ml	6522	Incluye parte proporcional de canalizaciones y soportería.
5	Válvula de Diluvio	ud	202	
6	Cajas Instalación Válvulas de Diluvio	ud	51	
7	Boquilla	ud	1572	
8	Cuadro de Maniobras Bomberos	ud	1	A instalar en Edificio Técnico
9	Sala técnica grupo bombeo	m2	16	Se establece como mínimo la construcción de una sala técnica con un espacio útil de 16 m2
10	Cable Laser Detector Incendios	ml	8590	
11	Módulos de Control Detección Incendios	ud	5	A instalar en Edificio Técnico
12	Integración en Sistema SCADA	ud	1	Integración de todo el sistema dentro de la plataforma SCADA de TB
13	Retirada de red de rociadores	ud	1	En la zona de afectación del proyecto. A decidir por TMB
14	Toma siamesa para conexión de equipo autobomba	ud	1	Conexión al sistema de equipo autobomba para aportación externa de agua

Figura 15. Estimació d'amidaments

Aquests amidaments es consideren estimatius i amb l'objectiu que els licitadors tinguin major informació sobre el dimensionament de la instal·lació. Els amidaments han estat obtinguts dels plànols adjunts al Annex I.

Aquests amidaments seran ajustats pel contractista adjudicatari d'acord a l'enginyeria de detall a desenvolupar i la solució tècnica proposada.

 Transports Metropolitans de Barcelona Projectes d'Instal·lacions Servei d'Infraestructures Bus	MEMORIA TÉCNICA SISTEMA DE SECTORITZACIÓ D'INCENDIS MITJANÇANT UNA SOLUCIÓ D'AIGUA NEBULITZADA A ALTA PRESSIÓ PEL CON TRIANGLE	Versió: 01 NT-A020-005 Pàgina 38 de 38
--	--	---

11 ANEX I: PLÀNOLS DESCRIPTIUS

S'annexen els següents plànols descriptius:

- Plànol d'implantació del sistema d'extinció d'incendis_1_de_3
- Plànol d'implantació del sistema d'extinció d'incendis_2_de_3
- Plànol d'implantació del sistema d'extinció d'incendis_3_de_3
- Plànol d'implantació del sistema de detecció d'incendis_1_de_2
- Plànol d'implantació del sistema de detecció d'incendis_2_de_2