

Dilluns, 30 de maig de 2016

ADMINISTRACIÓ LOCAL**Ajuntament de Barcelona***ANUNCI*

Es fa públic el text de la Instrucció tècnica de túnels viaris urbans de la ciutat de Barcelona, per la que es regula les condicions que han de complir els túnels viaris de la ciutat per tal de garantir la seguretat de les persones, del medi ambient i de les mateixes infraestructures, la qual va ser aprovada inicialment per la Comissió de Govern el 4 de febrer de 2016, i definitivament el 20 de març de 2016 en no haver-se presentat al·legacions a la seva aprovació inicial.

Instrucció tècnica de túnels viaris urbans de la ciutat de Barcelona.

ÍNDEX.

Preàmbul.

Article 1. Objecte i finalitat.

Article 2. Àmbit d'aplicació.

Article 3. Llistat d'acrònims i abreviacions.

Article 4. Mesures de seguretat: paràmetres de dissenys dels túnels.

Article 5. Classificació dels túnels.

Article 6. Equipaments de seguretat i control.

Article 7. Sistema de gestió de túnels.

Article 8. Procediment de càlcul de la determinació de la instal·lació de ventilació.

Article 9. Càlculs de la instal·lació de drenatge.

Article 10. Senyalització.

Disposició transitòria única. Túnels sense projecte aprovat.

Disposició final única. Entrada en vigor.

Annex 1. Mesures de seguretat. Paràmetres de disseny.

1. Paràmetres a tenir en compte en el disseny del traçat de túnels.

1.1. Aspectes a considerar en el disseny.

1.2. Traçat.

1.3. Secció Transversal.

1.4. Calçada i vorals.

1.5. Drenatge.

1.6. Trànsit.

1.7. Medi Ambient.

1.7.1. Eficiència Energètica. Autosuficiència.

1.7.2. Eficiència en l'enllumenat.

1.7.3. Contaminació acústica.

1.7.4. Contaminació atmosfèrica.

1.8. Justificació del disseny.

2. Paràmetres a tenir en compte en el disseny en relació amb la seguretat i protecció d'incendis.

2.1. Aspectes a considerar en el disseny.

2.2. Locals tècnics i centres de control i gestió a l'entorn dels túnels.

2.3. Sortides d'emergència.

2.4. Accessibilitat a l'interior del túnel i al seu entorn.

3. Elements estructurals i materials.

3.1. Comportament davant el foc.

3.2. Tipologies de túnels segons el seu comportament davant el foc.

3.3. Característiques constructives de resistència al foc i de la sectorització dels túnels viaris urbans de Barcelona.

3.3.1. Tipologia N1.

3.3.2. Tipologia N2.

3.3.3. Tipologia N3.

3.4. Requisits de resistència al foc.

3.4.1. Justificació de la resistència al foc.

3.4.2. Corbes temperatura - temps.

3.4.3. Estructura Principal.

3.4.4. II.2.4 Estructures secundàries i altres locals.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- 3.4.5. Falsos sostres i parets que separen conductes de ventilació.
- 3.4.6. Locals tècnics i estacions de ventilació.
- 3.4.7. Instal·lacions per a l'evacuació i protecció dels usuaris i l'accés dels serveis d'emergència.
- 3.4.8. Llosa suportant la calçada.
- 3.4.9. Protecció contra la caiguda d'instal·lacions penjades del sostre.
- 3.5. Compartimentació.
- 3.6. Materials i equips.
 - 3.6.1. Materials.
 - 3.6.2. Equips.
 - 3.6.3. Cables.
- Annex 2. Classificació de Túnel.
 - 1. Classificació segons longitud.
 - 2. Nivell d'equipament MÍNIM OBLIGATORI.
- Annex 3. Equipaments de seguretat i control.
 - 1. Subministrament d'energia.
 - 1.1. Sistemes de subministrament d'energia.
 - 1.2. Centres de transformació.
 - 1.3. Sistemes de subministrament d'emergència - grups electrògens.
 - 1.4. Sistemes de subministrament SAI.
 - 2. Ventilació i extracció de fums.
 - 2.1. Funcionalitat de la instal·lació.
 - 2.2. Tipus de ventilació.
 - 2.3. Dimensionat dels equips de ventilació.
 - 2.3.1. Paràmetres de càlcul.
 - 2.3.2. Altres paràmetres.
 - 2.4. Components del sistema de ventilació i extracció.
 - 2.4.1. Detectores de CO.
 - 2.4.2. Detectores d'opacitat.
 - 2.4.3. Anemòmetres.
 - 2.4.4. Ventiladors.
 - 2.4.5. Trapes de ventilació.
 - 2.5. Sistema de control i gestió de la ventilació.
 - 2.5.1. Control de l'atmosfera a l'interior del túnel.
 - 2.5.2. Control de l'atmosfera a l'exterior del túnel.
 - 2.5.3. Control dels ventiladors.
 - 3. Enllumenat.
 - 3.1. Normativa d'aplicació.
 - 3.2. Enllumenat Normal.
 - 3.2.1. L'Enllumenat d'accés al túnel.
 - 3.2.2. Enllumenat d'interior de túnel.
 - 3.3. Enllumenat de seguretat.
 - 3.4. Enllumenat d'emergència.
 - 3.5. Sistema de control i gestió de l'enllumenat.
 - 4. Protecció contra incendis.
 - 4.1. Sistema de detecció d'incendis.
 - 4.2. Sistema d'extinció d'incendis.
 - 4.2.1. Interior del túnel.
 - 4.2.2. Locals annexes.
 - 4.3. Recomanacions de prevenció en la posada en funcionament.
 - 4.4. Sistema de control i gestió de protecció contra incendis.
 - 5. Sistema de drenatge.
 - 5.1. Abast de la instrucció.
 - 5.2. Generalitats.
 - 5.3. Cabals procedents d'escorrentiu superficial.
 - 5.4. Cabals de sistemes antiincendis.
 - 5.5. Cabals provinents d'infiltració.
 - 5.6. Cabals/Volums de vessaments accidentals.
 - 5.7. Criteris de disseny.
 - 5.8. Criteris de disseny en túnels existents.
 - 5.9. Elements i materials dels sistemes de drenatge.

- 6. Senyalització i control del trànsit.
 - 6.1. Senyalització vertical i horitzontal.
 - 6.1.1. Senyalització a les entrades del túnel.
 - 6.1.2. Senyalització al interior del túnel.
 - 6.1.3. Senyalització a les sortides del túnel.
 - 6.2. PMV.
 - 6.3. Senyals de gestió de carrils (aspa/fletxa).
 - 6.4. Semàfors.
 - 6.5. Control de velocitat.
 - 6.6. Control de gàlib.
 - 6.7. Sistema d'aforament de trànsit - estació de transmissió de dades (ETD).
 - 6.8. Instal·lacions de tancament de túnel.
 - 6.9. Abalisament lluminós.
 - 6.9.1. Abalisament lluminós lateral.
 - 6.9.2. Abalisament lluminós per calçada.
 - 6.10. Reguladors de senyals de semàfors.
- 7. Sistema de megafonia.
 - 7.1. Funcionalitat. Intel·ligibilitat del missatge.
 - 7.2. Arquitectura del sistema.
 - 7.3. Components del sistema.
 - 7.3.1. Altaveus.
 - 7.3.2. Sistema de comunicacions i equips d'amplificació de senyal.
 - 7.4. Gestió de la Megafonia.
 - 7.5. Sistema d'Amplificació i Distribució.
 - 7.6. Enllaç òptic d'àudio i dades.
- 8. Radiocomunicacions.
 - 8.1. Requeriments tècnics del sistema de radiocomunicacions.
 - 8.2. Disseny redundat.
 - 8.3. Components del sistema de radiocomunicacions.
 - 8.4. Descripció de l'equipament.
 - 8.4.1. Racks de Ràdio.
 - 8.4.2. Rack Mestre.
 - 8.4.3. Sistema de Captació o Antenes d'enllaç.
 - 8.4.4. Amplificadors bidireccionals.
 - 8.4.5. Sistema Multiacoplador / Distribuïdor Multibanda.
 - 8.4.6. Equipament Òptic.
 - 8.4.7. Modulador FM i Emissor de Missatges SOS.
 - 8.4.8. Racks Esclus.
 - 8.4.9. Amplificadors bidireccionals.
 - 8.4.10. Sistemes Multiacoplador / Distribuïdor Multibanda.
 - 8.4.11. Equipament òptic.
 - 8.4.12. Cable radiant i accessoris.
 - 8.5. Projecte d'enginyeria Radio per al túnel.
- 9. Sistema de pals SOS.
 - 9.1. Funcionalitats.
 - 9.2. Arquitectura i components del sistema de pals SOS.
- 10. Sistema d'evacuació.
 - 10.1. Senyalització estàtica de sortides d'emergència i recorreguts per evacuació.
 - 10.2. Sistema d'enllumenat d'emergència.
 - 10.3. Portes Tallafocs.
 - 10.4. Fil d'Ariadna.
 - 10.5. Sistema de Guia de llum Freda.
- 11. Sistema de CTTV i de detecció i gravació automàtica d'incidents.
 - 11.1. Circuit de televisió.
 - 11.2. Control d'incidències.
 - 11.3. Equipament.
 - 11.4. Les càmeres de TV d'exterior.
 - 11.5. Les càmeres de TV per l'interior del túnel.
 - 11.5.1. Les destinades a fer un tractament DAI.
 - 11.5.2. Les no destinades a tractament DAI.

- 11.6. Els equips de codificació i descodificació de vídeo.
- 11.7. El sistema DAI de Detecció i gravació automàtica d'incident.
- 12. Estacions meteorològiques.
 - 12.1. Generalitats del control de l'atmosfera a l'exterior del túnel.
 - 12.2. Equipament.
- Annex 4. Equipaments de Gestió de Túnel.
 - 1. Generalitats.
 - 1.1. Dotació de sales tècniques en l'entorn del túnel per a la gestió.
 - 1.2. Locals tècnics i centres de control locals.
 - 1.3. Software de gestió local de túnel.
 - 1.4. Conclusió.
 - 2. Xarxa local de gestió d'infraestructures.
 - 2.1. Xarxa de comunicacions entre els LT, CCL i el CCT.
 - 2.2. Xarxa de comunicacions pròpia de cada túnel. Generalitats.
 - 2.3. Fibra òptica de túnel.
 - 2.3.1. Fibres Òptiques per a la Xarxa troncal Ethernet.
 - 2.3.2. Fibres Òptiques per al Sistema de Radiocomunicacions.
 - 2.3.3. Fibres Òptiques per al Sistema GTC.
 - 2.3.4. Solució adoptada.
 - 2.3.5. Tipus de cable de fibra òptica.
 - 2.3.6. Repartidors Òptics.
 - 2.3.7. Estesa de cable de fibra òptica.
 - 2.3.8. Proves de refractòmetre i potencia òptica.
 - 2.4. Connexió dels dispositius finals a les xarxes de comunicacions dels túnels.
 - 3. Sistemes de supervisió i gestió d'infraestructures.
 - 3.1. Transmissió de vídeo.
 - 3.2. Subsistema DAI (Detecció Automàtica d'Incidents).
 - 3.3. Transmissió de veu (Megafonia i veu IP).
 - 3.4. Subsistema de Gestió Tècnica Centralitzada (GTC).
 - 3.4.1. Descripció del sistema en els túnels de nova execució.
 - 3.4.2. Xarxa de camp. Unitats de Control Distribuït (UCD).
 - 3.4.3. Xarxa de supervisió. Estacions Remotes Universals (ERU).
 - 3.4.5. Equips que integren l'ERU.
 - 3.4.6. Característiques tècniques de l'armari de l'ERU.
 - 3.4.7. Característiques tècniques dels equips del Rack de control.
 - 3.4.8. Monitorització i operació.
 - 3.4.9. Modes i Prioritats de funcionament.
 - 3.4.10. Llocs d'operador.
 - 3.4.11. Fases d'execució.
 - 3.4.12. Criteris per a la partició en trams del túnel.
 - 4. Centre de control i de gestió de túnels.
 - 4.1. Generalitats.
 - 4.2. Descripció del Centre de Control de Túnel (CCT).
 - 4.3. Hardware en Centre de Control.
 - 4.4. Aplicacions software del Centre de Control.
 - 4.4.1. Software de Control de Túnel (SICOTIE).
 - 4.4.2. Software de Supervisió del Sistema CCTV.
 - 4.4.3. Sistema de Pals SOS.
- Annex 5. Càlculs de Ventilació.
 - 1. Paràmetres de determinació de la instal·lació de ventilació.
 - 2. Càlcul de la ventilació en mode NORMAL.
 - 3. Càlcul de la ventilació en mode EMERGÈNCIA.
- Annex 6. Càlculs de Drenatge.
 - 1. Càlcul de Cabals procedents d'escorrentiu superficial.
 - 2. Càlcul del Cabal a bombejar.
 - 3. Criteris de densitat d'embornals.
- Annex 7. Senyalització.
 - 1. Generalitats.
 - 2. Senyalització en els accessos i l'entrada del túnel.
 - 3. Senyalització al interior del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

4. Panells i senyals informatius.
5. Senyalització de les sortides d'emergència i vies d'evacuació.
6. Senyalització a la sortida del túnel.
7. Panells de missatge variable.
8. Senyalització en armari auxiliar en boca de túnel, per a contingències.

Continua en la pàgina següent

Dilluns, 30 de maig de 2016

Preàmbul.

A totes les grans ciutats, amb la finalitat de millorar-ne la circulació viària i la contaminació acústica que produeixen els vehicles motoritzats, s'està incrementant el nombre de vies soterrades, amb l'objectiu de reduir l'impacte d'aquest tipus de contaminació sobre les persones.

Els túnels, i més concretament els urbans, són obres singulars amb unes circumstàncies específiques: espai limitat a la secció transversal i a les característiques de la rasant; major incidència que a cel obert de qualsevol accident, incendi o avaria; efectes psicològics que poden influir sobre les persones que condueixen; reaccions desconegudes de les persones usuàries en cas d'incidents greus; canvi de condicions ambientals i físiques a l'entrada i sortida dels túnels; composició del trànsit i probabilitat de congestió.

La circulació de vehicles pels túnels pot presentar, en cas d'accident, problemes de seguretat per a les persones usuàries i dificultats afegides per als grups d'intervenció que hi han d'actuar.

Els factors que afecten a la seguretat en els túnels són molt diversos: des d'aquells de caràcter geomètric, als de tipus humà, la composició del trànsit, passant pels relacionats directament amb les instal·lacions i els equipaments instal·lats.

Per minimitzar aquests problemes de seguretat, s'han de prendre un conjunt de mesures a nivell de disseny, construcció i instal·lacions, amb l'objectiu d'evitar l'inici de l'incident i, si aquest es produeix, per limitar-ne els efectes.

A aquest efecte, l'Ajuntament de Barcelona aprova aquesta Instrucció, que constitueix una reglamentació tècnica per al disseny, la construcció i l'explotació dels túnels viaris al municipi de Barcelona. Amb aquestes especificacions tècniques es pretén aconseguir una unificació de criteris pel que fa a l'equipament per a túnels urbans de nova construcció, i en la renovació dels existents. També es pretén integrar la gestió de tots els túnels des d'una única aplicació implantada en el Centre de Control de Túnels (en endavant el CCT). En l'actualitat, des d'aquest Centre es gestionen un total de 12 túnels, que sumen un total de 4.626 metres de longitud.

En la redacció d'aquestes especificacions tècniques s'han tingut en compte especialment les recomanacions contingudes a la Directiva 2004/54/CE del Parlament Europeu i del Consell de 29 d'abril de 2004, sobre requisits mínims de seguretat per a túnels de la xarxa transeuropea de carreteres, al Reial decret 635/2006, de 26 de maig, sobre requisits mínims de seguretat en els túnels de carreteres de l'Estat i a la Circular 3/05, de 27 d'abril de 2005, de la Direcció General de Carreteres de la Generalitat de Catalunya sobre les especificacions tècniques per a l'equipament de túnels d'obres de carretera. També s'han analitzat les previsions d'altres documents, com ara les directrius estàndard elaborades per la National Fire Protection Association, contingudes a la "NFPA 502: Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways", edició 2014, o els treballs incorporats al projecte d'ordenança de túnels urbans, revisat el 2013.

Aquesta instrucció tècnica s'estructura en deu articles, una disposició transitòria, una disposició final i set annexos.

L'article 1 regula l'objecte, consistent en l'establiment de les condicions necessàries per garantir un nivell suficient de seguretat a les persones usuàries dels túnels, i la finalitat, consistent en la prevenció de situacions crítiques que posin en perill la vida humana, el medi ambient i les estructures. L'article 2 preveu l'àmbit d'aplicació, relatiu als nous projectes de túnels viaris urbans situats al municipi de Barcelona que no formin part de la xarxa de carreteres de l'Estat ni de la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya, però també als existents quan tinguin modificacions substancials. L'article 3 incorpora un llistat d'acrònims i abreviacions per al correcte enteniment de les especificacions tècniques.

L'article 4 es refereix a les mesures de seguretat que han de tenir els projectes corresponents incidint en els paràmetres de disseny dels túnels, i els seus requisits s'estableixen a l'annex 1. L'article 5 es refereix a la classificació dels túnels a nivell de funcionalitat i del seu equipament, i les seves característiques es detallen a l'annex 2. L'article 6 es refereix als equipaments de seguretat i control, les característiques dels quals es detallen a l'annex 3. L'article 7 es refereix al sistema de gestió de túnels, els detalls del qual es troben a l'annex 4. L'article 8 es refereix a la instal·lació de ventilació, i el procediment de càlcul dels seus paràmetres s'estableix en l'annex 5. L'article 9 es refereix a la instal·lació de drenatge, els requisits dels càlculs de la qual es contemplen en l'annex 6. L'article 10 es refereix als requisits de senyalització, detallats en l'annex 7.

La disposició transitòria única preveu el règim dels túnels sense projecte aprovat, que s'han de sotmetre a aquestes instruccions tècniques, i la disposició final única regula l'entrada en vigor de la disposició.

El Grup de Treball de Túnels Urbans de les Taules de Resiliència Urbana (TISU) ha informat de les instruccions tècniques en data de 24 d'abril de 2015.

Dilluns, 30 de maig de 2016

En virtut d'això, a proposta la Quarta Tinenta d'Alcaldia, i en ús de les atribucions conferides pels articles 16 i 26 de la Carta municipal de Barcelona, la Comissió de Govern DISPOSA:

Article 1. Objecte i finalitat.

1. Aquesta instrucció tècnica és el marc normatiu que regula les condicions necessàries per garantir un nivell suficient de seguretat a les persones usuàries en els túnels del municipi de Barcelona mitjançant l'establiment dels requisits mínims que hauran de complir aquestes infraestructures, amb la finalitat de prevenir situacions crítiques que puguin posar en perill la vida humana, el medi ambient i les pròpies estructures, així com protegir les persones usuàries en el cas en què es produeixen algunes de les citades situacions.

2. La finalitat que s'ha d'aconseguir amb la instrucció tècnica és, per una banda, la prevenció davant els riscos, amb dissenys, materials i instal·lacions adequats i, per altra banda, l'articulació dels procediments adients per fer front a les emergències (detecció, control i evacuació segura) que puguin esdevenir com a conseqüència d'incidents.

Article 2. Àmbit d'aplicació.

1. Aquesta instrucció tècnica és d'aplicació als nous projectes de túnels viaris urbans situats al municipi de Barcelona que no formin part de la xarxa de carreteres de l'Estat ni de la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya.

2. Aquesta instrucció tècnica no és d'aplicació:

- Als túnels de longitud inferior a 100 metres, i a longitud es determina tenint la part coberta.

- A vies soterrades que presentin una superfície d'obertures al exterior igual o superior a 1 metre quadrat per via de circulació i per metre lineal de túnel.

3. Aquesta instrucció tècnica ha de servir com a normativa de disseny de referència per a les reformes dels túnels existents, en tot allò que sigui possible i viable, tècnicament i econòmicament.

Quan un túnel dels existents sigui objecte modificacions substancials de l'estructura i/o de les instal·lacions, en la seva totalitat o parcialment, aquesta instrucció tècnica serà d'aplicació, com a mínim, en el que correspongui a les parts modificades.

En el cas en què no sigui possible acomplir alguns dels requeriments exigits en aquesta instrucció tècnica, o només es puguin acomplir amb despeses desproporcionades, s'ha d'argumentar adequadament cadascuna de les circumstàncies i, a més, s'ha de presentar un document d'anàlisi de risc, on s'ha d'indicar cadascuna de les mesures correctores, com a alternativa a les demandades en aquesta instrucció tècnica.

4. En el procediment d'aprovació d'un projecte d'infraestructures viàries soterrades, les Taules de Resiliència Urbana (TISU), o òrgan que les substitueixi, han d'emetre un informe per a determinar el nivell d'equipament de seguretat amb què s'ha de dotar.

Article 3. Llistat d'acrònims i abreviacions.

Al efectes d'aquesta instrucció tècnica, s'entén per:

- a) BT: les instal·lacions elèctriques de baixa tensió.
- b) CCL: el Centre de Control Local.
- c) CCT: el Centre de Control de Túnels.
- d) CTTI: el Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació.
- e) CTTV: un circuit tancat de televisió.
- f) DAI: el Sistema de Detecció d'Incidències.
- g) DDC: el controlador intern, en el sistema de control del túnel amb PLC.
- h) ERU: les estacions remotes universals.
- i) GTC: la Gestió Tècnica Centralitzada.
- j) LT: un local tècnic.
- k) MT: les instal·lacions elèctriques de mitja tensió.
- l) PAU: el Pla d'Autoprotecció.
- m) PLC: Autòmat programable d'un sistema de control i gestió remot.
- n) SCI: el Sistema de Control Integrat.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- o) TETRA: un sistema de radiocomunicació.
- p) TX/TR: un sistema d'enllaç de comunicacions amb antena.
- q) UCD: les Unitats de Control Distribuït.
- r) VLAN: una xarxa de comunicacions per cable.

Article 4. Mesures de seguretat: paràmetres de dissenys dels túnels.

L'òrgan o organisme municipal competent per aprovar el projecte d'obres ha d'adoptar les mesures necessàries per a garantir que els túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica compleixen amb els paràmetres de disseny relatius als requeriments mínims de seguretat establerts a l'annex 1.

Article 5. Classificació dels túnels.

A nivell de funcionalitat i del seu equipament, els túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica es classifiquen segons les característiques detallades a l'annex 2.

Article 6. Equipaments de seguretat i control.

La descripció tècnica de les instal·lacions de seguretat i control amb què s'han de dotar els diferents tipus de túnels està detallada a l'annex 3.

Article 7. Sistema de gestió de túnels.

El sistema de gestió dels túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica es detalla a l'annex 4.

Article 8. Procediment de càlcul de la determinació de la instal·lació de ventilació.

L'òrgan o organisme municipal competent per aprovar el projecte d'obres ha d'adoptar les mesures necessàries per a garantir que els túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica compleixen el procediment de càlcul dels paràmetres de disseny de la instal·lació de ventilació establerts a l'annex 5.

Article 9. Càlculs de la instal·lació de drenatge.

L'òrgan o organisme municipal competent per aprovar el projecte d'obres ha d'adoptar les mesures necessàries per a garantir que els túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica compleixen amb els requisits per a la instal·lació de drenatge establerts a l'annex 6.

Article 10. Senyalització.

L'òrgan o organisme municipal competent per aprovar el projecte d'obres ha d'adoptar les mesures necessàries per a garantir que els túnels inclosos en l'àmbit d'aplicació d'aquesta instrucció tècnica compleixen amb els requisits de senyalització establerts a l'annex 7.

Disposició transitòria única. Túnels sense projecte aprovat.

Els túnels el projecte dels quals no hagi estat aprovat per l'òrgan municipal competent amb anterioritat a l'entrada en vigor d'aquesta instrucció tècnica han de complir els requisits en ella establerts.

Disposició final única. Entrada en vigor.

Aquesta instrucció tècnica entra en vigor als vint dies de la seva publicació en el "*Butlletí Oficial de la Província de Barcelona*."

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 1. Mesures de seguretat. Paràmetres de disseny.

1. PARÀMETRES A TENIR EN COMPTE EN EL DISSENY DEL TRAÇAT DE TÚNELS.

1.1 Aspectes a considerar en el disseny.

Els principals factors relatius a característiques geomètriques i al trànsit, que s'han de considerar en el disseny d'un túnel els determinen els següents paràmetres:

- Longitud dels túnels.
- Número de tubs.
- Número de carrils.
- Geometria de la secció transversal.
- Traçats en planta i alçat.
- Visibilitat. Distància de parada.
- Tipus de construcció.
- Punts baixos (estacions de bombeig).
- Capacitat de la xarxa de col·lectors.
- Volums de trànsit per tub (distribució temporal).
- Risc de congestió.
- Temps d'accés dels serveis d'emergència Presència i percentatge de vehicles pesats Característiques de les vies d'accés Velocitat màxima autoritzada.
- Risc de d'enlluernament a les sortides.
- Presència d'altres infraestructures que puguin afectar al túnel (infraestructures ferroviàries, col·lectors, etc.).

Queden expressament prohibits els túnels monotub i bidireccionals de més de 200 m de longitud, en tot l'àmbit urbà de la ciutat de Barcelona.

1.2 Traçat.

En el disseny del traçat del túnel i els seus accessos, es tindrà en compte les diferents normatives i recomanacions vigents referides a Vies Arterials Urbanes.

El traçat del túnel s'adaptarà a les necessitats de la circulació presents i a les previsible en el futur.

Es tindrà en compte les afeccions del traçat en l'entorn urbà. S'haurà d'aconseguir una homogeneïtat de característiques geomètriques que indueixin al conductor a circular sense excessives fluctuacions de velocitat, en condicions de seguretat i comoditat. Per això s'evitaran els punts en que les característiques geomètriques obliguin a disminuir bruscament la velocitat i es facilitarà l'apreciació de les variacions necessàries de velocitat, mitjançant canvis progressius dels paràmetres geomètrics i amb l'ajuda de la senyalització i l'abalisament.

El traçat en planta del túnel haurà de ser els més rectilini possible, evitant la coincidència de traçats en corba amb pendents pronunciades (màxim 8%) que puguin reduir significativament la distància d'aturada. També es farà una atenció especial a l'aclarida necessària en corba, pel que fa a la posició dels murs laterals del túnel, i en els canvis de pendent que impliquin una reducció de visibilitat, en aquest segon cas pel que fa a l'alçada i posició del sostre, o del dintell en l'accés.

També s'haurà de tenir en compte especialment al risc de retencions (temporalitat previsible) en túnel, lligat a la possible presència d'una cruïlla a poca distància de les boques del túnel, estigui equipada amb semàfors o no, i a qualsevol altra situació de caràcter permanent, com per exemple travessar una zona amb trànsit dens o en congestió.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Així mateix, s'hauran d'estudiar les mesures correctores per a eliminar o pal·liar els efectes d'enlluernament a la sortida de túnel, i els de forat negre sense visibilitat a la entrada, en especial quan l'alineació de la via coincideixi amb la orientació dels raigs solars en algunes hores del dia.

1.3 Secció Transversal.

Els túnels urbans de nova construcció han de disposar d'una secció transversal amb un gàlib lliure de 5m, i un espai afegit suficient per implantar-hi totes les instal·lacions necessàries, d'acord al que es prescriu en aquesta IT.

La seguretat dels usuaris serà el criteri determinant a l'hora de projectar la geometria de la secció transversal i l'alineació horitzontal i vertical del túnel i les seves vies d'accés, atès que els seus paràmetres tenen una gran influència en la probabilitat i gravetat dels accidents¹.

Tots els túnels nous han de disposar de voreres, preferentment elevades i la del costat del carril per a vehicles lents, d'una amplada mínima de 0'75 metres perquè els usuaris del túnel les utilitzin en cas d'avaría o accident.

Atenent a la diversitat dels condicionants que intervenen en el disseny de les seccions transversal i longitudinal dels túnels urbans i la necessitat d'adaptació dels seu traçat en planta i secció a la trama urbana existent, s'admeten les seccions longitudinals amb pendents màximes de fins a un 8%.

La coexistència en un mateix túnel de diferents tipologies de secció transversal, ha de respectar els criteris de continuïtat funcional de les diferents seccions, als efectes de reduir les pèrdues d'eficàcia dels sistemes de ventilació proposats.

El gàlib vertical serà d'un mínim 5,00m, admetent que aquest disminueixi a un mínim absolut de 4,50m en casos especials, quan hi pugui haver puntualment alguna interferència amb alguna altra infraestructura o instal·lació.

Els túnels amb una longitud superior als 400m, en els que la configuració del l'entorn de construcció no permeti l'execució d'un carril d'emergència, quan el seu volum de trànsit sigui per sota de 2000 vehicles carril/dia, es preveurà la realització d'apartadors distribuïts homogèniament cada 400m com a màxim. En el cas de túnels amb volum de trànsit superior als de 2000 vehicles/carril/dia, els apartadors es distribuïran homogèniament cada 200m com a màxim. Els apartadors hauran de disposar d'un pal SOS.

1.4 Calçada i vorals.

Per túnels de longitud superior a 1000m, així com per a grups de túnels que conformin un tram de via de longitud total superior a 1000m, i sense accessos al llarg de tot el recorregut, es disposarà d'un carril addicional d'emergència d'una amplada similar, situat a la dreta del sentit de la marxa, i que es destinarà fonamentalment a la circulació de vehicles d'emergència en cas d'accident i també podrà ser utilitzat per l'estacionament provisional de vehicles avariats.

En l'ample total de la calçada s'haurà de considerar que els carrils han de tenir una amplada mínima de 3,00m, i de 3,25m en el cas de que siguin carrils destinats al transport públic.

A l'hora de dissenyar l'ample lliure de la plataforma, s'haurà de tenir en compte les possibles demandes de trànsit futur i també l'accessibilitat als serveis d'emergència.

En tots els túnels es disposaran voreres de 0'75 m d'amplada mínima, al seu costat dret. L'amplada de la vorera haurà de ser suficient per a què els usuaris del túnel la utilitzin amb seguretat, en cas d'avaría, d'accident o d'evacuació, així com per als treballs de manteniment.

En els túnels amb dos carrils de circulació i sense carril addicional d'emergència, es construirà voral que serà de 2m d'amplada mínima (recomanable de 2,5 m). Quan les característiques de la construcció no ho permetin, per les condicions de l'entorn, o bé només sigui possible d'executar-ho amb despeses desproporcionades, aquest últim supòsit no serà d'aplicació i s'estudiarà la disposició d'apartadors en el túnel, o d'altres mesures per reduir el risc que permetin assolir un nivell de seguretat equivalent, aspecte que es justificarà amb el seu corresponent anàlisi de risc.

Es procurarà utilitzar tipus de paviments que redueixin el soroll i facilitin el drenatge.

En túnels de més de 1.000 m s'estudiarà la conveniència d'instal·lar un paviment de formigó amb additius de color per a que proporcionin suficient contrast amb les marques vials.

Es posaran línies sonores als contorns de la zona de circulació.

¹ Reial Decret 635/2006 de 26 de maig, apartat 2.1.1, "Geometria del túnel".

Dilluns, 30 de maig de 2016

1.5 Drenatge.

Tots els túnels disposaran de xarxa de drenatge per a evacuació de cabals de pluja, a més dels cabals de les pròpies infiltracions.

En cas de que aquesta xarxa no pugui desaiugar per gravetat, en les condicions de disseny, es preveurà la instal·lació de pou de bombament per a efectuar el desguàs, equipat amb sistema de bombes, i amb una bomba de reserva com a mínim.

La xarxa i el punt d'abocament es dissenyarà d'acord amb les prescripcions i autorització de l'autoritat competent, Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona, a nivell solucions constructives (materials), punts de col·locació de reixes, i resta de criteris bàsics que s'indiquin, d'acord a la topologia del túnel i la del seu entorn.

El sistema de control del bombament del drenatge del túnel es dotarà d'una interfície adient per a disposar dels senyals d'operació de la instal·lació, que serviran per al seu govern i control, a realitzar per part del gestor de la infraestructura. En el projecte s'inclourà el disseny de la infraestructura de transmissió dels senyals i la seva integració al sistema de control, d'acord a les especificacions que seran indicades per la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona, i que hauran de ser compatibles amb els sistemes de gestió existents.

Haurà de tenir la capacitat de la xarxa suficient per a l'evacuació de les aigües, d'acord al període de retorn associat a la pluja de disseny (UNE-EN 752-4), i prenent la consideració per al de càlcul com a pas inferior. Aquestes condicions de càlcul corresponen a un període de retorn de 10 anys, sense sobrecarregar la xarxa pròpia del túnel ni la del seu entorn immediat de les boques, i de 50 anys posant en càrrega la xarxa sense que es produeixi inundació en el seu entorn.

En tots els túnels s'hauran de disposar amb ranures, o altres elements situats en les seccions transversals, que permetin el drenatge dels líquids tòxics i inflamables. A més, el sistema de drenatge s'haurà de dissenyar i mantenir de manera que s'eviti que el foc i els líquids tòxics i inflamables es propaguin dins de la xarxa de drenatge.

En els túnels existents en els que no se puguin acomplir aquests requeriments per al pas de mercaderies perilloses, caldrà justificar-ho en base un anàlisi de risc.

1.6 Trànsit.

En els projectes constructius dels túnels s'haurà d'incloure estudi específic de la mobilitat del trànsit, per a quan s'hagi d'efectuar el seu tancament per motius de seguretat.

En aquest estudi s'indicarà les vies alternatives per on cal desviar la circulació de vehicles, durant tot el període en que es produeixi la incidència, així com tot el dispositiu operatiu i la senyalització necessària per dur la a terme, així com la coordinació amb els semàfors existents en els vials de l'entorn que en puguin resultar afectats.

1.7 Medi Ambient.

1.7.1 Eficiència Energètica. Autosuficiència.

En els projectes en que l'administració ho determini, ja sigui que per les facilitats en l'entorn o per la disponibilitat d'espai en la zona de les boques, es promourà incloure en el projecte la implantació de sistemes propis de producció d'energia, ja sigui a base de plafons de generació d'energia fotovoltaica, o bé d'altres sistemes d'aportació d'energia per a generació d'energia elèctrica.

1.7.2 Eficiència en l'enllumenat.

En relació al marc normatiu, caldrà acomplir amb el RD 1890/2008 d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior.

Es tindran en compte en el disseny del túnel totes aquelles mesures dirigides l'estalvi en el consum d'energia elèctrica de les instal·lacions d'enllumenat, que s'indiquen en el capítol 5. de la GUIA-EA-ANEJO-III: Eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior, del MFOM.

En el disseny es tractarà de minimitzar la instal·lació de nombre de punts de llum en les boques, que és la causa del major consum en període diürn, mantenint els requeriments d'il·luminació mínims, sense afectar a la seguretat.

En el disseny de l'entorn de les boques del túnel s'inclouran aquelles mesures que permetin disminuir la luminància ambiental en els accessos i sortides, actuant sobre el paisatge i la urbanització de l'entorn.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Els acabats de les parets, especialment en l'entorn de les boques dels túnels, es dissenyaran per optimitzar la seva reflexió de manera que augmenti la lluminositat i la claredat, per millorar el nivell lumínic en les vies de circulació.

En túnels llargs o en corba, també s'haurà de tenir en compte la orientació de la traçada, a ser possible en direccions en les que es minimitzi l'enlluernament en les boques d'entrada i de sortida. A tal efecte caldrà evitar les orientacions Est-Oest en la traçada dels accessos i sortides.

Serán d'aplicació aquelles mesures destinades a reduir el nivell d'enllumenat que s'indiquen al punt 5.1 de la Guia per a l'eficiència energètica en l'enllumenat del MFOM, mantenint un nivell mínim de luminància mitjana de 4cd/m^2 , i mantenint la uniformitat reglamentària.

En els túnels de menys de 125m amb sortida visible, es podrà aplicar una reducció del 50% en l'enllumenat diürn de les boques, tant en el llindar com en el de transició.

Serà preceptiu, en els túnels de nova execució, incloure el control de l'encesa de l'enllumenat mitjançant luminancímetre.

Per a la millora de l'eficiència de la instal·lació de l'enllumenat, es podrà considerar en el seu disseny la inclusió de sistemes de regulació del nivell lumínic emès per les làmpades, ja sigui a través de les enceses i/o mitjançant equips de regulació de flux.

La regulació de flux lumínic en la fase d'explotació del túnel, permetrà ajustar al llarg del període de vida dels punts de llum el nivell de luminància, de manera que en tot moments s'assoleixi el nivell lumínic preceptiu indicat a la norma, quan la làmpada perdi rendiment lumínic per desgast, i/o al final d'un cicle de neteja de túnel.

1.7.3 Contaminació acústica.

Per a túnels de longitud superior a 1000m i amb IMD per carril superior a 2000vehicles, quan no sigui preceptiu acompanyar el projecte d'un estudi d'impacte ambiental (EIA), s'adjuntarà en annex al projecte un estudi acústic en l'entorn de les boques.

L'estudi es realitzarà en relació al trànsit previst en les diferents franges horàries, per el trànsit previst a l'inici de l'entrada en servei, i per el trànsit previst en una projecció a 10 anys des de l'inici de l'explotació.

L'estudi es realitzarà d'acord al que es prescriu en l'ordenança qualitat de l'aire en el medi ambient urbà de la ciutat de Barcelona, i es tindrà en compte el nivell de fons existent abans de la implantació de la nova infraestructura.

Com a mesura correctora en entorns urbans d'alta sensibilitat per contaminació acústica, es recomanarà la utilització de paviments d'asfalt sono reductors, que a la vegada facilitin el seu drenatge.

1.7.4 Contaminació atmosfèrica.

En tots els túnels es disposarà de dispositius de control de qualitat d'aire interior a base de detector de CO y opacímetre.

En els túnels que a més hi hagi instal·lada una ventilació mecànica, el nombre de sensors es completarà d'acord al que s'indica en l'annex 3 apartat 2 (equipaments de seguretat i control - ventilació) d'aquesta IT. Aquests sensors controlaran permanentment la qualitat de l'aire en els episodis puntuals de contaminació que hi pugui haver en el seu interior, per si s'escau activar algun pla de contingència a nivell ambiental o de seguretat.

En cas de que s'instal·li un sistema de ventilació transversal o semi transversal, els focus d'emissió de l'aire d'extracció es realitzaran d'acord al que es prescriu en l'ordenança qualitat de l'aire en el medi ambient urbà, en la zona exterior del túnel.

En projectes de túnels de més de 1000m i amb una IMD superior a 2000vehicles/carril, quan no sigui preceptiu acompanyar el projecte d'un estudi d'impacte ambiental (EIA), s'adjuntarà en annex al projecte constructiu, un estudi de l'increment de nivells de contaminants en l'entorn de les boques.

L'estudi es realitzarà en relació al trànsit previst en les diferents franges horàries, i per el trànsit previst a l'inici de l'entrada en servei, i per el trànsit previst en una projecció a 10 anys des de l'inici de l'explotació.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Per a la modelització de la difusió de contaminants en l'aire s'emprarà software específic per aplicació en projectes de transport, tals com el software COPERT IV, o equivalent. En tot cas, el sistema de modelització que s'utilitzi haurà d'estar d'acord i aprovat per les convencions i requeriments internacionals, i segons els protocols de la legislació Europea.

1.8 Justificació del disseny.

En el cas que el túnel compleixi amb tots els requisits especificats a la present IT, cal justificar al projecte que el mateix s'adequa als requeriments legals de les normatives d'instal·lacions que li son d'aplicació.

En el cas que un nou túnel projectat no complís amb tots els requeriments d'aquesta IT, per algun motiu justificat, i si es projecta a l'empara d'altres normatives de túnels viaris (NFPA, CETU,.....), caldrà aportar un anàlisi de risc específic que justifiqui que el túnel assoleix nivell de seguretat equivalent, als que s'assolirien amb l'aplicació estricta d'aquesta IT.

L'aprovació del projecte s'obtidria a través de dictamen emès per la taula del TISU dels Serveis Tècnics Municipals de l'Ajuntament de Barcelona.

L'anàlisi de risc serà realitzat per un organisme funcionalment independent del gestor del túnel. Es realitzarà seguint una metodologia detallada i ben definida, la qual haurà de ser aprovada per l'autoritat municipal competent.

Subsidiàriament, es podrà utilitzar la metodologia d'anàlisi de riscos recollides en recomanacions internacionals de reconegut prestigi, com per exemple la que s'estableix en la PIARC "ANÁLISIS DE RIESGO PARA TÚNELES DE CARRETERA", 2008R02ES, i/o les recomanacions definides per la "Secretaria de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda del Ministerio de Fomento", en la seva resolució del 30 de maig del 2012, o la que la derogui en un futur.

2. PARAMETRES A TENIR EN COMPTE EN EL DISSENY EN RELACIÓ AMB LA SEGURETAT I PROTECCIÓ D'INCENDIS.

2.1 Aspectes a considerar en el disseny.

Independentment de la longitud del túnel, com a mínim, els següents factors s'hauran de considerar en la enginyeria de disseny de l'equipament per a la protecció d'incendis, seguretat i evacuació dels túnels:

- (1) El tipus d'usuaris de la instal·lació.
- (2) Restriccions en l'accés i sortida de vehicles.
- (3) Actuacions d'emergència en cas d'incendi, des dels incidents considerats menors, fins als majors, o catàstrofes.
- (4) Casos de situacions d'emergència d'incendis que es presentin en un o més llocs en l'entorn del túnel.
- (5) L'exposició dels sistemes i estructures del túnel a temperatures elevades.
- (6) La congestió del trànsit i el control durant les situacions d'emergència.
- (7) Equipaments de protecció contra incendis, com ara les següents:

- Alarma d'incendi i sistemes de detecció.
- Sistemes de columna seca.
- Xarxa d'extinció d'incendis mitjançant aigua.
- Sistemes de ventilació i desenfumatge.
- Sistemes de comunicacions durant els episodis d'emergència.

- (8) Els components de la instal·lació que ha d'incloure el sistema d'emergència.
- (9) Requeriments d'evacuació i rescat.
- (10) Temps de resposta en els episodis d'emergència.
- (11) punts d'accés de vehicles d'emergència.
- (12) Comunicacions d'emergència als agents implicats en l'explotació.
- (13) Els vehicles i els béns que es transporten.
- (14) Ubicació d'instal·lacions a nivell de risc i la seva capacitat de resposta.
- (15) Les dimensions i configuració física del túnel, incloent el perfil de la calçada.
- (16) Els factors ambientals de l'entorn, incloent el vent predominant.
- (17) Avisos anticipats de càrregues i transports especials.
- (18) Impacte en edificis o monuments històrics de l'entorn del túnel.
- (19) Els impactes a la instal·lació del túnel deguda a d'altres operacions i/o incidents externs.
- (20) Capacitat d'operació del trànsit: unidireccional, bidireccional, commutable, o reversible.

Dilluns, 30 de maig de 2016

2.2 Locals tècnics i centres de control i gestió a l'entorn dels túnels.

Tots els túnels disposaran de locals tècnics per a allotjar les instal·lacions de gestió i control de les instal·lacions.

El conjunt de dependències amb les que caldrà dotar cada túnel vindrà donat pel grau d'equipament que s'exigeixi, que com a mínim contemplarà els requeriments mínims d'instal·lació associats a la tipologia de túnel que es defineix en el capítol 4 d'aquesta IT. Aquestes dependències seran per a integrar-hi els següents usos:

- Centre de transformació MT.
- Sala grup electrogen.
- Sala de quadres de BT.
- Sala de comunicacions.
- Sala de control.
- Locals tècnics (instal·lacions de ventilació, operació de sistemes de drenatge...).
- Lavabo.
- Vestidors.
- Magatzem.

Les dependències del centre de transformació, la sala de grup electrogen, dependència de comptadors de BT amb una potència contractada superior a 50kW, i la dels magatzems, seran específiques per a aquests usos, formant cadascuna un sector d'incendi independent. La resta de dependències, sí que podran integrar-se totes elles en un sol sector d'incendi. En qualsevol tot el conjunt de locals, i els seus accessos, hauran d'acomplir amb la normativa de seguretat en cas d'incendi CTE-DB-SI.

Les instal·lacions de BT, comunicacions i l'espai destinat al personal de gestió i control del túnel, es podran integrar en una sola sala, preveient l'espai suficient per garantir la seguretat en l'operació i el manteniment de les instal·lacions.

Tot el material i equipaments que s'ha d'instal·lar a les dependències tècniques dels túnels, s'haurà de poder implantar al seu interior des de carrer preferentment. L'accés a peu des del túnel haurà de ser complementari al principal, realitzat des de carrer, i només s'admetrà un accés d'equipaments des de túnel, quan sigui impracticable, o d'execució molt difícil, i s'haurà d'acompanyar al projecte d'un estudi de risc específic, bàsicament per a les operacions de manteniment, i per a les incidències en l'operació de les instal·lacions.

2.3 Sortides d'emergència.

Les sortides d'emergència per a l'evacuació i la protecció dels usuaris es consideren elements de seguretat essencials.

En els túnels urbans aquestes sortides d'emergència estaran previstes sistemàticament cada 200m com a màxim.

En túnels amb congestió de tràfic, la distància entre sortides es reduirà fins a 150m.

Les sortides d'emergència comunicaran directament amb l'espai exterior, facilitaran l'evacuació dels usuaris i l'accés als Serveis d'emergència. L'amplada mínima serà de 1'40m i l'alçada mínima 2'20m. Estaran separades del túnel per un vestíbul d'independència i pressuritzat amb una superfície mínima de 5m². Les portes tindran una amplada mínima de 1'20m i una alçada de 2'10m, s'obriran en sentit de l'evacuació. Les dues portes del vestíbul podran obrir-se simultàniament per permetre el pas de lliteres.

En qualsevol cas tots els recorreguts d'evacuació compliran amb la normativa de seguretat en cas d'incendi CTE-DB-SI, pel que fa a la seva protecció, i a la capacitat d'evacuació d'acord a l'ocupació que s'estimi en cas de congestió.

El sistema de pressurització dels vestíbuls d'independència complirà amb la norma UNE EN 12101-6 i s'utilitzarà també com la recomanació NFPA 92. En qualsevol cas, l'evacuació a través d'un vestíbul implica la possibilitat d'obertura simultània de les seves portes enfrontades. Per aquest motiu, s'haurà de tenir en compte l'estat de pressions relatives aigües amunt i aigües avall del vestíbul, amb la finalitat de que s'eviti en aquesta circumstància que el fum d'un incendi de dins del túnel pugui penetrar-hi, quan les seves portes enfrontades siguin obertes de manera simultània, durant una operació d'evacuació.

Cal preveure la possibilitat que els equips d'emergència puguin entrar des de l'exterior a dins del túnel, en casos d'accidents, utilitzant aquestes comunicacions directes.

Dilluns, 30 de maig de 2016

2.4 Accessibilitat a l'interior del túnel i al seu entorn.

Als túnels viaris de dos o més tubs en els que es mantingui la igualtat de cota en relació a la rasant, s'han de preveure connexions transversals per facilitar l'accés als vehicles d'emergència com a mínim cada 1200m.

Obligatòriament s'ha de facilitar el pas de mitjana pels vehicles d'emergència en proximitat a les boques de sortida.

Amb l'objectiu d'avaluar les conseqüències del tancament del túnel per motius d'una situació d'emergència, s'haurà d'acompanyar al projecte amb un estudi de mobilitat de les vies d'accés al túnel (encreuaments o interseccions, equipats amb semàfors o no), tenint en compte les seves característiques i capacitat, plantejant les accions que calgués fer sobre la ordenació i/o la regulació, tals com els canvis de sentit del trànsit habitual, la possibilitat d'evacuar els vehicles atrapats al túnel a través de l'existència de calçades laterals, i la ubicació de passos de mitjana en els accessos al túnel, per a realitzar tot tipus de maniobres.

Així mateix en les boques dels túnels s'haurà d'estudiar la implantació de sistemes de control d'accessos i sistemes de tancament del túnel, mitjançant barreres físiques als accessos que n'impedeixin l'accés a l'interior efectuant el seu tancament, i que hauran d'estar ubicades de manera que els vehicles puguin ser desviats, i no quedin atrapats en el seu interior.

També es considerarà la implantació d'elements de abalisament lluminós de guiada, inserits en la calçada, i sistemes de senyalització informativa oculta, que ajudin a la gestió del trànsit en situacions d'emergència.

Tots aquests aspectes i altres sistemes actius en situació d'emergència, a més dels mecanismes i instal·lacions de seguretat que han de contemplar els túnels, seran gestionats de manera centralitzada al CCT, juntament amb el trànsit de les vies adjacents. El projecte haurà de preveure la integració de les instal·lacions en els protocols de gestió generals del CCT. Amb posterioritat al projecte, tota aquesta operativa, haurà de quedar explicada en un protocol de gestió de les diferents actuacions i nivells o graus d'emergència, i s'haurà de recollir al Manual d'explotació del túnel.

3. ELEMENTS ESTRUCTURALS I MATERIALS.

L'estabilitat al foc mínima que han de tenir els elements estructurals dels túnels serà EI120.

Els materials utilitzats com a revestiments o acabats exteriors hauran d'acomplir amb l'euroclasse A1 o A2.

Els acabats dels murs laterals i del sostre, es tractaran per optimitzar la lluminositat i la claredat, per tal de millorar el nivell lumínic, i també per afavorir i simplificar la neteja. Si es justifica des del punt de vista lumínic, es podran realitzar diferents execucions en l'acabat dels murs laterals, dels trams de l'interior respecte als de l'entrada.

Qualsevol element instal·lat al llarg del túnel que tingui una longitud superior a 10m, a excepció dels conductors elèctrics, i cables de control i comunicacions, hauran d'acomplir amb l'euroclasse A1 o A2, contrastant en aquest cas dos paràmetres afegits: el control de l'opacitat de fums i el de la generació de gotes inflamades.

Tots els equips instal·lats a parets, detectors, Pals SOS, enllumenat, etc. tindran un grau de protecció mínim IP66, i els ancoratges hauran de suportar les tensions que puguin rebre en el procés de neteja mecànica, presentant un grau IK09.

Grau IK	IK 00	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energia (J)	-	0.15	0.2	0.35	0.5	0.7	1	2	5	10	20
Massa i altura d'impacte	-	0.2 kg 70 mm	0.2 kg 100 mm	0.2 kg 175 mm	0.2 kg 250 mm	0.2 kg 350 mm	0.5 kg 200 mm	0.5 kg 400 mm	1.7 kg 295 mm	5 kg 200 mm	5 kg 400 mm

3.1 Comportament davant el foc.

La resistència al foc de les estructures d'un túnel viari han de justificar els següents objectius:

- Protegir a les persones usuàries de les vies d'evacuació durant el temps necessari per arribar a la sortida a l'espai exterior. Aquest temps es fixa tenint en compte la possibilitat de presència de persones discapacitades i mai serà inferior als 60 minuts.
- Garantir la seguretat dels serveis d'emergència mentre duri la seva intervenció i específicament la dels bombers en la extinció d'incendis. Es garantirà una resistència al foc de 120 minuts com a mínim (R 120), sempre que no s'especifiqui un requeriment superior.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Mantenir el subministrament elèctric i les comunicacions amb l'exterior dels sistemes de seguretat en el temps previst de durada d'un incendi, segons nivell de classificació del túnel viari.
- Garantir l'estabilitat estructura de tot el conjunt en el temps previst de durada del incendi, segons nivell de classificació del túnel viari.
- Protegir les edificacions i activitats alienes en l'àrea d'influència del túnel, garantint la seva estabilitat estructural en el temps previst de durada del incendi, segons nivell de classificació del túnel.

3.2 Tipologies de túnels segons el seu comportament davant el foc.

Per assolir els objectius expressats en el punt anterior es defineixen tres tipologies de túnels a les quals s'aplicaran les corresponents mesures de seguretat:

Tipologia N1.

Tipologia que identifica els túnels executats sota la via pública, sense afectació directa a habitatges o infraestructures.

També s'aplica als túnels en que com a conseqüència d'un col·lapse parcial pot tenir afectacions als sistemes propis de ventilació i evacuació de fums, i a les instal·lacions elèctriques dels diferents sistemes de control i extinció d'incendis.

És el nivell mínim de seguretat que ha d'assolir qualsevol túnel, excepte que per les seves característiques correspongui a una tipologia amb requeriments de seguretat més exigents.

Tipologia N2.

Identifica els túnels en els que un col·lapse parcial de la seva estructura afecta a un altre túnel o galeria, quan aquest no disposa de cap sortida d'evacuació directa al exterior.

Per a les estructures executades sota la via pública, amb classificació inicial N1, amb sortides directes al exterior a les que no sigui possible prohibir, en breu lapse de temps, la circulació per la via suportada o per l'altre túnel o galeria, s'adoptarà el nivell N2 en lloc del N1.

Aquest nivell també s'aplicarà a les estructures de túnel que per un col·lapse parcial, puguin tenir afectacions dels conductes de ventilació o del cables d'alimentació de les instal·lacions necessàries pel funcionament dels sistemes de control i extinció en cas d'incendi.

Tipologia N3.

Aquest nivell s'aplica als túnels submarins o sota el nivell de la capa freàtica, en els que un col·lapse parcial comporta ris d'inundació.

També s'aplica als túnels en els que una fallada parcial de l'estructura pot provocar danys greus en superfície o perjudicar altra activitat i quan hi ha afectació directa a estructures d'habitatges o altres amb ocupació de persones.

3.3 Característiques constructives de resistència al foc i de la sectorització dels túnels viaris urbans de Barcelona.

3.3.1 Tipologia N1.

Tipologia que identifica els túnels executats sota la via pública, sense afectació directa a habitatges o infraestructures.

També s'aplica als túnels en que com a conseqüència d'un col·lapse parcial pot tenir afectacions als sistemes propis de ventilació i evacuació de fums, i a les instal·lacions elèctriques dels diferents sistemes de control i extinció d'incendis.

És el nivell mínim de seguretat que ha d'assolir qualsevol túnel, excepte que per les seves característiques correspongui a una tipologia amb requeriments de seguretat més exigents.

3.3.2 Tipologia N2.

Identifica els túnels en els que un col·lapse parcial de la seva estructura afecta a un altre túnel o galeria, quan aquest no disposa de cap sortida d'evacuació directa al exterior.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Per a les estructures executades sota la via pública, amb classificació inicial N1, amb sortides directes al exterior a les que no sigui possible prohibir, en breu lapse de temps, la circulació per la via suportada o per l'altre túnel o galeria, s'adoptarà el nivell N2 en lloc del N1.

Aquest nivell també s'aplicarà a les estructures de túnel que per un col·lapse parcial, puguin tenir afectacions dels conductes de ventilació o del cables d'alimentació de les instal·lacions necessàries pel funcionament dels sistemes de control i extinció en cas d'incendi.

3.3.3 Tipologia N3.

Aquest nivell s'aplica als túnels submarins o sota el nivell de la capa freàtica, en els que un col·lapse parcial comporta risc d'inundació.

També s'aplica als túnels en els que una fallada parcial de l'estructura pot provocar danys greus en superfície o perjudicar altra activitat i quan hi ha afectació directa a estructures d'habitatges o altres amb ocupació de persones.

3.4 Requisits de resistència al foc.

3.4.1 Justificació de la resistència al foc.

La justificació de la resistència al foc s'ha de fer d'acord amb les diferents instruccions tècniques existents en el camp de les estructures (EHE, EAE,...).

Alternativament es podran acceptar altres normatives i textos publicats per organismes i associacions nacionals o internacionals de reconegut prestigi, dels quals s'haurà de justificar la seva conveniència en cada cas.

3.4.2 Corbes temperatura - temps.

S'utilitzaran dues corbes temperatura - temps, segons els casos, per a la justificació de la resistència al foc de les estructures i de certes instal·lacions.

Els incendis amb un augment relativament lent de la temperatura però que poden resultar de llarga durada, es caracteritzen per la corba temperatura/temps normalitzada definida a la norma ISO 834.

$$\theta = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

En la qual θ és la temperatura dels gasos en graus Celsius i t és el temps en minuts.

Les exigències de resistència pel que fa a aquesta corba s'expressen a continuació en aquest text per la lletra R seguides de la durada de resistència en minuts (per exemple R 120 significa justificació durant 120 minuts respecte a la corba normalitzada).

L'incendi d'un vehicle pesat pot presentar un increment de temperatura molt més ràpid que el d'aquesta corba, particularment si estan implicades mercaderies molt combustibles o líquids fàcilment inflamables, encara que no estiguin classificats com a mercaderies perilloses per al transport. Tal tipus de focs es caracteritzen per una corba anomenada "de foc d'hidrocarburs majorada" que arriba 1.200°C en menys de 10 minuts i 1.300°C al voltant de 20 minuts més tard. Es pot per exemple utilitzar l'equació següent:

$$\theta = 1280(1 - 0,325e^{-0,167t} - 0,675e^{-2,5t}) + 20$$

En la qual θ és la temperatura dels gasos en graus Celsius i t és el temps en minuts.

Les exigències de resistència pel que fa a aquesta corba s'expressen amb les lletres HCM seguides de la durada de resistència en minuts.

Quan s'especifiquen dos durades corresponents a dos corbes temperatures- temps diferents, la justificació es farà independentment amb cada corba durant la durada especificada per aquesta (per exemple R 240 HCM 120 significa dues justificacions separades, una amb la corba normalitzada durant 240 minuts i la altra amb la corba de foc d'hidrocarbur majorada fins a 120 minuts).

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.3 Estructura Principal.

Es defineixen tres nivells de seguretat corresponents a les tres tipologies de classificació de túnels viaris:

Tipologia de túnel	Resistència estructura principal
N1	R120
N2	HCN 120 R 180
N3	HCN 120 R 240

3.4.4 II.2.4 Estructures secundàries i altres locals.

Només s'examinen aquí les situacions més freqüents. En cada cas caldrà realitzar un examen específic sobre les solucions adoptades d'acord amb els criteris generals exposats en aquesta ordenança. Quan un mateix element d'estructura sigui susceptible de diferents requeriments de seguretat, li seran d'aplicació les disposicions més restrictives.

3.4.5 Falsos sostres i parets que separen conductes de ventilació.

Tots aquells elements (falsos sostres, conductes, panells) que estiguin en contacte amb el túnel i que el seu col·lapse pugui presentar un risc per als serveis actuant, però que no tenen relació amb el sistema de ventilació, hauran de presentar un nivell de seguretat adequat a la tipologia N1.

En el cas d'elements que serveixin per delimitar conductes de ventilació, les parets comunes amb altres conductes o instal·lacions seran resistents al foc 120 per a les temperatures més desfavorables que puguin existir en cada costat, d'acord amb l'estudi corresponent del propi túnel.

Tots els altres elements que serveixin per a sostenir conductes de ventilació també seran resistents 120 minuts en les mateixes condicions per garantir la funcionalitat del sistema.

3.4.6 Locals tècnics i estacions de ventilació.

Si els locals tècnics, en particular els de les instal·lacions de ventilació, s'ubiquen adjacents al túnel, les parets o les lloses mitgeres s'hauran d'examinar sota el doble risc comportat pel túnel en el cas d'un incendi provinent de l'interior del local, i pel risc de pèrdua de les funcions assegurades al local a causa d'un incendi ocorregut al túnel.

Pel que fa al risc ocorregut al local, els elements mitgers amb el túnel presentaran un nivell de resistència al foc corresponent a la tipologia N1.

En relació a un incendi que passi al túnel, els elements mitgers amb el local presentaran com a mínim una resistència al foc corresponent a la tipologia N1. S'aplicarà el nivell N3 si la pèrdua del local amenaça amb interrompre la continuïtat de l'alimentació elèctrica o de les telecomunicacions al lloc de l'incendi.

Si un local comunica directament amb el túnel, els elements de construcció que impedeixen la comunicació han de presentar una resistència al foc del mateix nivell que la paret, ja especificat anteriorment.

Si hi ha un vestíbul estanc, el nivell de resistència al foc haurà de ser complet per tot ell.

3.4.7 Instal·lacions per a l'evacuació i protecció dels usuaris i l'accés dels serveis d'emergència.

Els vestíbuls estancs i les parets que separen el túnel d'una comunicació directa amb l'exterior hauran de presentar una resistència global R 60.

Quan es preveuen comunicacions entre les dues galeries del túnel, o si aquestes galeries tenen una paret comuna, les portes i / o tancaments que obturen la comunicació seran tallafocs del mateix nivell que la paret.

Si les dues galeries no tenen paret comú, els elements de construcció que obturen les comunicacions hauran de presentar una resistència al foc entre les dues galeries de nivell N2. Quan s'instal·lin vestíbuls estancs entre les dues galeries, aquestes han de complir el nivell de resistència tallafoc global.

Quan s'instal·li una galeria de seguretat, els elements de construcció que obturin les comunicacions amb el túnel han de presentar una resistència al foc global de nivell N2.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.8 Llosa suportant la calçada.

Si hi ha un altre nivell de circulació sota la llosa, aquesta ha de respondre a les exigències fixades per les estructures necessàries pel manteniment de l'estabilitat d'una altra galeria i la separació amb aquesta. Es tindrà llavors en compte separatament el cas d'un incendi, tant sota la llosa com per sobre d'aquesta.

3.4.9 Protecció contra la caiguda d'instal·lacions penjades del sostre.

Convé protegir els equips d'emergència que treballen sota gasos calents estratificats al sostre de qualsevol caiguda d'elements perillosos. Per això, els dispositius d'ancoratge i l'estructura portant d'instal·lacions pesades implantades en alçada: acceleradors, panells amb missatges variables, pals d'instal·lacions, han de resistir a una temperatura de 450 C durant 120 minuts.

La justificació es farà utilitzant la corba de foc normalitzada fins a aconseguir aquesta temperatura, que es mantindrà després fins al final del temps especificat.

3.5 Compartimentació.

La compartimentació respecte el foc dels túnels i de les diferents dependències i elements constructius es realitzarà segons la taula següent:

<u>ELEMENTS</u>	<u>GRAU DE RESISTENCIA AL FOC</u>
Elements constructius de separació entre túnels	EI 120 minuts
Galeries de servei	EI 120 minuts
Vies d'evacuació protegides	EI 120 minuts
Locals d'instal·lacions	EI 120 minuts
Locals de risc en general	EI 120 minuts
Comportes de comunicació entre túnels	EI 90 minuts
Conducció d'extracció i impulsio de fums	EI 90 minuts
Comportes d'extracció i impulsio de fums	EI 60 minuts
Conducció de cables essencial (1)	EI 90 minuts
Portes d'evacuació	EI 60 minuts
Portes dels locals que son sector d'incendi	EI 60 minuts
Fals sostres	EI 60 minuts

(1) Ventilació, comunicacions.

3.6 Materials i equips.

3.6.1 Materials.

Els materials utilitzats com a revestiments o acabats exteriors seran com a mínim de classe A2 s1 d0.

El acabats de parets, es tractaran per optimitzar la lluminositat i la claredat, per tal de millorar el nivell lumínic i afavorir i simplificar la neteja.

Es podrà diferenciar la qualitat d'acabat dels trams d'entrada al túnel, més sensibles, respecte de la dels trams interiors.

Qualsevol element instal·lat al llarg del túnel (excepte els cables) que tingui una longitud superior a deu metres haurà de ser de classe A2 s1 d0.

3.6.2 Equips.

Els equips instal·lats a parets, detectors, pals SOS, llums d'emergència, etc., tindran un nivell de protecció IP66 i els ancoratges hauran de suportar les tensions que puguin rebre en el procés de la neteja mecànica.

Els equips de ventilació seran en tot cas F40090.

3.6.3 Cables.

Tots els cables instal·lats dins dels túnels seran no propagadors del incendi, classificació AS, sense halògens, de baixa emissió de fums i gasos tòxics en la seva combustió.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Els cables utilitzats hauran d'estar homologats i certificats en base a la normativa vigent.

El cablejat d'alimentació de ventiladors, extractors de fum i tots els necessaris pel funcionament i control d'aquest sistemes, els de sistemes de comunicacions i de vigilància, així com els dels circuits d'il·luminació de seguretat, seran tipus AS+, i s'instal·larà sempre protegit de l'acció del foc per mitjà d'elements mecànics que assegurin una resistència al foc com a mínim del mateix nivell que els sistemes de ventilació del túnel on estan continguts. Tot el sistema estarà degudament protegit de l'acció d'un incendi, i estarà sectoritzat per tal que en cas fallada parcial d'algun dels elements la resta del sistema continuï funcionant.

Per la il·luminació de seguretat és necessari sectoritzar la instal·lació amb sectors menors de 600 m, de tal manera que la fallada d'un sector no afecti als altres. L'abalisament d'emergència s'ha de dissenyar amb sectors de 100 m, ja que el seu paper és fonamental per la evacuació dels usuaris, especialment en les zones amb fum. Les instal·lacions de radiocomunicació han d'estar sectoritzades cada 500 m.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 2. Classificació de Túnel.

1. CLASSIFICACIÓ SEGONS LONGITUD.

Tots els túnels urbans hauran de disposar d'una sala de control on es recollirà i tractarà tota la informació provinent de les diverses instal·lacions del túnel, i que necessiten d'una organització específica permanent per al control i vigilància de les seves instal·lacions.

Els factors a considerats per procedir a la seva classificació a efectes d'aquesta instrucció tècnica són:

- Longitud del Túnel.
- Circulació unidireccional o bidireccional.

CIRCULACIÓ	LONGITUD DEL TÚNEL (metres)			
	100	200	400	1000
Unidireccional	A	B	C	D
Bidireccional	A*	No es contempla la seva construcció en àmbit urbà		

A* = A amb ventilació sanitària, per a casos de congestió.

Aquesta IT no serà d'aplicació en túnels de longitud inferior a 100m. La longitud del túnel es determinarà tenint en compte la part coberta.

Tampoc serà d'aplicació en aquelles vies soterrades que presentin una superfície d'obertures al exterior igual o superior a 1m² per via de circulació i per metre lineal de túnel.

En qualsevol cas per a l'aprovació d'un projecte d'infraestructures viàries soterrades, caldrà dictamen emès per la taula del TISU dels Serveis Tècnics Municipals de l'Ajuntament de Barcelona, per determinar el nivell d'equipament de seguretat amb el que s'haurà de dotar.

2. NIVELL D'EQUIPAMENT MÍNIM OBLIGATORI.

DESCRIPCIÓ DE L'EQUIPAMENT	NIVELL D'EQUIPAMENT SEGONS TIPUS DE TÚNEL			
	A	B	C	D
Il·luminació normal, d'emergència i de seguretat, i control d'il·luminació, i d'energia	X	X	X	X
Semàfors Exteriors i barreres	X	X	X	X
Local tècnic per als equips de control local (LT), equipat amb estació remota unificada (ERU), o PLC	X			
Centre de Control Local (CCL), equipat amb Servidor, SCADA resident, per a control local de totes les ERU's i/o PLC's del túnel		X	X	X
Drenatge	X	X	X	X
CTTV mòbil Exterior	X	X	X	X
Sistema de barreres de tancament de túnel	X	X	X	X
Locals tècnics	X	X	X	X
Pals S.O.S., dotats BIE + 1 o 2 extintors	X	X	X	X
Extinció d'incendis	X	X	X	X
Sistema de alimentació ininterrompuda SAI per a l'alimentació de sistemes de seguretat	X	X	X	X
Transmissió de dades al CCT per fibra òptica	X	X	X	X
Detectors de CO i opacímetres (salubritat, seguretat) i anemòmetre interior.	X	X	X	X
CTTV, càmeres interiors fixes	X	X	X	X
DAI	X	X	X	X
Detecció d'incendis		X	X	X
Estacions meteorològiques		X	X	X
Ventilació i control de ventilació, amb sistema informàtic d'extracció de fums, automàtic i manual		X	X	X
Cable radiant - Sistema de radiocomunicació per a serveis d'emergència i missatgeria d'emergència per a canals de radio per a usuaris (si n'hi d'instal·lats).		X	X	X
Senyalització fixa vertical a l'interior, i en els entrades i sortides del túnel.		X	X	X
Semàfors (groc-groc) a l'Interior de túnel			X	X
Megafonia			X	X
PMV informatius a l'entrada del túnel			X	X
Estacions de presa de dades (aforadors)			X	X
Senyalització vertical variable incloent PMV en interior de túnel				X

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 3. Equipaments de Seguretat i Control.

1. SUBMINISTRAMENT D'ENERGIA.

1.1. Sistemes de subministrament d'energia.

L'energia elèctrica per serà subministrada, com a mínim, pels sistemes i equipaments següents, d'acord a cada tipus de túnel:

Túnels tipus A i B: Doble subministrament un de principal i l'altre d'emergència, proveït per dues fonts independents. El principal serà sempre proveït per companyia, mentre que el subministrament d'emergència o bé serà de companyia, o bé serà proveït per fonts pròpies (preferentment de grup electrogen), o bé per un equip de SAI amb una autonomia mínima de 2h, i que haurà d'alimentar a l'enllumenat de seguretat del túnel. En cas de que els subministrament d'emergència sigui proveït per companyia o grup electrogen, sempre es disposarà d'un equip de SAI per a les instal·lacions bàsiques de vigilància, seguretat i telecomandament, amb un mínim de 20min d'autonomia.

Túnels tipus C: Doble subministrament un de principal i l'altre d'emergència, proveït per dues fonts independents. El principal serà sempre proveït per companyia, mentre que el subministrament d'emergència o bé serà de companyia, o bé serà de font pròpia d'energia (preferentment de grup electrogen). Es dotarà de SAI per a instal·lacions bàsiques de vigilància, seguretat i telecomandament, amb autonomia suficient per a realitzar les operacions d'evacuació del túnel (mínim 20 min).

Túnels tipus D: Doble escomesa en MT, equipant la instal·lació amb doble Centre de Transformació, preferentment un a l'entorn de cada boca. Un subministrament d'emergència de font pròpia, preferentment de grup electrogen. Es dotarà de SAI per a instal·lacions bàsiques de vigilància, seguretat i telecomandament, amb autonomia suficient per a realitzar les operacions d'evacuació del túnel (mínim 1h).

En túnels tipus D el repartiment i estructuració de les càrregues energètiques es farà seguint un esquema de doble circuit, carregant un 50% a cada transformador i fent la commutació en MT.

En aquells túnels on sigui necessària la instal·lació d'un pou de bombes d'esgotament per a la instal·lació de drenatge, caldrà que el subministrament d'emergència sigui proveït o bé per companyia o bé per un grup electrogen. El grup electrogen haurà de tenir una autonomia de fins a 2h per al que fa al conjunt de les instal·lacions, i d'un mínim de 24h pel que fa a la capacitat de mantenir en funcionament la instal·lació de bombament del drenatge.

El SAI s'haurà de dimensionar per a donar servei 100% de les càrregues instal·lades a les que alimenta, per assegurar un subministrament d'energia sense interrupció en les operacions de commutació de subministraments, fins que entri en servei el subministrament d'emergència, el de companyia, o bé el de grup electrogen.

1.2. Centres de transformació.

Els centres de transformació s'ubicaran en sales tècniques específiques, integrades en el conjunt de les dependències tècniques del CCL.

Els centres de transformació hauran de complir amb els requeriments previstos en la normativa vigent per a instal·lacions elèctriques d'alta tensió, i amb les recomanacions que prescriu la companyia distribuïdora d'energia.

1.3. Sistemes de subministrament d'emergència - grups electrògens.

El generador autònom haurà de subministrar la potència elèctrica necessària, i tindrà una autonomia suficient per mantenir simultàniament en servei, la il·luminació nocturna i els ventiladors del túnel, així com tots els serveis crítics de vigilància, seguretat i control, durant un mínim de 6 hores.

L'inici del seu funcionament serà automàtic, quan es produeixi un defecte en el o els subministraments elèctrics principals, proveïts per les companyies distribuïdores.

La ubicació del generador serà en sala tècnica específica, integrada en el conjunt de sales tècniques del CCL, i haurà de complir amb tots els requeriments previstos en les normatives d'instal·lacions elèctriques i de seguretat vigents, per aquest tipus d'instal·lacions.

Dilluns, 30 de maig de 2016

El Grup Electroge, per garantir el subministrament en cas de caiguda de la xarxa principal. Entrarà en servei quan es produeixi un defecte en el o els subministraments principals de companyia, però ho farà amb un cert retard per evitar la seva posta en servei innecessària, en cas de que el defecte en la xarxa fos de tipus transitori.

En la redacció del projecte del túnel s'hauran de definir les condicions en les que el grup haurà d'arrancar considerant les següents anomalies en el subministrament elèctric, o en la seva qualitat:

- El defecte total en el subministrament de la companyia elèctrica.
- Disminució de la tensió.
- Defecte en alguna fase.
- Desequilibri de tensió entre fases.

Així, quan es produeixi alguna d'aquestes situacions, es produirà l'arrencada automàtica del grup, que tornarà a donar subministrament a les instal·lacions del túnel. Quan es torni a reposar el subministrament principal, es desconnectarà el consum de les línies del grup i es tornarà a connectar el sistema a la xarxa, de manera automàtica.

1.4. Sistemes de subministrament SAI.

El Sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI): S'encarregarà de garantir el subministrament sense cap tall als elements crítics de seguretat. Es consideren elements crítics:

- Els equips informàtics, tant els situats en el CCL o als LT, així com els situats en el propi túnel: ERU's, PLC's, Reguladors.
- Sistemes de comunicacions.
- L'equipament de control ambiental.
- La senyalització de carril i semàfors d'emergència.
- L'enllumenat d'emergència.
- Abalisament lluminós lateral.

En absència de tensió a l'entrada del SAI, o que dita tensió estigui fora de toleràncies, aquest passa a funcionament d'emergència, alimentant la càrrega crítica amb bateria i ondulador. Quan es recuperi la tensió a l'entrada del SAI, el rectificador-carregador realimentarà l'ondulador.

El temps d'autonomia de la bateria limitarà el temps de funcionament de l'equip. Per tant, el SAI assegurarà la continuïtat del subministrament elèctric als equips connectats a la seva sortida, en qualsevol cas de perturbació o d'interrupció de la xarxa elèctrica normal.

Els Sistemes d'Alimentació Ininterrompuda (SAI), estaran formats per:

- Un rectificador-carregador.
- Un ondulador.
- Un contactor estàtic.
- Un bypass manual de manteniment integrat.

2. VENTILACIÓ I EXTRACCIÓ DE FUMS.

2.1. Funcionalitat de la instal·lació.

La ventilació és l'element més important pel disseny d'un túnel en relació amb la seguretat durant el funcionament normal, i molt especialment en el moment que es produeix qualsevol incidència tals com la d'un incendi, accident, o un episodi de congestió.

En túnels unidireccionals de longitud major de 200m, serà obligatòria la instal·lació d'un sistema de ventilació mecànic dotat de sistema de control automàtic. En els bidireccionals sempre s'instal·larà ventilació de tipus sanitari.

Dilluns, 30 de maig de 2016

El sistema de ventilació i extracció de fums s'ha de dissenyar per:

- Tenir la màxima fiabilitat de funcionament, tan els ventiladors, com les instal·lacions de regulació, control i sistemes auxiliars.
- En situació d'explotació normal, mantenir sempre una atmosfera neta de CO, NO_x i de fums a l'interior del túnel.
- En cas d'incendi, controlar la propagació dels fums amb l'objectiu de mantenir durant el major temps possible una zona lliure de fums i així permetre l'evacuació de les persones i la posterior intervenció dels Serveis d'emergència.
- En cas d'incendi, ha de poder treballar en condicions extremes de temperatura (400°C, 2h), i eliminar els fums de forma controlada.

La instal·lació de ventilació serà gestionada automàticament per un sistema de control telecomandat, associat als nivells de contaminació detectats pels sensors ambientals de l'interior del túnel, (detector de CO, NO₂-NO_x, d'opacitat, i estacions anemomètriques).

En funció dels nivells de contaminació detectats per aquests sensors, s'activaran els diferents elements que componen la instal·lació (ventiladors, trampelles d'extracció, extractors, etc.) per aconseguir mantenir l'atmosfera a l'interior del túnel tant neta com sigui possible i sempre dins dels límits de CO, NO₂-NO_x, i opacitat admesos internacionalment.

La instal·lació d'extracció estarà telecomandada per autòmat instal·lat al CCL del túnel i el seu funcionament serà automàtic, després que l'operador de túnel validi el senyal d'alarma d'incendis, o accioni de manera manual el sistema, a la seva voluntat.

Eventualment, la instal·lació en mode de funcionament normal podrà ser accionada en tot moment des del CCT, o bé des del CCL, per a permetre generar un ambient apte, quan en el túnel s'hagin de realitzar tasques de manteniment.

Tots els equips instal·lats disposaran de la corresponent marca de conformitat o marca CE.

2.2. Tipus de ventilació.

La ventilació a dissenyar pot ser d'un dels següents tipus:

- a) Ventilació natural. Es basa únicament en causes naturals i en la circulació; els fums s'extrauen per les boques d'entrada i sortida.
- b) Ventilació longitudinal. En operació normal, l'aire del túnel es renovarà mitjançant l'efecte pistó induït pel pas de vehicles, des de la boca d'entrada fins al de la boca de sortida. Si fos precís una aportació extra d'aire fresc per a la dilució de contaminants, s'accionaran sistema de ventiladors tipus jet reversibles des de la boca d'entrada fins a la de sortida segons el sentit de la circulació. En cas d'emergència per incendi, els fums seran conduïts al llarg del túnel per el mateix sistema de ventiladors.
- c) Ventilació semi transversal. En operació normal, l'aire del túnel es renovarà mitjançant l'efecte pistó induït pel pas de vehicles, des de la boca d'entrada fins al de la boca de sortida. Si fos precís una aportació extra d'aire fresc per a la dilució de contaminants, aquesta es farà mitjançant ventilació mecànica a través de conductes de ventilació, amb ventiladors que impulsaran aire exterior fins a reixes de difusió d'aire distribuïdes al llarg del túnel. En cas d'emergència per incendi, els ventiladors operarien en mode invers (mode extracció) per retirar el fum a través de les comportes obertes en l'entorn del focus d'incendi, tancant-se la resta de comportes. L'aire fresc entraria a través dels portals del túnel.
- d) Ventilació transversal. L'aire fresc és introduït, tant en mode normal como d'emergència, transversalment a l'eix longitudinal del túnel mitjançant un canal independent de ventilació format per ventiladors d'impulsió, conductes d'aire i reixes disposades de manera distribuïda al llarg del túnel, i en la part inferior, a nivell de voreres normalment. L'extracció d'aire, tant en mode normal como la de fum d'un incendi, se fa mitjançant un altre canal independent, amb ventiladors d'extracció, conductes d'aire i comportes distribuïdes al llarg del túnel, disposades en la part alta a nivell de sostre, normalment. Aquesta extracció també es fa transversalment a l'eix longitudinal del túnel.

L'aplicació de cada tipus de ventilació es realitzarà d'acord a la tipologia de túnel, i a la seva longitud, segons es defineix en la següent taula:

Dilluns, 30 de maig de 2016

CIRCULACIÓ	LONGITUD DEL TÚNEL (metres)		
	100	200	1000
Unidireccional	Natural	Longitudinal (*)	Longitudinal (**)
Bidireccional	Longitudinal Sanitària	No es contemplen	

(*) Per a túnels entre 500m i 1000m, la ventilació longitudinal serà complementada per un sistema d'extracció de fums independent a la ventilació, si un anàlisi de risc determina que el túnel es intrínscament insegur per congestió extrema, embussos, etc. o bé longitudinal i la implementació de mesures de seguretat compensatòries como augment de sortides d'emergència, sistemes de control d'accessos per al tancament de túnel, etc.

(**) Complementada per un sistema d'extracció de fums independent a la ventilació.

L'ordre d'efectivitat dels sistemes de ventilació de menor a major és:

- Natural.
- Longitudinal.
- Semí transversal.
- Transversal.

Els sistemes de ventilació recomanats a la taula anterior són els mínims necessaris. Per tant sempre podran ésser substituïts per altres de major efectivitat.

2.3. Dimensionat dels equips de ventilació.

En l'Annex V es desenvolupa la metodologia de càlcul a aplicar en el disseny de túnels. Els paràmetres de càlcul a aplicar per als equips de ventilació, s'indiquen a continuació.

2.3.1. Paràmetres de càlcul:

Paràmetres a considerar per dissenyar la ventilació als túnels:

a) La concentració de CO no pot superar:

- CO: 50 ppm. amb trànsit fluït.

b) La concentració de NO₂ no pot superar:

- NO₂: 1ppm (NO_x= 10 ppm) amb trànsit fluït.

c) Opacitat produïda per les partícules de pols.

Rang de velocitats (Km./ h)	Coefficient d'absorció K límit (m-1)
0 < v < 30	0,009
30 < v < 60	0,0075
v > 60	0,005

d) Variables de trànsit:

- Les que aporti la Direcció de Serveis de Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona.

e) Foc típic:

- Vehicle Camió de Dimensions 2,5 x 10 m
- Potència tèrmica 30MW
- Emissió de fums 80m³/s (*)
- Temperatura 800°C (**)

(*) Es prendrà com a paràmetre de càlcul aquest cabal, que és el recomanat pel CETU 2004, per a un incendi de 30MW. No obstant, en determinades circumstàncies, es podrà establir un cabal de fums més restrictiu de 120m³/s.

Dilluns, 30 de maig de 2016

(**) Aquest valor que depèn de l'entorn de dins del túnel: coeficient d'intercanvi aparent de les parets del túnel, potència radiativa emesa a las parets, potència convectiva emesa a l'aire, velocitat de l'aire en el focus d'un incendi. De manera justificada se'n podrà considerar un altre, d'acord a les característiques constructives del túnel, segons ho requereixin els serveis tècnics municipals.

En cas de que el trànsit en el túnel sigui de característiques diferents (vehicles lleugers, furgonetes, autobusos,...) es podrà elegir una altra potència de foc de les que s'indiquen a la PIARC, de manera justificada, i d'acord a les prescripcions que puguin imposar els serveis tècnics municipals.

2.3.2. Altres paràmetres.

Per la resta de paràmetres o coeficients no definits en aquesta norma i que siguin necessaris pel càlcul de la ventilació, s'aplicaran els recomanats per organismes internacionals com el CETU, la OFROU i la AIPCR.

2.4. Components del sistema de ventilació i extracció.

2.4.1. Detectores de CO.

La instal·lació de detecció de CO pot ser de tres tipus:

- Absorció de la radiació infraroja.
- Combustió catalítica.
- Oxidació electroquímica.

Preferiblement s'utilitzaran les instal·lacions basades en el tercer tipus (Oxidació electroquímica), que bàsicament funcionen aspirant aire mitjançant una bomba rotativa de vuit i un sensor d'oxidació electroquímica.

Es posaran el nombre de detectors necessaris per aconseguir el millor funcionament del sistema de ventilació en funció de la geometria del túnel.

2.4.2. Detectores d'opacitat.

La instal·lació de detecció d'opacitat pot ser de tres tipus:

- Sistemes de mesura directa.
- Sistemes de mesura per difusió.
- Sistemes de mesura per difusió compensats per pont de Wheatstone òptic.

Es posarà, el nombre de detectors necessaris per aconseguir el millor funcionament del sistema de ventilació en funció de la geometria del túnel. Com a recomanació es podrà utilitzar per a la ubicació dels detectors de CO, les recomanacions de la normativa RABT 2006 (Alemanya).

La detecció de CO s'ha de controlar com a mínim en 2 punts del túnel, i si es sobrepassa el valor de 200ppm de CO en l'interior, durant més de 3min, s'ha de tancar el túnel immediatament. Així, caldrà d'implantar una sèrie de detectors de CO distribuïts al llarg del túnel, i com a mínim es disposarà d'un detector de CO i d'un altre de NO₂, (o bé un combinat per a la detecció d'ambdós gasos), a cada 500m de túnel.

2.4.3. Anemòmetres.

Els anemòmetres que cal instal·lar seran del tipus hèlix, que proporcionaran informació de la velocitat i sentit de circulació del vent a l'interior del túnel. Com a alternativa als anemòmetres d'hèlix, es podran utilitzar anemòmetres de tecnologia per ultrasons.

Es posarà, el nombre de detectors necessaris per aconseguir el millor funcionament del sistema en funció de la geometria del túnel. Como mínim es disposaran dos anemòmetres, un a la entrada i un altre a la sortida del túnel, suficientment distanciat dels portals (≈ 10 vegades el diàmetre hidràulic), per a poder mesurar sense distorsió dins del flux d'aire que circula per l'interior del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

2.4.4. Ventiladors.

La funció principal dels ventiladors serà mantenir el túnel net dels contaminats que produeixen els vehicles durant l'exploració diària i en cas d'incendi, extreure els fums de forma controlada. En funció de la ventilació instal·lada (longitudinal, transversal, semi transversal, etc.) es col·locarà el tipus de ventilador més adient.

Els ventiladors que s'instal·len en un túnel seran tots del mateix tipus i model, per facilitar el manteniment. Seran sempre reversibles, per facilitar el control dels fums en cas d'incendi.

El número de ventiladors que cal instal·lar serà el necessari per garantir que en cas d'avaria d'un d'ells, no es vegi reduïda la ventilació, fet que faria perillosa la circulació de vehicles pel túnel.

Els ventiladors hauran de funcionar a altes temperatures i com a mínim a 400°C durant 90 minuts.

En el cas de la ventilació longitudinal, s'hauran d'instal·lar ventiladors capaços d'aspirar el flux d'aire cap l'exterior. Hauran de ser de tipus reversible, amb baix nivell de sonoritat. Caldrà prendre especial atenció a l'ancoratge a les parets o a l'arc del túnel. S'hauran d'instal·lar amb els corresponents amortidors, s'haurà de vigilar que produeixin la mínima vibració possible.

Serà recomanable que vinguin equipats amb sensors que reportin informació de determinades variables sobre el funcionament dels mateixos (vibració, funcionament, desgast de coixinets,...).

2.4.5. Trapes de ventilació.

Cada trapa de ventilació disposarà d'un motor amb un automatisme de control per l'obertura i tancament de les seves portes. El control de les trapes de ventilació s'efectuarà de forma individual des de la sala de control i com alternativa disposaran d'un dispositiu que permeti l'obertura manual "in situ" en cas de fallida del control automàtic.

Les trapes hauran de funcionar a temperatures de 400°C durant 90 minuts.

2.5. Sistema de control i gestió de la ventilació.

El control de la ventilació es realitzarà amb un equipament fiable i robust, i per tant de provada qualitat.

2.5.1. Control de l'atmosfera a l'interior del túnel:

Per al control de qualitat d'aire i per activar la ventilació s'instal·laran els següents equips:

- Mesuradors de CO, NO₂-NO_x. Els de CO podran ser d'absorció de radiació infraroja, per combustió catalítica, o bé per oxidació electroquímica. Com a mínim un dels mesuradors serà d'oxidació electroquímica.

- Anemòmetres: de tipus estàtic, menys sensibles a les pertorbacions ocasionades pel pas del transit (en especial de pesants).

- Opacímetres: Mesuraran la visibilitat dins del túnel. S'empraran els de mesura directa o bé per difusió de feix lluminós.

2.5.2. Control de l'atmosfera a l'exterior del túnel:

Serà recomanable d'instal·lar una estació meteorològica una de les boques del túnel que com a mínim mesuri:

- Velocitat del aire.
- Direcció del aire.
- Temperatura.
- Pressió.
- Volum de pluja.

2.5.3. Control dels ventiladors.

L'equip de ventilació comunicarà via bus con el centro de control, para la recollida i enviament de senyals. Haurà de tenir un commutador per al seu funcionament en mode local o telecomandat.

Dilluns, 30 de maig de 2016

El ventilador inclourà la capacitat per a treballar amb els següents senyals de sortida:

- Arrancada directa del ventilador.
- Arrancada inversa del ventilador.
- Parada del ventilador.

El ventilador inclourà la capacitat per a treballar amb els següents senyals d'entrada:

- Ventilador parat.
- Ventilador en marxa sentit directe.
- Ventilador en marxa sentit invers.
- Senyal de funcionament en comandament local.
- Ventilador preparat per a marxa.
- Variador de freqüència.

I a més inclourà sondes per al control de:

- Temperatura de debanat mitjançant senyals de parada de marxa i alarma.
- Estat de vibracions del ventilador.

En els ventiladors axials per a l'extracció o impulsió, es controlaran a més els cabals i la pressió.

3. ENLLUMENAT.

Les condicions d'il·luminació han d'assegurar als conductors una visibilitat adequada de dia i de nit a l'entrada del túnel, en les zones de transició i en la part central. Es realitzarà la instal·lació corresponent en tots els túnels.

La instal·lació d'enllumenat dels túnels juga un paper molt important sobre tres aspectes:

- Seguretat del trànsit.
- Comprensió del túnel.
- Confort del conductor.

Tots els equips instal·lats disposaran de la corresponent marca de conformitat o marca CE.

3.1. Normativa d'aplicació.

El marc normatiu d'aplicació per a projectar l'enllumenat dels túnels urbans de la ciutat de Barcelona ve donat pel RD 635/2006, que fixa els tipus d'il·luminació de que ha de disposar un túnel, i també pel RD 1890/2008 d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior.

En el RD 1890/2008 es prenen com a valors de referència del nivell de luminància els que s'estableixen en la CEI88/2004. Per tant, serà necessari que de manera general en l'enllumenat dels túnels de la ciutat de Barcelona acompleixin amb els nivells i distribucions fixats per aquesta norma.

Així mateix es podran considerar quan així es consideri oportú i justificat, els nivells i distribucions més restrictius que s'indiquen a la normativa UNE-CR 143800IN.

En qualsevol cas no hi haurà cap punt del túnel en fase d'explotació amb un enllumenat inferior a 1cd/m^2 .

Els altres reglaments que es podran considerar, i el detall dels que s'han anomenat anteriorment, s'indiquen a continuació:

- Reglament (CE) 245/2009, de 18 de març, pel qual s'aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlament Europeu i del Consell pel que fa als requisits de disseny ecològic per làmpades fluorescents sense balast integrats, per làmpades de descàrrega d'alta intensitat i per reactàncies i lluminàries que puguin funcionar amb aquestes llums, i es deroga la Directiva 2000/55/CE del Parlament Europeu i del Consell.
- Reial Decret 1890/2008, de 14 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementàries EA-01 a EA-07.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Reial Decret 1369/2007, de 19 d'octubre, relatiu a l'establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes que utilitzen energia.
- Reial Decret 1580/2006, de 22 de desembre, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- Directiva 2006/95/CE, de 12 de desembre, relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre el material elèctric per a ser utilitzat amb determinats límits de tensió.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el reglament electrotècnic per a baixa tensió.
- R.D. 635/2.006 de 26 de maig, sobre "Requisits mínims de seguretat en els túnels de carreteres de l'Estat". Ministeri de Foment publicat en BOE 126, de 27 de maig.

Pel càlcul del sistema d'enllumenat es podran considerar també les següents recomanacions i normes, a banda de la CIE88/2004, sempre que siguin més restrictius:

- "Recomanacions per a l'enllumenat de carreteres i túnels", de la Direcció General de Carreteres de la Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transporte del Ministerio de Fomento, publicada en 1.999 i reimpressa el 2.003.
- Circular del la Direcció General de Carreteres del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya de 27 d'abril de 2005 que aprova la instrucció "Especificacions Tècniques per a l'Equipament dels Túnels".
- Estudis de Comissió internacional d'enllumenat CIE en relació a l'enllumenat de túnels, en concret la TC-4-24 sobre Càlculs i mesures de la qualitat en al il·luminació de túnels, i la TC-4-43 sobre l'enllumenat d'emergència en túnels.

3.2. Enllumenat Normal.

Tenint en compte que l'enllumenat interior dels túnels depèn directament de les condicions de llum exterior en cada moment, cal considerar els següents nivells d'enllumenat:

- Diürn o assolellat.
- Ennuvolat.
- Crepuscular.
- Nocturn.

Per fixar els valors d'aquests nivells d'enllumenat, s'han de tenir en compte una sèrie de variables diferents per a cada túnel; les més importants són:

- Densitat de trànsit.
- Localització.
- Sentit de circulació.
- Tipus de traçat.
- Característiques constructives.

Per activar les lluminàries adequades és necessari conèixer el nivell d'enllumenat exterior i fer que la transició entre l'enllumenat exterior i l'interior sigui el més suau possible. D'acord amb aquest criteri, s'instal·laran cèl·lules fotoelèctriques a l'entrada dels túnels, amb detecció de quatre nivells distints de lluminositat.

Els sensors de lluminositat es composaran de tres cèl·lules fotosensibles ajustades a 2.500, 15.000 i 25.000 lux (aquests valors seran parametrizables per detectar els següents nivells d'enllumenat:

- Menor de 2.500 lux Nivell nocturn.
- De 2.500 a 15.000 lux Nivell crepuscular.
- De 15.000 a 25.000 lux Nivell ennuvolat.
- Superior a 25.000 lux Nivell assolellat.

En el CCL, o en el LT en els túnels tipus A, es disposarà de la informació dels sensors de lluminositat i la situació de l'enllumenat del túnel en cada moment.

Dilluns, 30 de maig de 2016

L'encesa dels diferents nivells d'enllumenat dels túnels serà automàtic. Des dels centres de control locals CCL o LT, es podrà actuar de forma manual sobre l'enllumenat del túnel. El CCT també podrà actuar sobre les enceses, activant o desactivant els diferents nivells.

3.2.1. L'Enllumenat d'accés al túnel.

En cas de que s'hagi de realitzar nou enllumenat en les proximitats de les boques del túnel, aquest s'integrarà en la xarxa d'enllumenat viari existent en l'entorn, i només funcionarà en horari nocturn i dies ennuvolats o boirosos. Preferiblement s'instal·laran làmpades de vapor de sodi d'alta pressió, o de tipus led sobre columnes i torres, segons es determini en el projecte d'urbanització en el que s'integri.

3.2.2. Enllumenat d'interior de túnel.

Estarà format per punts de llum de repartició fotomètrica simètrica, amb relació l'eix transversal d'aquestes, col·locades preferiblement als dos costats del túnel.

Per al càlcul de l'enllumenat es tindran en compte els següents factors:

- Nivell d'il·luminació de la calçada i parets del túnel, distingint 4 zones: zona llindar, zona de transició, zona interior, zona de sortida.
- Uniformitat en la distribució de la il·luminació sobre la calçada.
- Efecte de parpelleig (efecte "flicker").

Els projectors incorporaran làmpades de descarrega de VSAP (Vapor de Sodi d'alta Pressió) o bé seran de tipus Led, de diferents potències, per tal d'obtenir el nivell d'il·luminació desitjada. Els equips d'arrencada estaran incorporats en la propi punt de llum i estaran degudament compensats de manera que el seu factor de potència no sigui inferior al 0,85 segons s'especifica en la instrucció MI-BT-032 del REBT.

El grau de protecció dels projectors no serà inferior a IP66.

A les galeries d'evacuació, s'instal·laran llums fluorescents que s'activaran en cas d'incident. L'encesa d'aquest enllumenat es farà de manera automàtica al obrir qualsevol porta de les galeries. L'apagada es farà des del centre de control.

3.3. Enllumenat de seguretat.

L'enllumenat de seguretat tindrà la funció de dotar al túnel d'aquella il·luminació mínima que permeti una visibilitat suficient per a què els usuaris del túnel puguin evacuar-lo en els seus vehicles, en cas d'avaría del subministrament d'energia elèctrica.

S'instal·larà al llarg del túnel i tindran una autonomia de 20 minuts en el cas de defecte de subministrament elèctric. La seva activació serà automàtica en el moment que falli el subministrament elèctric.

En túnels tipus A correspondrà a mantenir encès la totalitat de l'enllumenat nocturn, mentre que en túnels tipus B, C, D correspondrà a un terç de l'enllumenat nocturn, tant a les boques com en el tram central.

3.4. Enllumenat d'emergència.

S'instal·larà al llarg del túnel i tindran una autonomia de 90 minuts en el cas de defecte de tots els subministraments elèctrics. La seva activació serà automàtica en el moment que falli el subministrament.

En cas de subministrament normal aquest enllumenat haurà de romandre apagat.

Les llumeneres incorporaran una bateria amb connexió automàtica en cas de fallida en el subministrament normal o bé quan la tensió baixa per sota del 70% del seu valor nominal.

Les lluminàries es situaran a l'alçada d'un metre del terra i el nivell d'enllumenat que proporcionaran serà, com a mínim de 10 lux a l'eix del carril auxiliar.

L'enllumenat d'emergència es complementarà amb la incorporació de bandes fotoluminiscent als costats del túnel.

En els túnels de doble sentit de circulació, l'enllumenat d'emergència es col·locarà en els dos sentits de la circulació.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.5. Sistema de control i gestió de l'enllumenat.

Els diferents nivells d'enllumenat s'obtinran mitjançant un sistema de control de fotocèl·lules de sensibilitat regulable, actuant sobre les diferents línies d'alimentació. Les fotocèl·lules s'instal·laran a les dues boques del túnel, actuant independentment sobre les línies d'enllumenat ennuvolat, crepuscular i assolellat, activant-les o desactivant-les segons la il·luminació exterior.

L'enllumenat bàsic estarà sempre encès i serà el que funcionarà sempre durant les hores nocturnes, el nivell es fixarà d'acord a la normativa vigent evitant la instal·lació de reductors de flux.

Les fotocèl·lules estaran protegides amb un retard contra variacions ocasionals del nivell d'il·luminació.

En les galeries d'evacuació, la il·luminació estarà normalment apagada i només s'encendra quan s'obri alguna de les portes de la pròpia galeria i haurà d'ésser apagada des de la sala tècnica del túnel.

4. PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS.

4.1. Sistema de detecció d'incendis.

Només es tindran en compte els sistemes de detecció d'incendis basats en la mesura de la temperatura (directa o indirecta), o en el gradient temporal entre un determinat esglaó de temperatures, que són els incidents que es poden detectar fàcilment en cas d'incendi.

En el interior del túnel, es descarten els detectors de fum, per les falses alarmes que es produirien degudes als gasos d'escapament dels vehicles.

El sistema de detecció d'incendis haurà d'anar acompanyat d'altres sistemes auxiliars i d'un pla d'actuació conegut per les persones encarregades de gestionar la actuació en cas d'incendi.

Actualment existeixen en el mercat els següents sistemes de detecció per temperatura:

- Els basats en cable amb sensors electrònics: Fan un mesurament de la temperatura a nivell de cada sensor i es pot obtenir una gràfica lineal de temperatures i analitzar gradients. No necessiten calibratge ni manteniment. En cas de trencament del cable, es pot fer un empalmament. Permet fer ramificacions i conèixer la direcció del foc. Permet fer una divisió en trams de detecció molt precisa.

- Els basats en detectors lineals bimetàl·lics: Es un cable amb un aïllament termo-sensible, que quan s'arriba a una temperatura determinada (entre 60-800), posa en curtcircuit els conductors entre sí, efecte que dona la alarma d'incendi, per tant no mesura la temperatura ni dona gradients.

- Els basats en detectors fibrolàser: No fan una mesura directa de la temperatura, sols detecta gradients i alarmes d'incendi. La divisió en trams de la detecció es mes discreta.

Cada sistema té el seu propi controlador que sol ser un PC, i permet fer diferents topologies de distribució dels cables. El projectista haurà d'analitzar en cada cas el sistema més adient d'acord amb les característiques de cada túnel, i la facilitat d'integració al sistema de control del CCT.

Per a la detecció d'incendis dins el túnel també s'utilitzaran elements d'altres sistemes que proporcionaran a la sala de control alarmes de possibles incendis:

- Sistemes de Control de Ventilació: Detectors de CO i opacímetres.
- Sistema de circuit tancat de TV: imatges de les càmeres amb sistema de detecció automàtica d'incidències (DAI).
- Sistemes de Pals SOS: trucades dels usuaris.

Els elements específics del propi sistema de detecció que han de tenir els túnels són:

a) Sistema de detecció d'increment de temperatura, per sensors col·locats com a màxim cada 20m al llarg del túnel; de programació variable a diferents temperatures; el temps de resposta no serà superior a 30 segons; les alarmes que doni el sistema, s'han de poder tractar i integrar en el sistema informàtic previst a la sala de control. Serà obligatori la seva instal·lació per als túnels de tipus B, C i D.

b) Microruptor d'extracció d'extintor del seu armari, que doni l'alarma a la sala de control.

c) Microruptor d'extracció de la mànega del seu armari, que doni l'alarma a la sala de control.

Dilluns, 30 de maig de 2016

En els locals tècnics es disposarà d'una detecció puntual d'incendis d'acord a l'ús del local segons el Reglament de Protecció Contra Incendis.

4.2 Sistema d'extinció d'incendis.

4.2.1 Interior del túnel.

Els equips d'extinció que s'han de preveure són:

a) Extintors de pols ABC, d'eficàcia 21A-113B, cada 50m. Se'n col·locarà com a mínim un a cada pal SOS i als locals annexes (2ut si es calgués acomplir amb el RD635 de 2006), i en punt equidistant entre dos pals SOS.

b) Equips de BIE de mànega de 20m i 25mm, amb presa de 45mm independent, amb ràcord tipus Barcelona, situades cada 50m. Se'n situarà una a cada pal SOS, i un altra en punt equidistant entre dos pals SOS, de manera que la distància entre BIE'S sigui de 50m.

c) Presència de xarxa d'hidrants en les boques, amb una presa a menys de 100m de cada boca.

Els extintors, també es podran col·locar fixats en les parets del túnel. Hauran d'estar marcats visiblement. Seran de pols polivalent, i en els locals tècnics amb risc de foc elèctric seran de CO₂.

Dimensionat de la xarxa de canonades d'extinció d'incendis de l'interior del túnel, serà per a dues BIE's, o dues sortides de ràcord de 45mm, en funcionament simultani de 2h, subministrant un cabal de 6,7l/s cadascuna, a una pressió dinàmica de 8,5bar.

La xarxa d'aigua contra incendi, quan no es pugui subministrar des de la xarxa pública a la pressió i cabal preceptius per normativa, s'alimentarà de dipòsit propi, i a través d'una estació de bombament capaç de subministrar tota l'aigua necessària.

La estació de bombament constarà de dues bombes principals de tipus elèctric, una activa i l'altre de reserva per assegurar un funcionament ininterromput en cas de necessitat.

El sistema disposarà d'un dipòsit amb una capacitat mínima, el qual haurà de garantir la quantitat d'aigua requerida en el temps establert. Els punts de sortida d'aigua podran ser els hidrants o bé BIE, normalment allotjades en els armaris de pals S.O.S.

El funcionament de la xarxa serà el següent:

- La pressió de les vàlvules de les bombes jokey serà superior a les del cabal, per a que sempre s'encenguin abans que la principal, donat que la seva missió es la de mantenir la pressió en el sistema i compensar les petites pèrdues que puguin existir en el circuit.

- Quan s'obri algun hidrant, la pressió de la xarxa caurà per sota d'un valor establert, funcionant la bomba principal fins arribar al subministrament màxim. Sí es produís algun defecte en la bomba principal, entraria en funcionament de forma automàtica la bomba de reserva.

- Una vegada extingit l'incendi, s'hauran de tancar manualment les bombes i posteriorment, es tancaran els hidrants. El conjunt dels dos sistemes de detecció i extinció d'incendis, es complementarà amb un software específic de resposta davant els incendis, que consistirà en una sèrie d'actuacions sobre determinats dispositius (ventiladors, semàfors, barrera de tancament del túnel,...).

4.2.2 Locals annexes.

Els locals annexes al túnel (locals d'instal·lacions, centre de comandament, sala de control, etc.) hauran de complir la normativa específica de protecció contra incendis que el CTE determini per aquest tipus de locals.

Tots els equips que s'instal·lin hauran de complir el "Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios".

4.3 Recomanacions de prevenció en la posada en funcionament.

Donat que els túnels són construccions singulars, normalment desconegudes pels seus usuaris, en la posada en funcionament de qualsevol túnel s'ha de preveure una campanya divulgativa de mesures de prevenció d'incendis específiques per cada túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Com a mínim aquesta campanya tractarà els següents aspectes:

- Descripció de forma gràfica i fàcilment comprensible dels elements de seguretat amb que compta el túnel i de la seva senyalització (pals SOS, extintors, equips de manega, equips de detecció d'incidències, circuit tancat de TV, etc.).
- Instruccions d'utilització dels diferents elements de seguretat disponibles al túnel.
- Descripció de forma gràfica de la situació de les sortides d'emergència de que disposa el túnel i de la seva senyalització.
- Pautes de comportament que cal tenir en compte quan et trobes enmig de l'incendi.

4.4 Sistema de control i gestió de protecció contra incendis.

Els sistemes de detecció i extinció tindran controladors propis (DDCs: Direct Digital Controllers) connectats a les ERUs, PLCs o RIOs (targetes IP d'entrades i sortides de perifèria distribuïda) corresponents per a transmetre senyals.

S'hauran de monitorar en el CCT i de manera local, al CCL els següents senyals:

- Senyal d'estat i alarma del sistema de detecció d'incendis: central del sistema lineal i puntual.
- Senyal d'estat i alarma del grup de pressió: totes les seves bombes i els seus pressòstats de govern.
- Senyal d'utilització d'un extintor d'incendis, una BIE, o un hidrant.

5. SISTEMA DE DRENATGE.

5.1 Abast de la instrucció.

L'abast de la instrucció en quan al drenatge son túnels urbans on es garanteix que l'estructura no es travessada per camions de transport de líquids inflamables o perillosos. En cas que la estructura hagi de fer front a possibles vessaments per accidents de vehicles que transporten aquest líquids, s'hauran de fer estudis especials per a que aquest vessaments no arribin a la xarxa de col·lectors de la ciutat.

5.2 Generalitats.

L'origen dels cabals a drenar d'un túnel poden ser diversos. Els principals, en ordre decreixent serien els provinents de:

- a) Escorrentiu superficial de les aigües provinents dels portals d'entrada (zones exposades a la pluja que no poden drenar pel sistema de drenatge de la urbanització general).
- b) Aigües provinents dels possibles sistemes antiincendis.
- c) Aigües provinents de infiltració.
- d) Líquids de vessaments accidentals.

Aquest cabals i volums han de ser estimats, encara que normalment, el primer component es molt superior als següents, per la qual cosa normalment, els càlculs de dimensionament dels sistemes de drenatge tan sol tindran en conta aquest factor, que normalment ja te un coeficient de seguretat inherent.

5.3 Cabals procedents d'escorrentiu superficial.

La principal entrada d'aigua als túnels prové de la zona de la zona dels portals.

La zona coberta del túnel normalment serà evacuada a traves de la xarxa general de la urbanització general. En cas de que això no es complís, la superfície d'aquesta zona s'incorporaria al estudi de detall del drenatge del túnel.

El disseny dels embornals, pous de connexió (o accés), claveguerons i col·lectors es farà amb una pluja de període de retorn igual a 50 anys. En cas de ser necessari l'obtenció d'hidrògames de càlcul (p.e. dimensionament d'estació de bombament), la distribució de pluges que s'utilitzarà serà la proporcionada per la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona.

Dilluns, 30 de maig de 2016

5.4 Cabals de sistemes antiincendis.

S'estimarà pel disseny del drenatge, a falta d'altres dades de la xarxa d'aigua de l'entorn del túnel, un cabal de 13,3l/s, que correspon al cabal de dues boques d'incendi de 45mm, funcionant simultàniament. No es tindran en compte si aquest valor es inferior al 10% del cabal d'escorrentiu superficial.

5.5 Cabals provinents d'infiltració.

La xarxa de drenatge de les aigües d'infiltració normalment es un subsistema de drenatge que recull les aigües amb geotèxtils i/o xarxes de tubs drens (90 -160 mm) que finalment acaben en alguns punts de connexió a la xarxa de drenatge principal, des de on se evacuen aquest petits cabals.

5.6 Cabals/Volums de vessaments accidentals.

Com ja hem dit els camions que transportes líquids inflamables i substàncies perilloses no estan contemplats en aquest document, tant mateix, un camió cisterna amb aigua podria trencar el seu dipòsit en un accident a l'interior d'un túnel urbà. En aquest moment, el cabal vessat es totalment imprevisible, però el seu volum limitat faria que inclús una cisterna de 10000 litres pugues ser evacuada per un sol embornal en menys de 10 minuts, la qual cosa s'estima suficient per a que aquests càlculs puguin ser obviats.

5.7 Criteris de disseny.

La principal entrada d'aigua als túnels prové de la zona de la zona dels portals.

La zona coberta del túnel normalment serà evacuada a través de la xarxa general de la urbanització general. En cas de que això no es complís, la superfície d'aquesta zona s'incorporaria al estudi de detall del drenatge del túnel.

El disseny dels embornals, pous de connexió (o accés), claveguerons i col·lectors es farà amb una pluja de període de retorn igual a 50 anys. En cas de ser necessari l'obtenció d'hidrògames de càlcul (p.e. dimensionament d'estació de bombament), la distribució de pluges que s'utilitzarà serà la proporcionada per a Barcelona pr part de la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona.

Els criteris de disseny de les xarxes de drenatge dels túnels segueixen les directrius de la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona, i s'indiquen en l'Annex VI d'aquesta IT.

Donada la possibilitat de que sigui impossible de conduir la totalitat de les aigües caigudes a les rampes dels túnels seria necessari disposar d'un bombeig al punt baix del túnel.

Els punts baixos del túnel seran objecte de disseny específic per a garantir que no s'hi acumuli aigua en el paviment, en les hipòtesis de càlcul en que es realitzi per al disseny de la xarxa.

Per als règims de pluges extraordinàries, aquells superiors a la pluja de disseny d'un mes, es preveu la construcció d'un dipòsit de regulació que permeti emmagatzemar la pluja caiguda per sota de la làmina d'aigua dels col·lectors. Aquest dipòsit tindrà un volum tal que, en cas de defecte en el funcionament de les bombes, pugui emmagatzemar la totalitat de les aigües caigudes per a la pluja de d'un període de retorn de 50 anys, corresponent a la pluja de disseny analitzada anteriorment.

Les bombes projectades hauran de tenir la capacitat de buidar el volum acumulat al dipòsit de bombeig per a una pluja de disseny de T=50 anys en menys de 8 hores.

Es col·locaran dues bombes, una per a un funcionament en règim normal i una segona de reserva o per a un funcionament d'emergència.

Els criteris de disseny de la instal·lació de bombeig de túnels seguiran els criteris la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona, indicats en l'Annex VI d'aquesta IT.

5.8 Criteris de disseny en túnels existents.

En els túnels existents que no es pugui acomplir el criteri anterior, es comprovarà el sistema permetent el bombament encara que la xarxa estigui saturada.

En túnels existents que no puguin acomplir cap del criteris anteriors inclús per a t=10, es programaran actuacions per augmentar la seva seguretat. si això fos impossible d'assumir pel seu cost o per viabilitat tècnica es realitzarà un protocol especial per tancar el túnel i planificar el seu drenatge amb medis auxiliars externs.

Dilluns, 30 de maig de 2016

5.9 Elements i materials dels sistemes de drenatge.

Tots els col·lectors i claveguerons projectats estan formats per tubs de PVC de rigidesa anular SN 4 KN/m². Les tapes dels pous es situen preferentment a les noves tercianes projectades, evitant la seva ubicació en calçada en la mesura del possible.

Les connexions d'aquests nous embornals a la xarxa existent s'han realitzat seguint els criteris establerts per la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona (veure Annex VI.3).

Les connexions de pou embornal a col·lector visitable es realitzaran amb tubs de PVC de diàmetre 500mm.

Les connexions de pou embornal a col·lector no visitable es realitzaran amb tubs de PVC de diàmetre 400mm. i hauran de ser registrables.

Les unions entre pous embornals es realitzaran amb tubs de PVC de diàmetre 300mm. sempre que la longitud d'aquestes unions no superi els 12m.

La reixa embornal a col·locar serà la tipus Barcelona 1, haurà de complir la norma UNE EN 124 i estar certificada per AENOR.

A les rampes de les boques d'entrada al túnel es col·locarà una sèrie de reixes de forma continua tipus Barcelona 10 de 50x50 cm. per captar el major volum d'aigua possible fins el punt on per cota de rasant aquesta aigua pot dirigir-se als col·lectors existents per gravetat. Aquestes reixes buscaran evitar la introducció de volums d'aigua de fora de la conca formada pels portals i el túnel. La vorada adjacent a la reixa serà tipus bústia.

6. SENYALITZACIÓ I CONTROL DEL TRÀNSIT.

6.1 Senyalització vertical i horitzontal.

La senyalització de túnels urbans a la ciutat de Barcelona es regirà per la normativa vigent en matèria de senyalització i circulació.

Com a norma general, per a definir la senyalització cal utilitzar els detalls exposats al "Manual de senyalització de la ciutat de Barcelona" i el "Catàleg oficial de senyals de circulació" per a les senyals que no hi queden especificades. Així mateix haurà de complir el "Plec de Condicions Tècnic Facultatives de la senyalització de Barcelona.

En els supòsits de senyalització informativa caldrà seguir els criteris vigents per aquest tipus de senyalització a Barcelona, color de les senyals, tipus de lletra i pictogrames.

A l'entrada del túnel es disposarà d'un armari amb senyalització física que inclourà: 5 cons/carril, 1 senyal de perill indefinit, 1 senyal de sentit obligatori cap a la dreta, 1 senyal d'entrada prohibida (incloent cartell en la part inferior amb el missatge Túnel).

Aquests senyal s'empraran com una mesura de contingència en cas de defecte en els elements automatitzats als túnels. L'accés a la senyalització de l'interior de l'armari serà mitjançant un codi únic estàndard, al cademat del armari, d'acord a les especificacions de la GUB.

6.1.1 Senyalització a les entrades del túnel.

A les entrades del túnel es disposaran les següents senyals i fites:

- Senyal identificativa del túnel amb la indicació de la seva longitud (veure annex III de Senyalització).
- Senyals amb les obligacions específiques de circulació dins el túnel (Velocitat màxima, separació entre vehicles, etc.).
- Panell informatiu de la freqüència/es de radio per la/les que es pot rebre informació.
- Fites cilíndriques verdes amb bandes reflectants de color blanc, separades un metre entre elles per a la senyalització de l'entrada i per a protecció.
- En cas de túnels bidireccionals es col·locaran balises divergents a l'entrada i en l'eix central del túnel.
- Senyalització lluminosa consistent en semàfors de preavis i aturada de 3 focus groc/groc, vermell del mateix tipus, model i mida dels utilitzat per a la xarxa semafòrica de la ciutat, en l'entrada i en els accessos laterals si n'hi ha.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- En els túnels amb una longitud total superior als 400 metres s'instal·laran panells informatius de missatge variable (PMV) a les entrades, de les característiques especificades en el punt 6.2 PMV.

6.1.2 Senyalització al interior del túnel.

L'interior del túnel haurà de disposar de panells i senyals informatius de posicionament dels següents elements (veure Annex VII).

- Pals SOS (Extintor, equip de mànega i punt de comunicació).
- Apartadors.
- Carril d'emergència o auxiliar si n'hi ha.
- Sortida d'emergència.

També caldrà incloure els semàfors interiors para túnels més grans de 400m (tipus C y D) i els senyals aspa - fletxa, els de limitació de velocitat, i PMV's; per als túnels més grans de 200m (tipus B, C y D), tal como s'estableix als següents apartats.

6.1.3 Senyalització a les sortides del túnel.

La indicació de la sortida es realitzarà amb senyals fabricats amb planxa d'alumini, fons verd i inscripció en blanc reflectant amb el nom de la sortida. S'instal·laran a 75cm del sostre i a uns 150m de la sortida.

A les sortides del túnel també es col·locaran fites cilíndriques verdes amb bandes reflectants de color blanc, separades un metre entre elles per a la senyalització de la sortida i protecció.

Davant les sortides dels túnels es posaran balises divergents de material plàstic de color verd i amb fletxes de color blanc reflectant.

Quan correspongui s'instal·laran també els PMV.

6.2 PMV.

Amb l'objectiu d'informar als usuaris que hagin d'accedir al túnel i per a controlar-ne l'accés en cas d'emergència o incident, al seu interior, s'instal·laran un conjunt de panells informatius de missatge variable (als accessos i a les proximitats de les vies d'accés mes importants). constituïts per una part alfanumèrica amb tres files de entre 12 i 16 caràcters cada una, i una o dues parts gràfiques.

Normalment estaran formats per tres línies de 16 caràcters de color àmbar i 1 o 2 pictogrames "full color"(a determinar segons nombre de carrils de circulació), per a que tinguin capacitat per representar qualsevol símbol del codi de circulació. El control d'aquests panells es durà a terme des de la sala de control del CCT.

Els panells de missatge variable serà de tecnologia de LED's, i a més d'estar a les proximitats dels accessos també en alguns casos seran aptes per a implantar-los a l'interior del túnel.

Els missatges que es podran donar als conductors seran il·limitats, entre ells els clàssics missatges de prohibició, d'obligació, de limitació de la velocitat, prohibició del us de certs carrils, així com també missatges especials indicant el tancament del túnel, condicions meteorològiques a la sortida del túnel. Els tipus de missatges més comunament associats als túnels faran referència a:

Senyalització d'obres (talls de carril,...).

- Recordatori de la limitació de velocitat.
- Informació d'un accident (que no suposi el tancament del túnel).
- Tancament del túnel per incendi u o accident greu.
- Avís de congestions.
- Desviament aconsellable pe altres vies.
- Advertència de carril reversible (en cas que n'hi hagi).
- Informació de les condicions meteorològiques a la sortida del túnel.

Els panells situats en els accessos al túnel (junt amb la senyalització fixa) seguirà les especificacions recollides en l'apartat 9.20 Túnels de la esmentada Norma 8.1-1c del M. de Fomento, on es representa el conjunt de senyals fixes, variables i semàfors que permeten inclòs el tancament del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

La intensitat lumínica dels LED's haurà de ser la adequada per a les condicions d'exterior. Depenent de la velocitat de la via que accedeix al túnel, caldrà que el panell tingui una distància de visibilitat i lectura adequada a la velocitat. En el següent quadre es relaciona l'alçada de caràcter amb la distància de lectura:

Alçada de caràcter (mm)	Llegibilitat (m)
201	100
321	150
405	200

Estaran ubicats en les proximitats de les sortides laterals del túnel i en els túnels tipus D cada 1000m.

Els panells seran controlats per l'equip regulador de senyals i semàfors descrit a l'apartat 5.6.10.

L'estructura de suport per els panells exteriors haurà de ser visitable per raons de manteniment. Abans de la seva execució el contractista haurà de presentar un projecte signat per un tècnic competent, incloent càlculs de estructura i fonaments, fenòmens d'abonyegament, vinclament lateral i local,...

6.3 Senyals de gestió de carrils (aspa/fletxa).

En els carrils de circulació es disposaran al sostre del túnel senyals "aspa/fletxa" (veure Annex III), per indicar en tot moment la situació del carril obert/tancat. El primer senyal es col·locarà a l'entrada del túnel i s'anirà repetint cada 200m, per als túnels més grans de 200m (tipus B, C i D).

Son aquelles senyals que tenen com a finalitat aclarir al conductor l'estat de circulació per els carrils de la via. En determinades ocasions pot ser necessari redistribuir el transit en una via amb la finalitat d'augmentar la capacitat, eficiència i seguretat de la via, degut a congestions, accidents, condicions meteorològiques adverses, pas de transports especials,...

Un altre denominació usual per aquestes senyals, es la de "semàfors de carril", d'acord amb el codi de la circulació. Per tant, una senyal haurà de poder mostrar al menys 2 deis següents aspectes:

- Aspa vermella, per indicar que no es pot circular per el carril.
- Fletxa verda, per indicar que esta permesa la circulació.
- Fletxa groga a 45° a dreta y/o esquerra, per indicar que cal abandonar el carril.

Es situaran a cada una de les boques d'entrada en tots els túnels tipus B, C i D i també aniran situades a l'interior a una separació a determinar en cada projecte, però tenint en compte que sempre es vegi al menys una secció de senyalització en tot el recorregut del túnel.

Aquests senyals es basaran en tecnologia LED.

Serán imprescindibles en aquells túnels que s'hagi previst un sistema d'explotació de carril reversible de manera sistemàtica o de manera ocasional. En aquests casos caldrà tenir en compte la senyalització de carril pels vehicles que circulin en sentit contrari.

Caldrà diferenciar les senyals de les boques, que hauran d'adaptar-se a les condicions d'il·luminació exterior de les d'interior amb les condicions lumíniques pròpies de túnel.

Les senyals hauran de ser controlades per un equip regulador de senyals i semàfors (descriu a l'apartat 5.6.10), que apart de controlar les sortides de potencia de les senyals, detectar anomalies com encesa o apagat inadequat d'algun LED, manca de subministrament d'energia,...

Haurà de controlar les incompatibilitats d'aspectes a nivell de secció i en el cas de carril reversible evitar la possibilitat d'una encesa tipus fletxa verda - fletxa verda. Lògicament aquestes incompatibilitats també hauran de ser controlades a nivell de la aplicació de gestió.

En el subministrament dels equips s'inclourà projecte signat per un tècnic competent, justificant els càlculs de les estructures de suport de les senyals, d'acord amb les característiques de cada túnel.

La senyalització horitzontal al paviment del túnel s'ajustarà al dimensionat d'amplada dels carrils contemplats en el projecte, dibuixant els límits dels carrils de circulació, els carrils auxiliars o d'emergència i apartadors si n'hi ha.

Dilluns, 30 de maig de 2016

6.4 Semàfors.

Per a cada túnel s'haurà de fer un estudi de la situació i tipus de semàfors. En tots els casos caldrà instal·lar semàfors a les boques d'entrada del túnel. Per tipologies de túnel tipus C o D, també s'hauran d'instal·lar a l'interior.

Els semàfors estaran preparats per a romandre actius des del primer dia d'operació, i donaran senyal d'alarma al sistema de control, en cas de que hi hagi algun focus avariats, o bé si l'aparell no està actiu.

La font d'il·luminació es basarà en tecnologia LED. En els casos en que s'hagin de tenir en compte possibles "plans de transit" associats a determinades situacions (obres, tancament del túnel, carrils en sentit contrari,...), hauran de ser controlats per l'equip de regulació de senyals i semàfors, que es descriu a l'apartat 5.6.10.

6.5 Control de velocitat.

En els túnels més llargs de 200m (tipus B, C i D) els senyals d'indicació de limitació de la velocitat es col·locaran al sostre a 75 cm. dels murs laterals i per l'exterior de la línia de vora del darrer carril. El primer senyal es col·locarà a l'entrada del túnel i s'anirà repetint cada 200 metres.

Donada la especial importància que té en la seguretat de circulació per l'interior dels túnels el respecte a la velocitat màxima permesa, en aquells túnels que es consideri necessari, es podran instal·lar senyals lluminoses de velocitat, situades sobre cada carril, o en posició lateral.

Els Senyals variables lluminosos de limitació de velocitat podran ser amb un únic número indicador del límit màxim o bé podran tenir la possibilitat de variar aquest límit (senyals de velocitat variable). D'aquesta manera, es podrà adaptar la velocitat màxima a les condicions de circulació de la via (obres, accidents, congestió, condicions metodològiques adverses,...).

En el cas d'anar situades sobre cada carril, podran ser instal·lades en la mateixa estructura de sustentació que les senyals de gestió de carrils esmentades en l'apartat 5.6.9.

Estaran basades en tecnologia LED i seran controlades des del equip regulador de senyals i semàfors descrit en l'apartat 5.6.10.

6.6 Control de gàlib.

En l'entorn dels túnels urbans, no s'implanta control de gàlib, simplement s'indicarà mitjançant PMV i senyalització fixa, prèvia a l'entrada al túnel. Així mateix, a l'entrada, la biga de suport dels elements de senyalització d'entrada aspa - fletxa, etc. Limitarà físicament l'entrada dels vehicles amb excés de gàlib.

El projectista haurà de fer un estudi previ de quin tipus de control de gàlib és el millor que s'adapta a les característiques particulars de cada túnel. En principi, s'instal·laran controladors de gàlib de tipus mecànic (pòrtics retorçats, pòrtics amb cadenes,...), però en els casos que per la seva especial importància la s'estimi oportú, s'instal·laran un sistema de control de gàlib més complets, que contemplin la advertència prèvia als conductors que hagin infringit el límit permès, fent-los desviar per un altre ruta o aturant-los abans que entrin al túnel.

6.7 Sistema d'aforament de trànsit - estació de transmissió de dades (ETD).

El sistema de control de trànsit estarà format per un conjunt de detectors instal·lats de forma adequada per mesurar les diverses variables de trànsit. Mitjançant les estacions de presa de dades i les corresponents estacions remotes, aquesta informació serà processada i enviada a la sala de control.

S'instal·laran punts de mesura a l'interior de cada túnel, al centre, a les proximitats de les boques d'entrada i als accessos i sortides laterals i en d'altres punts, en funció de la longitud del túnel. Els punts de mesura seran dobles, és a dir, constaran de dos espines per carril en els carrils de l'interior del túnel; i senzill, una espira per carril, als accessos i sortides laterals del túnel. Serà obligatori en túnels tipus C i D, com a mínim en les boques d'entrada i sortida, per a tots els carrils.

En el cas de sistema de control de túnel mitjançant ERUs, sempre que la secció de detecció estigui a menys de 100 metres d'una ERU, s'instal·larà una "ETD interna a l'ERU, es a dir amb la CPU, font d'alimentació, detectors,...situats dins el propi armari de la ERU.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Quan la secció de detecció estigui a mes de 100 metres es podrà instal·lar una ETD externa a l'ERU, controlada lògicament a través del protocol normalitzat des de l'ERU mes propera.

Tan en un cas com en un altre, el conjunt ERU-ETD haurà de poder tenir la funcionalitat de dades instantànies, d'acord amb les especificacions vigents.

El sistema de control de trànsit estarà format per un conjunt de detectors instal·lats de forma adequada per mesurar les diverses variables de trànsit. Mitjançant les estacions de presa de dades i les corresponents estacions remotes, aquesta informació serà processada i enviada a la sala de control.

D'aquesta manera es podrà activar la funció de control de velocitat, en el sentit que la ETD podrà captar el valor de velocitat instantània dels vehicles, i en cas que aquesta sigui superior a un valor especificat, la ERU podrà encendre un panell de missatge variable que recordi als conductors la limitació de velocitat.

La ETD haurà de proporcionar les següents dades:

- Velocitat puntual.
- Intensitat de vehicles (vehicles/hora).
- Volum de vehicles en un determinat sentit.
- Alarma de congestió (Algoritme HIOCC).
- Velocitat mitjana.
- Classificació de vehicles, al menys en 3 categories diferents.
- Detecció de vehicle circulant en sentit contrari.
- Separació mitjana entre vehicles.

La ETD clàssica es basarà en detectors electromagnètics, utilitzant els següents elements:

- Sensors de llaç d'inducció magnètica, dos per carril.
- Elements de detecció: unitats de detector electromagnètic, que detecten les variacions d'inductància produïdes al passar la massa metàl·lica d'un vehicle per sobre la espira.
- Element de càlcul i emmagatzematge: Recolliran la informació enviada per els diferents detectors, la emmagatzemarà i la passarà a l'ERU a petició d'aquesta. A la vegada, el Centre de control rebrà periòdicament, bé de forma automàtica o a requeriment de l'operador, les dades elaborades per la ETD.

Per al cas de túnels amb un sistema de control no basat en ERU's, es a dir, mitjançant PLC o targetes de entrades/sortides RIO de perifèria distribuïda, serà necessària la instal·lació d'una ETD en armari propi, i connectat a l'element del sistema de control (PLC o RIO) mitjançant protocol normalitzat. A més, en cas de disposar de controlador propi (DDC) amb comunicació IP, aquesta ETD es podrà connectar directament a la xarxa interna del túnel.

6.8 Instal·lacions de tancament de túnel.

El control d'accés als túnels es realitzarà amb senyalització d'acord en a les normes de control de trànsit. Serà comandada des del CCT i serà necessari en tots els túnels.

Aquesta senyalització consistirà en:

- a) Semàfors de preavis i aturada de 3 focus Àmbar - Àmbar, Vermell de 200mm de diàmetre. Es col·locaran a l'entrada principal del túnel, als accessos laterals, i en cadascuna de les sortides laterals del túnel. Serà obligatori en tots els túnels. Serà del mateix tipus de la xarxa de ciutat (Reglament general de circulació. Annex 1). És obligatori en tots els túnels.
- b) Semàfors de 2 focus Àmbar - Àmbar de 200mm de diàmetre. Es situaran a l'interior del túnel cada 100m. Serà obligatori per a túnels de longitud superior a 400 metres.
- c) Barreres per tancar el túnel (es podran també substituir les barreres per obstacles escamotejables o "pilons retràctils"). Independentment dels semàfors, en tots els túnels, es posarà en tots els accessos, un sistema físic per tancar el túnel, amb l'objecte d'evitar la incorporació de vehicles en cas d'emergència. És obligatori en tots els túnels.

Dilluns, 30 de maig de 2016

d) Balises lluminoses. En els túnels inclosos en el punt anterior, es col·locaran per desviar el trànsit en cas de tancament del túnel. S'estudiarà la necessitat d'instal·lar al paviment unes balises lluminoses, per guiar els vehicles que s'han d'incorporar al túnel cap a els vials laterals.

El tancament consistirà en la instal·lació d'un equip que permeti l'accionament d'una (o dues) barreres, que permetin o impedeixin el pas dels vehicles cap el túnel o grup de túnels. Depenent del nombre de carrils, se n'instal·laran una o dues barreres.

En el cas d'instal·lar-ne dues, no es farà dins de la mateixa secció de la via, si no que es desplaçaran a una distància tal que permeti el pas de vehicles d'emergència amb comoditat. Aquest equip estarà format per els següents elements:

- Controlador del motor d'accionament de les barreres.
- La barrera - braç de tancament físic.

La actuació sobre la barrera des del Centre de Control de Túnels (CCT) o manualment des del peu de la barrera. És una operació especialment delicada, donat que es tracta de posar un "obstacle" en el normal sentit de circulació dels vehicles. Per això, aquesta acció haurà d'estar immersa dins d'un pla d'actuació que tingui en compte altres accions paral·leles i prèvies com avisos en els panells de missatge variable, canvi a color vermell deis semàfors,...

S'haurà de tenir en compte la possibilitat de posar el sistema de tancament físic del túnel després de la desviació cap un camí alternatiu per tal de fer coincidir un possible tancament del túnel amb la recomanació de desviació cap un camí alternatiu.

El controlador de motors s'encarregarà de la maniobra de les barreres - braç destinades a tancar un carril de circulació. Les barreres giraran des d'una posició de repòs a 0° a una posició activada de 90°, amb el gir contingut en un pla paral·lel a la calçada. El controlador estarà allotjat dins d'un armari estanc metàl·lic, amb doble porta i amb tots els elements de control i protecció elèctrica adequats. El motor elèctric serà monofàsic, amb la robustesa adequada per a cada entorn particular.

La barrera - braç serà de PVC, per tal que es pugui trencar fàcilment en cas d'impacte amb un vehicle. S'acoblarà una senyal de prohibició de pas amb una làmpada llampegant, per tal de reforçar l'acció de tancament.

Al costat de la barrera s'instal·larà un semàfor vermell/groc amb avisador acústic per tal d'advertir als conductors de l'acció de la maniobra de la barrera per al tancament del carril. Disposarà de selector automàtic/manual per a la seva activació manual en cas de defecte del sistema automàtic.

6.9 Abalisament lluminós.

6.9.1 Abalisament lluminós lateral.

Els túnels amb una longitud igual o superior als 400 metres disposaran en els murs laterals de senyals indicatius de situació, un cada 100 metres, confeccionats en planxa d'alumini fotoluminiscent normalitzada amb orla vermella.

En els túnels de més de 200m, es realitzarà l'abalisament dels murs laterals amb elements reflectors situats als laterals del túnel cada 10 metres i a 70 centímetres d'alçada per l'exterior de les línies del voral. Aquest abalisament s'alimentarà de línia de SAI.

La funció d'aquest abalisament lluminós es triple:

- Senyalitzar la distància de seguretat entre vehicles.
- Ser un referent lluminós dels límits geomètrics del túnel, en situació normal.
- Servir de guia d'emergència en cas de fallida de l'enllumenat principal.

En el cas dels túnels unidireccionals, l'abalisament lluminós haurà de tenir només una sola cara d'emissió de llum: de color groc i/o blau per les situades a la dreta i només de color blanc per les situades a l'esquerra segons el sentit d'avançament dels conductors.

En el cas dels túnels bidireccionals, l'abalisament lluminós haurà de tenir dues cares d'emissió de llum: color groc i/o blau en la cara que quedi a la dreta dels conductors segons el seu sentit de la marxa, i una cara de color blanc en la cara que quedi a l'esquerra dels conductors segons el seu sentit de la marxa.

Dilluns, 30 de maig de 2016

La balisa lluminosa haurà de ser de forma completament arrodonida, sense la presència de cap cantell, per tal d'evitar danys en casos d'accident.

L'entrada de cables a la balisa haurà de ser per la part posterior en els casos de túnels de nova construcció en els que el cablejat sigui encastat en els murs laterals, o bé una entrada lateral en els casos de túnels ja existents, en el que la instal·lació de cablejat s'hagi de fer superficial.

L'acabat del cos de la balisa haurà de ser d'un metall no oxidable, i la font lluminosa haurà de basar-se en tecnologia de LED (Diodes Electroluminiscents}, i com a mínim hauran de tenir una intensitat lluminosa de 12 candeles. El conjunt formal per el cos del punt de llum (amb els LED's} i la base de suport haurà de formar un conjunt estanc amb un grau d'IP67. La tensió de treball haurà d'estar entre 13 i 24 volts.

La unitat de control de les balises s'haurà de dimensionar de manera que hi hagin dos circuits, un per les balises parells i un altre per les balises senars.

Haurà de poder comunicar-se amb el centre de control, i dur a terme les següents funcions:

- Encesa/apagada dels circuits de balises.
- Encesa en mode fix i intermitent, o en algun cas es podria requerir una encesa en seqüencial.
- Control independent de l'encesa de llums grogues, blanques i blaves.
- Control de la intensitat o tensió d'alimentació.

El software de control de les balises, estarà en l'ordinador servidor del centre de control i es comunicarà amb les balises a través de la unitat de control. També haurà de dur a terme la resta de funcions usuales com la representació dels circuits, control de l'alimentació dels circuits, mode de funcionament de les balises.

6.9.2 Abalisament lluminós per calçada.

En aquells túnels en els que es decideixi utilitzar carrils reversibles o carrils en sentit contrari a l'habitual, caldrà disposar d'elements d'abalisament lluminós en la calçada, que juntament en la senyalització variable de carril, permetran definir en tot moment el sentit dels carrils de circulació.

L'abalisament lluminós estarà format per un conjunt de dues peces: la part superior amb la òptica lluminosa i la base amb les connexions per els cables encastada a la superfície de rodament. Com a mínim haurà de tenir les següents característiques:

- Ser capaç de resistir el pas de vehicles pesants. En especial, el caldrà justificar la resistència a les anteriors condicions en el material de cobriment dels LED's.
- Ser resistent a la agressió de la sal.
- Tenir un grau d'estanqueïtat IP 67.
- La font lluminosa:
 - L'abalisament lluminós situat al exterior del túnel (en les proximitats de les baques). La font lluminosa, en principi es basarà en làmpades halògenes.
 - L'abalisament lluminós situat a l'interior del túnel. La font lluminosa es basarà en tecnologia de LED's. El color podrà ser groc o vermell. La potència lluminosa haurà de ser superior a les 25 cd.
- Tensió de treball entre 13 i 24 Volts.
- Angle de visió dels LED's, a partir de 22°.

La unitat de control de les balises d'exterior s'haurà de dimensionar de manera que hi hagin dos circuits, un per les balises parells i un altre per les balises senars. Haurà de poder comunicar-se amb el centre de control, i dur a terme les següents funcions:

- Encesa/apagada dels circuits de balises.
- Encesa en mode fix o intermitent.
- Control de la intensitat o tensió d'alimentació.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Control de làmpades foses.
- Control d'aïllament.
- Separació de circuits.

La unitat de control de les balises d'interior de túnel s'haurà de dimensionar de manera que hi hagi dos circuits, un per les balises parells i un altre per les balises senars. Haurà de poder comunicar-se amb el centre de control, i dur a terme les següents funcions:

- Encesa/apagada dels circuits de balises.
- Encesa en mode fix o intermitent.
- Control de la intensitat o tensió d'alimentació.
- Separació de circuits.

El software de control de les balises, estarà en l'ordinador servidor del centre de control i es comunicarà amb les balises a través de la unitat de control.

També haurà de dur a terme la resta de funcions més usuals com: representació dels circuits, control de l'alimentació dels circuits, mode de funcionament de les balises, esquemes amb els plans i sub-plans de trànsit per establiment de carrils reversibles.

6.10 Reguladors de senyals de semàfors.

Serà preceptiu per als túnels de tipologia B, C i D. Consistirà amb un equip electrònic dotat de microprocessador, que tindrà com a funció principal el control de les següents tipus de senyals:

- Control de l'encesa/apagat de les senyals aspa/fletxa vertical verda/fletxa inclinada groga, i control de les seves incompatibilitats a nivell hardware. (A part del control d'incompatibilitats a nivell de l'aplicació de gestió).
- Control de les senyals de velocitat.
- Control de senyals variables com "Stop", "Prohibit avançar".
- Control dels aspectes de tot tipus de semàfors (Vermell/verd/groc; vermell/groc,..) i amb la possibilitats de establir plans de trànsit en funció de determinades situacions.

Estarà gestionat pel sistema de control del túnel i es connectarà a aquesta directament a través del seu controlador intern (DDC), amb comunicació IP, a través de port sèrie d'una remota de perifèria distribuïda (RIO), una ERU o un PLC segons la solució del sistema de control de túnel que s'estableixi.

Disposarà d'un programa base que desenvoluparà els plans de senyalització previstos als dispositius lluminosos que tingui connectats. Tanmateix disposarà de dos tipus de control sobre las sortides.

- Sortides cícliques. Aquestes sortides efectuen un control sobre el dispositius lluminosos amb una seqüència predeterminada programable. Serà d'aplicació sobre semàfors en els accessos funcions com control de velocitat en els accessos.
- Sortides no cícliques. D'aplicació sobre dispositius tals com semàfors de boques de túnels, intermitents interiors, senyals variables (STOP, prohibit avançar, etc.).

7. SISTEMA DE MEGAFONIA.

El sistema de Megafonia permetrà donar missatges als conductors en casos d'incidents que els obliguin a dur a terme accions no previstes. Aquests missatges s'hauran de poder enviar com a mínim a les boques i a zones pròximes a les barreres de tancament, així com a l'interior de les galeries d'evacuació i en les zones de refugi de les galeries d'evacuació.

Serà recomanable estendre l'àmbit d'acció de la megafonia al llarg dels túnels i a les sales tècniques.

Aquest sistema s'instal·larà en els túnels tipus B, C i D. En els Locals Tècnics dels túnels també s'haurà d'instal·lar el sistema de control amb el corresponent micròfon per tenir en compte la possibilitat de donar missatges en viu o pre-gravats, en cas de que no sigui possible de fer-ho des del Centre de Control de Túnels (CCT).

Dilluns, 30 de maig de 2016

Es realitzarà estudi acústic previ en la fase de projecte, que s'haurà de confirmar mitjançant proves de nivell sonor un cop hagi finalitzat la instal·lació en el túnel.

Per tal de poder emetre des del centre de control missatges intel·ligibles malgrat el soroll ambiental i les reverberacions del interior del túnel, caldrà dividir el túnel en les seccions que siguin necessàries, d'acord amb la instal·lació projectada, que al mateix temps permetrà al sistema de Megafonia d'enviar missatges particularitzats per a cada secció.

S'ubicaran altaveus, convenientment alimentats des dels equips amplificadors instal·lats a rack de comunicacions del centre de control local del túnel, i/o en totes les dependències tècniques localitzades al llarg del túnel, en cas de que sigui necessari.

En aquests locals, a més a més, s'instal·laran equips de control i supervisió de megafonia, comunicats mitjançant una xarxa de fibra òptica amb CCT, on s'ubicarà la consola de control del sistema.

7.1 Funcionalitat. Intel·ligibilitat del missatge.

El sistema de megafonia forma part dels sistemes de seguretat i d'evacuació, i la seva funció és la de transmetre avisos als usuaris del túnel presents en les galeries d'evacuació o sortides d'emergència, amb l'objectiu d'orientar, indicar i organitzar les evacuacions.

Haurà de formar part del pla d'evacuació dels túnels i del mateix sortirà la funcionalitat que ha de tenir: zones d'avís per a evacuació, connexió a la central d'alarmes i protocol d'actuació, número de micròfons per a evacuació i llocs d'ubicació.

El sistema de megafonia haurà de ser realitzat d'acord a les directrius de la Norma Europea EN60849 ("Sistemes electroacústics per a serveis d'emergència"), amb l'objectiu de tenir una eina adequada per a situacions d'emergència que permeti alertar, ajudar i evacuar a les persones que es trobin als túnels i que alhora serveixi com a sistema de megafonia convencional de localització, informació i amb possibilitat d'ambientació musical.

La Norma EN60849 aplica als sistemes de megafonia que es destinen per a realitzar evacuacions per veu (no així als sistemes d'ambientació musical o avisos genèrics). La norma afecta també a la instal·lació, al nombre de circuits d'altaveus (han de ser dobles per a cada zona), a l'amplificació (ha de ser doble per zona) com a conseqüència de l'obligatorietat d'assegurar la difusió del missatge en cas de defecte d'un circuit d'altaveus o amplificador.

La funcionalitat d'aquest sistema ha de permetre que els missatges siguin comprensibles quan el nivell de soroll en el túnel sigui inferior a 85 dBSPL.

Això implica que el conductor hagi de baixar la finestrata i que en alguns casos s'hagi de situar en les proximitats d'un altaveu. També permetrà assegurar que dins d'un vehicle detingut amb el motor en marxa, la ràdio apagada i les finestres tancades es percebi el senyal dels altaveus encara que el missatge no sigui comprensible.

Tot i tractar-se d'una sonorització que no garanteix la intel·ligibilitat del missatge en qualsevol situació de soroll i col·locació del vehicle, es considera que pot ser un sistema totalment útil per a la destinació projectat (Anuncis d'orientació, indicació i organització en cas d'emergència).

El tipus de missatge a emetre haurà de ser curt, pausat, concís, ben vocalitzat i sobre tot s'haurà de repetir múltiples vegades. Així, es considera que la comprensió final per part dels conductors serà de 100% del contingut del mateix i en conseqüència s'aconseguirà un 100% de la funció per a la qual s'instal·la un sistema de megafonia en un túnel.

7.2 Arquitectura del sistema.

El sistema de megafonia dels túnels estarà dotat del nombre necessari de centrals d'amplificació que alimentaran als altaveus de les galeries i boques d'accés. Les centrals d'amplificació se situaran en Locals Tècnics. Cada central està composta per armaris que contindran els equips de control i amplificació necessària per al seu correcte funcionament.

Des d'aquestes centrals d'amplificació partiran les línies d'altaveus que adaptaran la seva secció al llarg del seu recorregut i en la potència que han de transmetre, amb el propòsit que es produeixin les mínimes pèrdues (màxim un 10% de pèrdua de potència en el cable).

Qualsevol esdeveniment que es generi en una galeria (accident, vehicle detingut, vianant a la calçada), serà detectat pels sistemes de detecció d'incidències i tractat amb missatges específics que no seran escoltats en la resta de galeries, si no és necessari.

Dilluns, 30 de maig de 2016

7.3 Components del sistema.

L'arquitectura del sistema de megafonia es basarà en un sistema microprocessat d'àudio sobre una xarxa IP. Aquesta estructura permetrà de flexibilitat al sistema, ja que qualsevol ordinador connectat a aquesta xarxa tindria accés.

En el cas de túnels llargs, la solució més adequada serà un sistema de control distribuït amb centrals d'amplificació repartides en els locals tècnics al llarg del túnel, per evitar les grans seccions de cable fins als altaveus llunyans i així minimitzar l'atenuació del senyal.

7.3.1 Altaveus.

Com a mínim es realitzarà la següent instal·lació, tenint en compte que el seu disseny final sempre caldrà que s'adapti a les característiques de cada túnel:

En les boques:

- 2 Altaveus exponencials de 30W, instal·lats a l'altura de les barreres d'accés a les boques del túnel.

En cada sortida d'emergència:

- 2 Altaveus exponencials de 30W, instal·lats a l'interior del túnel, sobre la sortida d'emergència, amb una orientació de 45° cap a cada costat, per intentar cobrir la major longitud de túnel possible al voltant de la sortida. D'aquesta manera, en cas d'evacuació es permetrà un guiut dels usuaris dels túnels cap a la sortida d'emergència més convenient.

- 2 Projectors acústics de 20W, instal·lats al vestíbul (refugi) de la sortida d'emergència. Es col·locaran a sobre de cada una de les portes del vestíbul orientats cap a l'interior del mateix.

- Projectors acústics de 20W, instal·lats al recinte en el qual es troben les escales d'emergència. Se'n col·locarà un cada 25 m de tram d'escales, orientat cap avall.

En túnel quan sigui zona segura per a evacuació:

- Quan un túnel sigui zona segura per evacuació, al llarg de tot ell túnel es situaran altaveus exponencials de 30W cada 50m.

7.3.2 Sistema de comunicacions i equips d'amplificació de senyal.

Per a la transmissió d'informació entre mòduls de control i amplificació s'utilitzarà fibra òptica.

La distribució d'amplificadors permetrà seleccionar les zones a què es vol enviar un missatge, enviar missatges diferents en zones diferents, i agrupar zones del túnel a nivell de megafonia.

En cada un dels punts d'amplificació s'ubicarà un rack amb l'equipament necessari per a amplificar i distribuir el senyal als altaveus corresponents.

El conjunt d'equips situats en cada rack, que s'anomenarà Unitat Satèl·lit de Megafonia (USM), inclourà dos amplificadors redundants i la seva commutació. Per a les comunicacions utilitzaran un switch de capa 3 instal·lat en el corresponent Local Tècnic.

Des de cada amplificador fins als seus altaveus corresponents es durà un cable de dos conductors de coure apantallats, de secció adequada per a que l'atenuació del senyal sigui inferior al 10%, i amb coberta lliure d'halògens de baixa emissió de fums, i resistent al foc 400°C 90 min.

El sistema de megafonia complet constarà, per tant, dels següents elements:

- Gestió de Megafonia a la sala tècnica de control del túnel, i amb la possibilitat de realitzar una gestió des del CCT.
- Sistema d'Amplificació i Distribució (Les USM'S descrites).
- Nombre necessari d'altaveus exponencials de 30W i projectors acústics de 20W.
- Enllaç òptic d'àudio i dades. Totes les comunicacions d'àudio entre el Servidor de Megafonia i cadascuna de les USM es realitzaran a través de la xarxa de comunicacions del túnel, fent ús d'una VLAN exclusiva per al sistema de megafonia.

Dilluns, 30 de maig de 2016

7.4 Gestió de la Megafonia.

L'element central del subsistema de gestió de la megafonia serà el Servidor de Megafonia. Es situarà a la sala tècnica de control i supervisió local del túnel. La gestió de la megafonia es realitzarà des del CCT a través de la xarxa troncal de comunicacions, o bé de manera local des del CCL quan s'operi en mode local.

L'equipament estarà format per:

- Ordinador connectat a la xarxa de comunicacions del túnel.
- Aplicació informàtica (instal·lada a l'ordinador) de gestió del sistema de megafonia. Serà l'encarregada de distribuir la informació (veu i dades) a les estacions satèl·lits, realitzant la supervisió contínua de les etapes d'amplificació. A més, incorporarà una interfície gràfica des de la qual l'operador podrà emetre missatges en directe, a través d'un pupitre microfònic, o bé pregravats, així com gravar missatges d'àudio.

El Servidor de Megafonia estarà comunicat amb el servidor del sistema de control a través de la xarxa local de túnel, de manera que en l'aplicació de control general del túnel es podrà disposar d'informació del sistema de megafonia.

Això permetrà programar seqüències de control que incloguin l'emissió de missatges pregravats. De la mateixa manera, serà possible registrar els esdeveniments del sistema de megafonia en l'aplicació de control del túnel. Al seu torn, en el mateix local tècnic en què s'ubiqui el Servidor de Megafonia, s'instal·larà el pupitre microfònic. Aquest equip s'encarregarà de convertir l'àudio analògic del micròfon en àudio digital i enviar-lo, en Streaming, mitjançant protocols UDP / IP Multicast. Es connectarà, mitjançant connexió RJ45 amb cable de categoria 6, en el switch Gigabit Ethernet instal·lat en aquest local tècnic, permetent a l'operador l'emissió de missatges en directe.

Amb el pupitre microfònic es poden fer diferents tipus d'operacions bàsiques:

- Realitzar avisos a viva veu amb Gong.
- Realitzar avisos a viva veu sense Gong.
- Trucada general.
- Avisos pregravats locals (MP3).
- Activació del missatge d'evacuació.
- Els avisos podran ser individuals per zones, grups de zones o generals a tota la megafonia del túnel, i seran prioritaris sobre els altres senyals del sistema de megafonia. En el cas d'existir més d'un micròfon connectat a la mateixa xarxa, entre ells es podrà establir diferents nivells de prioritat.

Cada sortida d'emergència i cada boca de túnel correspondrà a una zona diferent. En el cas de megafonia al llarg de tot el túnel es dividirà el túnel en funció de les zones de megafonia.

7.5 Sistema d'Amplificació i Distribució.

El sistema de megafonia permetrà realitzar trucades individuals a cadascuna de les zones o grups de zones. Es tractarà d'evitar seccions elevades de cablejat entre amplificador i altaveus, pel que en funció de la longitud del túnel caldrà optar per una distribució descentralitzada dels racks d'amplificació i distribució (USM'S).

L'equipament situat en els racks que componen cadascuna de les USM'S constarà dels següents elements:

- Amplificadors: Les centrals de megafonia combinaran una etapa de potència i un mòdul de control amb connexió redundat a la xarxa de megafonia. A cada USM s'instal·laran 3 etapes de potència, 2 d'elles principals i una de reserva. L'etapa de potència de reserva s'utilitzarà en el cas que una de les etapes de potència principals s'espatlli. La potència de cadascuna de les etapes es determinarà en funció dels altaveus a sonoritzar.
- Commutador: Permetrà la commutació de les entrades i sortides d'una etapa de potència avariada cap a la de reserva. Els altaveus i projectors de cada sortida d'emergència estaran alimentats per dues línies diferents.

La disposició d'altaveus per parelles es realitzarà per a què cadascuna de les línies d'amplificació sonoritzi un de cada dos altaveus de la mateixa ubicació (boques i sortides d'emergència) o alternativament al llarg del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

D'aquesta manera, en cas de que es produeixi una fallada en una línia d'altaveus o en un amplificador, s'assegurarà la difusió del missatge a la sortida d'emergència a través de l'altra línia, complint-se els requeriments de redundància exigits per la norma EN60849.

7.6 Enllaç òptic d'àudio i dades.

Totes les comunicacions d'àudio entre el Servidor de Megafonia i cadascuna de les Unitats Satèl·lit de Megafonia es realitzaran a través de la xarxa de comunicacions per fibra òptica del túnel que, en topologia d'anell, connectarà entre sí tots els Locals Tècnics del túnel. Per a la connexió amb el CCT s'utilitzarà la xarxa troncal.

D'aquesta manera, es garantirà la immunitat enfront de senyals paràsites i la possibilitat de transmetre senyals a distàncies importants gairebé sense atenuació. S'haurà d'utilitzar una VLAN exclusiva i dedicada per al sistema de megafonia, amb les següents característiques:

- VLAN dedicada amb Ample de banda de 4 MB per a cada canal d'àudio. Capacitat màxima de canals d'àudio: 8 globals i 5 locals.

8. RADIOCOMUNICACIONS.

Les Comunicacions de Veu comprenen les comunicacions via ràdio, les comunicacions de telefonia d'emergència, i les emissions de megafonia. Aquests sistemes són el suport de les comunicacions dels serveis i cossos de seguretat i emergències a l'interior del túnel, els serveis professionals de manteniment i explotació del túnel, i també dels propis usuaris del túnel, tant en situacions d'emergència com en situacions ordinàries. D'acord amb la normativa els túnels del tipus B, C i D es dotaran dels següents sistemes de Comunicacions de Veu:

1. Sistemes de Radiocomunicació per als serveis d'emergència: Aquests sistemes de radiocomunicació professional per als agents implicats en una emergència (serveis de seguretat i emergències com policia, bombers, etc.) permeten comunicacions internes dins del túnel i amb l'exterior, així com amb els centres de comandament operatius, durant una situació d'emergència al túnel.

2. Sistemes de Comunicacions de Veu que permetin emetre missatges d'evacuació o d'emergència des del Centre de Control cap als usuaris del túnel, per facilitar, per exemple, l'evacuació del túnel, o qualsevol altra informació rellevant a l'usuari. Els usuaris podran rebre aquests missatges en els següents llocs:

- Missatgeria d'emergència per canals de ràdio per a usuaris: A l'interior dels seus vehicles, mitjançant radiodifusió FM rebuda directament en els seus dispositius de ràdio ordinaris i emesa al Centre de Control. En circumstàncies normals per a aquests canals s'emeten diverses cadenes de ràdio FM comercial, la qual cosa afavoreix un estat d'ànim relaxat durant la conducció al túnel.

- Mitjançant un sistema de megafonia. Es desenvolupa en el seu apartat de Sistema de Megafonia corresponent.

3. Sistemes de Comunicacions per als usuaris del túnel:

- Instal·lació d'estacions telefòniques d'emergència (Pals SOS) al llarg del túnel cada 100 metres. Aplicable també a túnels tipus A. Es desenvolupa en el seu apartat de Sistema de Pals SOS corresponent.

- A més, de forma addicional, es recomana contemplar la possibilitat de la utilització compartida de les infraestructures necessàries per a dotar de cobertura de telefonia mòbil en els túnels, ja que aquests sistemes poden compartir part de la seva infraestructura amb els sistemes de ràdio esmentats. Els costos haurien de ser assumits pels operadors de telefonia mòbil interessats.

S'instal·larà un sistema que permeti la radiocomunicació a l'interior del túnel, amb les freqüències utilitzades habitualment pels serveis d'emergència.

El sistema ha de permetre establir comunicacions a l'interior del túnel entre totes les combinacions possibles de portàtil, mòbil i estació base.

Serà obligatòria la seva col·locació als túnels tipus B, C i D, de longitud superior a 200 m.

Dins dels sistemes de comunicacions que permeten el intercanvi d'informació entre estacions de radio fixes i estacions mòbils o portàtils que es trobin situades a l'interior d'un túnel, el sistema que ofereix millors possibilitats es el sistema de transmissió a través d'un mitjà físic de transmissió radioelèctrica basat en un cable radiant. El sistema esta format per:

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Sistema radiant (cable).
- Sistema de captació i transmissió de senyals.
- Sistema de repetidors instal·lats a l'interior del túnel.

Haurà de realitzar un estudi de propagació ràdio a l'interior del túnel, que determini si pot ser aconsellable la instal·lació de cobertura ràdio mitjançant sistema d'antenes repetidores al llarg del túnel en cas de no compartir aquesta infraestructura amb operadors mòbils, a causa de la simplificació de costos i instal·lació que aquestes antenes repetidores impliquen. Així mateix, ha de determinar els nivells de cobertura del senyal ràdio exterior a l'interior del túnel.

El sistema de radiocomunicacions a implantar haurà de donar cobertura als diversos sistemes ràdio indicats, mantenint la seva total independència i ser compatible amb:

- Sistemes de Radiocomunicació Professional per Cossos i Serveis de Seguretat i Emergències de la Generalitat de Catalunya (Xarxa RESCAT) de tipus trunking digital TETRA. A la banda de 380-400 MHz. Nivell de senyal mínim de -79 dBm.
- Sistema de Radiodifusió FM comercial amb possibilitat d'interrupció de la programació per emetre missatges des del Centre de Control local i a través de xarxa troncal des del CCT. Es disposaran 3 canals de radiodifusió comercial FM (88-108 MHz).
- Diversos sistemes de telefonia mòbil privada. L'equipament relatiu a Telefonia Mòbil serà responsabilitat dels operadors de telefonia mòbil interessats.

El sistema de radiocomunicacions dotarà de cobertura a l'interior dels túnels per als sistemes de ràdio esmentats, proporcionant cobertura dels seus sistemes de comunicacions als cossos d'Emergències i Seguretat de la Generalitat. Per a això, l'empresa encarregada del manteniment i l'explotació dels túnels viaris sol·licitarà la cessió, per part del Departament d'Interior i el Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat de Catalunya (CTTI) (xarxa RESCAT), d'alguna de les portadores TETRA retransmeses al túnel.

D'altra banda, la difusió de FM comercial afavoreix un estat d'ànim relaxat durant la conducció normal dins del túnel, i a més permet la interrupció de l'emissió comercial per transmetre missatges preventius de seguretat, d'emergències i d'evacuació als usuaris del túnel, ja que la pràctica totalitat dels vehicles disposa de receptor FM.

8.1 Requeriments tècnics del sistema de radiocomunicacions.

La xarxa de comunicacions que actualment és utilitzada per tots els cossos d'emergències i seguretat és la Xarxa RESCAT. És una xarxa de tecnologia TETRA amb totes les funcionalitats necessàries i amb continu creixement tant en cobertura com en capacitat i prestacions.

La xarxa RESCAT està dissenyada per donar cobertura en exteriors i per tant cal ampliar la cobertura en interiors com els túnels. El Departament d'Interior ha determinat que a l'interior dels túnels és indispensable tenir cobertura de la xarxa RESCAT.

El sistema de cobertura radioelèctrica dins dels túnels ha de complir els requeriments de caràcter general:

- 1) Ser compatible amb RESCAT, que és una xarxa TETRA de NOKIA release 6.0 i amb les versions següents que s'implementin.
- 2) Poder treballar en tota la banda de freqüència de 380MHz a 400MHz (costat ascendent 380 - 390MHz, banda descendent 390-400MHz).
- 3) Tots els elements dels sistemes subministrats tindran la Certificació Europea corresponent.
- 4) S'ha d'assegurar un nivell mínim de recepció dins del túnel de -79 dBm (nivell de recepció per a un portàtil d'1 W estàtic i situat a 1,5 metres del terra) en un mínim del 95% del túnel. El nivell de senyal ha d'estar distribuït uniformement.
- 5) S'ha d'assegurar el mateix nivell de recepció de -79dBm dins de les galeries d'evacuació o en zones de seguretat on es puguin resguardar les persones en cas de catàstrofe al túnel.
- 6) El sistema ha de tenir la cobertura redundada dins del túnel: Per tant ha d'haver cobertura de dues estacions base TETRA exteriors o TBSs, perquè no es perdi comunicació en el cas de fallada d'una TBS o de qualsevol element repetidor a l'interior del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

7) Assegurar la continuïtat de les comunicacions en les entrades i sortides del túnel. Per tant les transicions entre la xarxa RESCAT i el sistema de radiocomunicacions instal·lats a l'interior del túnel, no ha de suposar en cap moment un tall en les comunicacions que tingui establertes l'usuari en entrar o sortir dels túnels. L'usuari pot tenir establerta una comunicació en qualsevol de les portadores de comunicacions que té disponibles la xarxa RESCAT i a qualsevol estació base que dona servei a les entrades i / o sortides. Totes les entrades i sortides dels túnels i edificis tenen servei de cobertura d'una estació base com a mínim.

8) Assegurar la continuïtat de les comunicacions dins del túnel pels vehicles que tenen una comunicació establerta. Aquesta continuïtat de les comunicacions s'ha de mantenir durant tota la circulació dins del túnel i en les transicions amb la xarxa RESCAT a les entrades i sortides del túnel.

9) Assegurar l'estabilitat de la cobertura. Si la solució presentada es basa en ampliadors de cobertura han de ser selectius de canal per evitar possibles afectacions de terminals treballant en mode DMO o emissions no desitjades pròximes a l'equip.

10) Disposar d'un sistema de supervisió i gestió remota dels equips instal·lats, per parell telefònic, via GSM o altres. S'ha de disposar de dues estacions de treball per a la supervisió del sistema, una al CCT i l'altre al CTTI. El sistema ha de tenir definits diferents perfils de seguretat i usuaris.

11) S'ha de contactar amb el centre de control de la xarxa RESCAT en fase d'obra per a validar la solució a construir.

12) S'hauran de realitzar proves de rearmament dels magnetotèrmics de rearmament motoritzat que protegeixen les línies de les antenes captadores de la xarxa TETRA, d'acord amb els requisits del CTTI.

13) L'Ajuntament serà l'encarregat de definir qui durà a terme el manteniment del cable radiant i del sistema TETRA del túnel en fase d'explotació i un cop acabat el termini de garantia dels equips.

8.2 Disseny redundat.

El disseny del sistema radi ha de ser redundat (màxima seguretat quant a radiocomunicacions) i sectoritzat cada 500m. Per tant, es dotarà de cobertura radioelèctrica en tota la longitud del túnel per a tots els sistemes ràdio esmentats. A causa de les característiques de transmissió de les diferents bandes de freqüència de les diferents senyals de ràdio implicades, i a la necessitat de comptar amb una alta disponibilitat del sistema s'ha de justificar mitjançant càlcul radioelèctric la secció de cable radiant que asseguri el servei redundat i sectoritzat al llarg de tot el túnel.

Per això, els túnels comptaran amb estacions amplificadores en diversos dels espais tècnics disponibles.

Per assegurar la redundància, caldrà injectar a cada extrem de tram de cable radiant tots els canals ràdio a retransmetre, pel que hauran de transportar els senyals de ràdio captades mitjançant antenes a totes les estacions repetidores. Es realitzarà mitjançant fibra òptica de la xarxa de comunicacions interior de túnel, que enllaçarà d'aquesta manera les diferents estacions ràdio repetidores de l'interior amb les estacions captadores del senyal ràdio exterior i transmissores l'interior del túnel (per raons de redundància, en ambdues boques de túnel s'ubicarà una estació captadora / transmissora).

D'aquesta manera, tota la longitud de tots els trams de cable radiant, excepte en els extrems dels túnels, sempre compta amb tots els senyals de ràdio implicades, del rack mestre de captació. Fins i tot en cas de tall del tram de cable radiant en algun punt intermedi dels túnels comptaran amb cobertura de tots els serveis en tota la seva longitud.

8.3 Components del sistema de radiocomunicacions.

Els components del sistema de radiocomunicacions per a l'extensió dels sistemes ràdio (RESCAT, FM comercial, etc.) existents a l'exterior són:

- Cable radiant de la secció determinada per l'estudi ràdio en funció de la separació entre repetidors (longitud de tram de túnel a cobrir des de cada repetidor interior al túnel).

- Cable coaxial: Connectarà el cable radiant als repetidors.

- Racks de captació i transmissió compost per:

• Sistema d'antenes de captació de tots els sistemes ràdio susceptibles de retransmissió. La ubicació de les antenes serà la més discreta possible i la seva connexió amb el rack serà mitjançant cable coaxial de 1/2", de longitud màxima de 20 metres. Cal destacar que hauran de col·locar dues antenes, una a cada boca del túnel, per a la recepció del sistema

Dilluns, 30 de maig de 2016

TETRA, un per a cadascuna de les TBS considerades. Les antenes hauran d'ubicar a una altura adequada per evitar actes de vandalisme.

- Modulador FM connectat a la consola de Missatges d'Emergència del Centre de Control local via Ethernet i a través de la xarxa troncal amb el CCT.

- Sistema d'amplificació per a totes les bandes de freqüència implicades en el sistema.

- Sistema de Combinació de senyal ràdio per a la inserció de tots els senyals ràdio en un únic divisor de 2 vies, que al seu torn s'insereix la senyal ràdio resultant en dos trams consecutius de cable radiant.

- Equip Repetidor Òptic Mestre i transmissors / receptors òptics per a la transmissió dels senyals ràdio captades per les antenes a la resta dels racks de ràdio de l'interior del túnel mitjançant fibra òptica monomode, i viceversa.

- Racks de Repetició (nombre en funció de la longitud del túnel) instal·lats en els locals tècnics de l'interior del túnel, que inclouen cada un:

- Sistema de recepció i amplificació per a totes les bandes de freqüència implicades en el sistema.

- Sistema de Combinació de senyal ràdio per a la inserció de tots els senyals ràdio en un únic divisor de 2 vies, que al seu torn s'insereix la senyal ràdio resultant en dos trams consecutius de cable radiant.

- Equip Repetidor Òptic Esclau i transmissors / receptors òptics per interconnexió amb el Rack de Captació mitjançant fibra òptica monomode.

- Consola de Missatges d'Emergència del Centre de Control basada en PC, des de on es poden emetre missatges d'evacuació o d'emergència per als usuaris, via ràdio. Aquesta consola es connectarà amb cada un dels racks ràdio instal·lats en els locals tècnics de l'interior de túnel via Ethernet.

Cablejat de fibra òptica monomode al llarg del túnel, estès en canalització subterrània. Tots els Racks de Repetició (els dispositius òptics) estan connectats en estrella amb el Rack de Captació mitjançant 2 fibres òptiques monomode, una per a la transmissió uplink i una altra per a la transmissió downlink.

S'empraran sempre per a les interconnexions en els locals tècnics rosetes d'interconnexió amb la deguda protecció dels empalmaments, accessibles mitjançant connectors APC / PC. S'utilitzaran cables independents de la resta de cablejat de fibra òptica present al túnel, per facilitar la instal·lació manteniment i registre.

8.4 Descripció de l'equipament.

8.4.1 Racks de Ràdio.

El sistema de radiocomunicacions ha de tenir la cobertura redundada dins del túnel. Hi haurà d'haver cobertura de dues TBS, perquè no es perdi comunicació en el cas de defecte d'una TBS o de qualsevol element repetidor. Per complir aquest requeriment, la millor solució serà la basada en la instal·lació de dos Racks Mestre, un a cada boca del túnel, amb l'objectiu de separar físicament les antenes de captació el màxim possible. A més, per complir íntegrament amb aquest requeriment de redundància, els Racks de Repetició (Racks Esclaus) es distribuïran pels diferents locals tècnics de l'interior del túnel.

Aquesta és la solució proposada en el present document, ja que permet rebre els senyals procedents de dues estacions base i, al seu torn, instal·lar tot l'equipament necessari en els locals tècnics destinats a l'efecte, evitant tot tipus d'afeccions a l'entorn urbà.

8.4.2 Rack Mestre.

S'instal·larà un Rack Mestre a cada boca del túnel. Aquest equip s'encarregarà d'enllaçar amb les estacions ràdio (estacions repetidores i estacions base de cobertura dels serveis a incorporar al túnel), que al seu torn seran les encarregades de proporcionar cobertura del sistema de comunicacions en les zones exteriors dels túnels. A més, injectarà els senyals de ràdio dels sistemes de captació a l'interior del túnel. En cas que hi hagi un sol local tècnic per al túnel, situat en una de les boques, no es realitzarà diversitat en espai, sinó només en freqüència situant un sol rack mestre per a aquest túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

La funció principal d'un Rack Mestre serà la de filtrar i optimitzar el senyal rebut per les antenes, amplificar i retransmetre a l'interior del túnel a través del cable radiant. També convertirà aquest senyal captat, o suma de senyals, en senyal òptica i l'enviarà als punts de repetició a través de fibra òptica. Els Racks Mestre també realitzaran aquestes funcions en sentit ascendent o uplink, és a dir, rebran els senyals corresponents als serveis de ràdio de la seva pròpia boca captades a l'interior del túnel i les enviaran a les antenes per a què les transmetin a l'exterior. Aquests senyals els rebran directament des de les seccions de cable radiant connectats a ells mateixos.

La inserció es realitzarà a uns 20 metres de la boca del túnel mitjançant splitter asimètric intercalat en el cable. El punt exacte d'inserció del senyal de ràdio en el cable radiant així com la distància fins a l'extrem final del cable radiant, que acabarà en càrrega terminal de 50 Ω s'ajustarà en el moment de la instal·lació i posada en marxa del sistema, de manera que es minimitzin les possibles interferències amb els senyals de ràdio exteriors al túnel.

El Rack Mestre contindrà tot el material accessori necessari com el cablejat intern, les unitats d'alimentació necessàries, els elements de presentació de les alarmes dels equips, així com els espais o mitjans de ventilació necessaris per al correcte funcionament del sistema.

En funció dels nivells teòrics de potència captada per les antenes, d'acord amb els nivells de senyal de les TBS pròximes i realitzant un resum dels guanys i atenuacions de tots els equips que componen el rack mestre o secundari s'obindrà una potència de sortida per injectar al cable radiant. Aquest nivell i la distància fins al repetidor proper (tram de túnel a cobrir mitjançant cable radiant des d'aquesta estació captadora) determinarà la secció de radiant a emprar.

8.4.3 Sistema de Captació o Antenes d'enllaç.

A l'exterior de les sales Tècniques de les boques del túnel s'ubicaran les antenes de captació de senyals d'aquells sistemes ràdio que es pretenen estendre cap a l'interior del túnel, o antenes d'enllaç.

La ubicació final s'haurà de fixar basant-se en mesures de senyal rebuda, en fase de muntatge del sistema. La seva localització haurà de ser el més propera possible al Rack, alhora que el nivell i la qualitat del senyal captat en aquest punt haurà de ser el millor possible. Aquestes antenes es connectaran al Rack mitjançant cable coaxial de $\frac{1}{2}$ ", utilitzant connectors tipus N adequats a aquest gruix de cable, i s'instal·laran en pal d'acer galvanitzat.

Les antenes seran les encarregades, en sentit downlink, de la recepció i captació dels senyals existents a l'exterior del túnel, i en sentit uplink, de la transmissió de les comunicacions de l'interior del túnel cap als repetidors o estacions base exteriors més propers.

Només es podran retransmetre en l'interior dels túnels aquells canals ràdio, i senyals procedents de les emissores comercials de FM, que disposin de cobertura radioelèctrica a les proximitats de la boca amb un nivell de senyal adequat als requeriments del sistema. No serà admissible retransmetre senyals deficients de l'exterior.

Les antenes s'hauran d'ubicar en l'entorn del túnel segons La qualitat dels senyals de ràdio dels canals a incorporar. Per optimitzar la qualitat del senyal rebut per aquestes antenes, per al sistema TETRA s'inclouran dues antenes directives d'alt guany, que hauran d'orientar adequadament cap a les dues estacions base (TBS) de les que es desitja obtenir cobertura. L'antena de FM serà de tipus omnidireccional.

8.4.4 Amplificadors bidireccionals.

L'amplificació de cada senyal de ràdio la cobertura exterior de la qual es pretén estendre a l'interior del túnel es realitza en el Rack Mestre abans de la seva inserció en el cable radiant. Aquesta amplificació es realitza mitjançant amplificadors canalitzats o selectius de canal, comptant cadascun d'ells amb una antena exterior de TX/RX.

Els amplificadors seran bidireccionals, excepte en el cas de la banda de radiodifusió comercial FM, que per la seva naturalesa només necessitaran del sentit downlink o descendent de radiofreqüència.

Caldrà disposar de dos equips d'amplificació dels senyals TETRA, un per amplificar les portadores de cada estació base TETRA (TBS). D'aquesta manera, s'independitzaran els senyals procedents de cada estació de ràdio i, en cas de fallada d'un amplificador, els senyals procedents de l'altra TBS seguiran injectant al cable radiant.

Dilluns, 30 de maig de 2016

El guany dels amplificadors s'ajustarà en cada cas per a un correcte funcionament del sistema, tenint en compte les dades obtingudes en el replanteig previ a la instal·lació, especialment les mesures de senyal rebut de cada sistema en la ubicació d'antenes, i el balanç de potències uplink i downlink de cada sistema de ràdio, que dependrà al seu torn de la potència màxima de transmissió i sensibilitat dels terminals de ràdio dels usuaris del sistema i de les estacions base o estacions repetidores de cada sistema, i en general de les dades de guany i atenuació que pateixi el senyal en tot el seu recorregut (guany d'antena, connectors, cable coaxial de ½", filtres, acobladors i combinadors, divisors, cable radiant, etc.).

Els càlculs i ajustos de detall, tant de sintonització de freqüències com de guanys per a cada dispositiu associat a cada canal de ràdio, es realitzaran en base a una sèrie de dades obtingudes dels diferents sistemes de ràdio implicats (freqüències exactes dels canals, potències RF de emissió, sensibilitat, etc.).

8.4.5 Sistema Multiacoplador / Distribuïdor Multibanda.

A més dels amplificadors, el Rack inclourà un conjunt de filtres, divisors, acobladors i combinadors de senyal, la missió és sumar els diferents senyals en un únic senyal i viceversa. Aquest sistema multiacoplador / distribuïdor multibanda serà l'encarregat de proporcionar una única sortida de la via de transmissió i una única sortida de la via de recepció dels senyals procedents i destinades als túnels, mitjançant la combinació dels senyals que es troben en bandes de freqüències diferents. S'inclouran tots els elements necessaris per a aquestes operacions, adequats o sintonitzats en cada cas per a la banda de freqüències del senyal o senyals que rebin, i estaran connectats entre si mitjançant el cablejat coaxial.

8.4.6 Equipament Òptic.

El Rack Mestre allotja també l'equipament òptic necessari per al transport dels senyals provinents de les antenes cap a les Estacions Repetidores (o Racks Esclaus), i també per a la integració en el rack per a la seva posterior inserció en el cable radiant dels senyals provinents de aquests Racks Esclaus.

En total s'utilitzaran 2 fibres òptiques monomode per a cada enllaç (TX i RX) configurat en estrella entre el Mestre i cada Esclau. Per n unitats esclaves (racks repetidors d'interior de túnel) seran necessaris 2n convertidors electroòptics, n unitats transmissores de fibra òptica i n unitats receptores de fibra òptica.

Els Racks Mestre es connectaran en un repartidor òptic ubicat al mateix bastidor mitjançant puntes de fibra òptica monomode símplex. La transmissió d'aquests senyals òptiques es realitzarà mitjançant cables de FO monomode que comunicaran el Rack Mestre amb cadascun dels Racks Esclaus. Aquests cables acabaran al repartidor òptic de cada rack, com ja s'ha esmentat.

8.4.7 Modulador FM i Emissor de Missatges SOS.

A cada Rack Mestre hi haurà un modulador FM que modularà el senyal d'àudio rebuda d'un lloc d'inclusió de missatges SOS basat en PC situat en el centre de control. Aquest lloc permetrà l'enregistrament de missatges predefinits i inclourà un micròfon de sobretaula. Per a la connexió d'aquest lloc s'utilitzaran interfícies d'àudio IP, utilitzant la xarxa LAN Ethernet del túnel per al transport del senyal d'àudio i PTT (Push To Talk). Els dos moduladors rebran les dues senyals i interrompran mitjançant relé la retransmissió de les freqüències de radiodifusió comercial i espanyola amb els missatges generats en el lloc del Centre de Control. D'aquesta manera, en situacions d'emergència, des d'aquest serà possible emetre al túnel missatges d'evacuació o de qualsevol altre tipus, que seran rebuts pels usuaris del túnel en els seus vehicles si han sintonitzat el dial dels seus aparells de ràdio, segons el que s'indiqui en la senyalització exterior del túnel.

8.4.8 Racks Esclaus.

A causa de les freqüències de les diferents senyals que es transmeten pel cable radiant al llarg del túnel i al disseny redundat, en funció de la longitud del túnel i de l'estudi ràdio, pot ser necessari instal·lar diverses estacions repetidores o Racks Esclaus en diversos dels locals tècnics del túnel.

El bastidor de 19" i 42U que conforma el Rack esclau disposarà d'una sèrie d'alarmes tècniques en circuit obert / tancat que es connectaran en sèrie per generar una única alarma que s'integrarà amb el sistema de control del túnel.

L'enllaç del Rack Esclau amb el cable radiant del túnel es realitzarà mitjançant dos cables coaxials de ½", connectors tipus N femella i maneguets de coaxial RG214. El rack contindrà tot el material accessori necessari com el cablejat intern, les unitats d'alimentació necessàries, els elements de presentació de les alarmes dels equips, així com els espais o mitjans de ventilació necessaris per al correcte funcionament del sistema.

Dilluns, 30 de maig de 2016

8.4.9 Amplificadors bidireccionals.

Aquests equips s'encarregaran rebre els senyals provinents del Rack Mestre, amplificar i injectar en ambdós trams de cable radiant als seus extrems centrals, per proporcionar cobertura redundat a l'interior del túnel. En sentit ascendent o uplink rep els senyals de l'interior del túnel del cable radiant, les amplificarà i reenviarà el Rack Mestre a través dels cables de fibra òptica.

Els amplificadors al Rack Esclau seran de banda selectiva i bidireccionals, excepte en el cas de la banda de radiodifusió comercial FM, que per la seva naturalesa només necessitarà del sentit downlink o descendent de radiofreqüència. El rack Esclau inclourà concretament 2 amplificadors per a les 2 bandes de freqüència implicades (la banda de 380 MHz i la de 100 MHz FM).

El guany dels amplificadors s'ajustaran en cada cas per a un correcte funcionament del sistema, tenint en compte les dades obtingudes en el replanteig previ a la instal·lació, especialment les mesures de senyal rebut de cada sistema en la ubicació d'antenes, i el balanç de potències uplink i downlink de cada sistema de ràdio, que dependran al seu torn de la potència màxima de transmissió i sensibilitat dels terminals de ràdio dels usuaris del sistema i de les estacions base o estacions repetidores de cada sistema, i en general de les dades de guany i atenuació que pateixi el senyal en tot el seu recorregut (guany d'antena, connectors, cable coaxial de ½", filtres, acobladors i combinadors, divisors, cable radiant, etc.).

Els càlculs i ajustos de detall tant de sintonització de freqüències com de guanys per a cada dispositiu associat a cada canal de ràdio es realitzaran amb base en una sèrie de dades obtingudes dels diferents sistemes de ràdio implicats (freqüències exactes dels canals, potències RF de emissió, sensibilitat, etc.).

8.4.10 Sistemes Multiacoplador / Distribuïdor Multibanda.

A més dels amplificadors esmentats, el Rack inclourà un conjunt de filtres, divisors, acobladors i combinadors de senyal, la missió és sumar els diferents senyals en un únic senyal i viceversa. Aquest sistema multiacoplador multibanda serà l'encarregat de proporcionar una única sortida de la via de transmissió i una única sortida de la via de recepció dels senyals procedents i destinats als túnels, mitjançant la combinació dels senyals que es troben en bandes de freqüències diferents. S'han d'incloure tots els elements necessaris per a aquestes operacions, adequats o sintonitzats en cada cas per a la banda de freqüències del senyal o senyals que reben i lògicament connectats entre si mitjançant el cablejat coaxial i petit material necessari.

8.4.11 Equipament òptic.

Els Racks Esclaus s'allotjaran així mateix l'equipament òptic necessari per a la integració en el rack per a la seva posterior inserció en el cable radiant dels senyals provinents del Rack Mestre. En total s'utilitzaran 2 fibres òptiques monomode, una per a cada enllaç (TX i RX). Per a això caldrà la instal·lació de 2 convertidors electroòptics, una unitat transmissora de fibra òptica i una unitat receptora de fibra òptica. El Rack Esclau es connectarà amb un repartidor òptic ubicat al mateix bastidor mitjançant maneguets de fibra òptica monomode símplex. La transmissió d'aquests senyals òptiques es realitzarà mitjançant cables de FO monomode que es connectaran al Rack Mestre.

8.4.12 Cable radiant i accessoris.

El cable radiant elegit ha d'estar dissenyat per a treballar a les bandes de freqüència implicades, assegurant la redundància i els nivells de senyal de ràdio exigits per la xarxa RESCAT en tots els punts del túnel. S'haurà d'elegir la secció menor (per estalvi en cost i facilitat d'instal·lació) que asseuri tot l'anterior.

A cada tram de cable radiant se li injectaran les mateixes senyals pels seus dos extrems, trobant cada tram connectat a dos Racks (que poden ser mestre o esclaus). Els extrems de les boques dels túnels no estaran connectats a cap Rack i el cable radiant acabaran en càrrega terminal de 50Ω.

El cable radiant serà l'encarregat de fer les funcions de sistema radiant i per tant la seva funció és la de transmetre els senyals de RF als terminals de ràdio d'usuari que es trobin a l'interior del túnel i la de rebre els senyals de RF generades per aquests terminals en l'interior del túnel.

L'estructura amb dos punts d'injecció de senyal en cada sector de cable radiant, permetrà assegurar les comunicacions a tot l'interior del túnel fins i tot en el cas de patir un tall cadascun dels sectors de cable radiant del túnel.

La secció de cable radiant, dependrà de la longitud del túnel i la màxima freqüència dels canals de ràdio implicats.

Dilluns, 30 de maig de 2016

El cable radiant s'instal·larà prop de la clau del túnel, utilitzant grapes o suports adequats per a formigó, cada 1,2 m, sent cada 10 metres aproximadament el suport de tipus metàl·lic. La distància del cable a la paret ha de ser com a mínim 100 mm, admetent puntualment separacions d'entre 80 mm a 180 mm.

L'elecció del tipus de cable dependrà de:

1. La longitud del tram més llarg cobrir. La longitud del cable afecta l'atenuació del senyal, a major longitud, més pèrdues.
2. La freqüència més alta que s'utilitzarà, 400 MHz. Es fixa un nivell mínim de senyal de -79 dBm (nivell de recepció per a un portàtil d'1 W estàtic i a 1,5 metres de terra).

Aquests nivells mínims de potència han de ser garantits en els següents modes de funcionament:

- Mode de funcionament nominal: serà l'habitual, sense trencaments del cable radiant i amb tots els equips operatius. Per a aquest cas es defineix 1 fading marginal de 10 dB.

- Mode de funcionament degradat: es calcularà amb el cable radiant trencat per un únic punt, amb l'equip amplificador remot apagat o avariats, o amb un dels sistemes secundaris d'algun dels mestres apagat o avariats. Es suposarà també un fading marginal de 10 dB.

8.5 Projecte d'enginyeria Radio per al túnel.

Per a cada túnel serà necessari realitzar un projecte de ràdio que haurà de ser realitzat i signat, per un tècnic competent, i visat per les autoritats competents.

El projecte haurà d'incloure els serveis de:

- Replantejament previ amb presa de mesures radioelèctriques dels sistemes que es volen estendre cap a l'interior dels túnels, per a determinar la ubicació òptima de totes les antenes.
- Després del muntatge de la instal·lació i la seva posta en servei, caldrà realitzar proves d'acceptació en totes les bandes de freqüència i sistemes de radiocomunicacions implicats.
- Realització de la documentació del sistema instal·lat (manuals de manteniment, plànols as-built, mesures i nivells de senyal, valors d'ajustament de guany i freqüències.
- Realització del Projecte per a la notificació a les inspeccions de comunicacions de la instal·lació realitzada.
- Acceptació de la instal·lació per part dels responsables de la Red RESCAT de la Generalitat de Catalunya.

9. SISTEMA DE PALS SOS.

9.1 Funcionalitats.

El sistema es dissenyarà per atendre les necessitats de comunicació entre els usuaris del túnels i el CCT, constituint un element d'ajuda fàcil i ràpida pels incidents, que haurà de facilitar la comunicació i una primera intervenció.

Una estació d'emergència o pal SOS té com a finalitat proporcionar als usuaris del túnel equips de seguretat i equips de comunicacions que permetin contactar amb una central d'ajuda per a sol·licitar auxili en cas d'accident, incendi o qualsevol emergència.

La funció principal dels pals SOS serà la comunicació bidireccional d'àudio (veu IP). Hi hauran pals SOS tant a l'interior del túnel com a l'exterior, en la proximitat de les boques, així com en les sortides d'emergència i en els apartadors.

La solució de veu IP consisteix en una sèrie de elements hardware i software que interoperen entre si. Es compon de una sèrie d'unitats digitalitzadores i emissores d'àudio, que deposen la informació digitalitzada a la xarxa i d'unitats receptores que, recollint la informació de la xarxa, pot descomprimir-la i passar-la a format analògic.

Aquesta solució permet comunicació full-duplex entre diferents equips sempre que disposin amb el software i el hardware adients. A més estarà mantinguda sobre estàndards ben definits que fan que sigui una arquitectura oberta a la integració entre diferents entorns.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Per garantir la immunitat electromagnètica i una alta qualitat de so, la comunicació entre els pals SOS amb els centres de control, local i amb el CCT es farà per fibra òptica, directament a través de connexió a la xarxa de comunicacions de fibra interna al túnel i/o troncal, o indirectament mitjançant connexió ethernet al switch ubicat en el corresponent pal SOS.

En noves instal·lacions la disposició aquests han de seguir les recomanacions del PIARC de manera que la distància entre els dos pals SOS no sigui mai superior als 100 metres.

Les trucades rebudes dels pals SOS poden ser de dos tipus: les trucades d'usuaris o trucades de servei del personal de manteniment. La trucada del usuari s'activarà actuant sobre el polsador del pal SOS i la trucada de servei s'activarà actuant sobre un sensor magnètic situat en una zona oculta del pal SOS.

Les principals característiques funcionals del sistema son:

- Configuració del pal SOS.
- Prioritat 1 simultaneïtat de trucades.
- Enregistrament de comunicats d'atenció.

El conjunt de pal SOS estarà format per un armari estanc que disposarà de:

- Un o dos extintors de 6 Kg i eficàcia 21A-113B.
- Un equip de mànega de 25 mm, amb una sortida independent de 45 mm (dimensionament xarxa per a 45 mm). La longitud de la manega serà suficient per cobrir tot l'espai d'intervenció.
- Un aparell telefònic de comunicació amb el centre de control.

Els senyals que tindran l'origen en el pal SOS i que es rebran a la sala de control seran les següents:

- Senyal de porta oberta.
- Senyal de trucada.
- Senyal de fonía.
- Senyal d'avaría.

Les distàncies màximes entre pals SOS mànega i extintor seran de 100 metres i s'instal·laran en cada sentit de circulació i a la dreta en sentit de la marxa.

Tots els apartadors han de disposar d'un pal SOS. Els pals SOS també s'ubicaran en vies d'evacuació i vestíbuls d'independència.

Els pals SOS seran d'instal·lació obligatòria en tots els túnels.

9.2 Arquitectura i components del sistema de pals SOS.

El sistema de Pals SOS d'un túnel comunicarà a través de la xarxa local del túnel amb la Central SOS local de túnel. En el cas de que aquesta central no contesti la trucada, aquesta serà redirigida al CCT.

En el cas de túnels sense xarxa de comunicacions interna, els pals SOS seran connectats directament a la xarxa troncal de comunicacions, fins al CCT.

El Sistema de Pals SOS estarà format per un conjunt de pals, distribuïts en el túnel i connectats, via Ethernet, amb la Central SOS IP local, que s'ubicarà al CCL, i a través de la xarxa troncal amb el CCT.

Cada element de la xarxa haurà de tenir una direcció IP preconfigurada per facilitar l'adreçament IP de les trucades. La transmissió de l'àudio es realitzarà de forma digital, mitjançant protocol H.323 o SIP, amb establiment previ de la trucada. La finalització de la trucada es realitzarà des del lloc de control.

Les alarmes del pal SOS (porta oberta, extracció d'extintor) es transmetran automàticament a la Central mitjançant protocols TCP-IP, i es mostraran als operadors del CCT de forma gràfica. D'aquesta manera, la central de trucades IP s'encarregarà de la gestió del sistema de pals SOS del túnel. Els equips client disposaran d'un terminal telefònic mitjançant el qual l'operador podrà atendre les trucades rebudes.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Les alarmes provinents dels Pals SOS s'hauran d'integrar en el Sistema de Gestió Centralitzada. En cada pal SOS s'ubicarà una unitat de control distribuït del sistema de Gestió. Aquesta integració permetrà detectar en el CCT si algun usuari del túnel necessita demanar auxili o fer servir un extintor, desencadenant les accions corresponents, i també realitzar un control y manteniment adequat de l'equipament, de manera que sempre estigui en perfecte estat, i disponible per a ser utilitzat pels usuaris del túnel.

El sistema de pals SOS IP es comunicarà amb la Central SOS IP a través de la xarxa Ethernet del sistema de control, mitjançant connexió al switch corresponent, sense cap altre equipament addicional.

La electrònica associada al pal SOS amb connectivitat IP estarà allotjada en l'interior d'una caixa estanca, dotada dels connectors UTP per a la xarxa Ethernet del túnel, i d'altres elements auxiliars tals com: polsador de trucada, micròfon, altaveus, bateria i detectors magnètics de porta oberta. El format de la caixa de l'electrònica (connectors, mecànica) haurà de ser compatible també amb els dels pals SOS normalitzats de la DGT.

La carcassa del pal SOS i les plaques frontals han de ser resistents a la corrosió segons el que es descriu en la norma EN 12899-1. Ha de ser antivandàlica i resistent a la humitat. Els llocs d'emergència disposaran de la senyalització adequada, amb banderola, i amb el pictograma corresponent.

L'alimentació elèctrica dels pals SOS es realitzarà des del quadre elèctric de proteccions que estigui més proper en el túnel.

Els pals SOS han de ser totalment compatibles amb la central de SOS IP, tant del túnel como del CCT i amb la xarxa Ethernet que els connecta (xarxa LAN Ethernet local) i a través de la xarxa troncal amb el CCT.

10. SISTEMA D'EVACUACIÓ.

És el format pel conjunt de dispositius d'informació sobre les sortides d'evacuació o d'emergència, així com els equips de guiat cap aquestes sortides. A més, també s'inclouen una sèrie de dispositius d'ajuda per els propis especialistes d'extinció.

En cada projecte, i segons la importància del túnel, s'haurà de concretar aquest equipament especial per a l'evacuació.

Els possibles dispositius que es poden instal·lar es desglossen als següents punts.

10.1 Senyalització estàtica de sortides d'emergència i recorreguts per evacuació.

En el cas d'un túnel amb passos, galeries d'interconnexió o vestíbuls existirà una senyalització lluminosa indicativa de sortida d'emergència amb pictogrames homologats.

El sistema de senyalització estàtica de sortides d'emergència es completarà amb rètols amb pictograma fotoluminiscent (o amb LED's) que tindran la funció d'indicar la direcció i la distància a cada una de les sortides exteriors de la mateixa.

10.2 Sistema d'enllumenat d'emergència.

En els túnels l'enllumenat d'emergència té la funció de garantir una il·luminació bàsica durant un mínim d'una hora en el cas de que hi hagi una manca de subministrament elèctric. En condicions normals d'operació aquest enllumenat haurà d'estar apagat.

Aquestes punts de llum hauran d'incorporar una bateria amb connexió automàtica en cas de defecte del subministrament normal o bé quan la tensió baixi per sota del 70% del seu valor nominal.

10.3 Portes Tallafocs.

Les portes tallafocs s'instal·laran, a fi de minimitzar el risc de pas de fums des del túnel a la galeria d'evacuació o d'interconnexió en cas d'incendi. Les portes incorporaran un mecanisme de tancament ràpid automàtic mitjançant molla. Al voltant de la porta, s'instal·laran uns llums (tipus xenon-flash o de LED's) que s'encendran quan hi hagi una emergència i ho faran de manera intermitent per tal d'advertir als possibles usuaris de la ubicació exacta de la porta de sortida. L'angle de visió d'aquestes llums haurà d'apropar-se als 180 °.

10.4 Fil d'Ariadna.

Aquest sistema consisteix en la disposició al llarg del túnel, d'una barana en el mur lateral del costat on es troben els refugis per a l'evacuació, i que té la funció de guia visual i tàctil per als usuaris de la via en cas d'accident.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Per als serveis de bombers aquest "fil d'ariadna" s'utilitza com a "fil de vida", ja que en aquesta barana es pot fixar un cable que permeti mantenir-los units a la paret i a més servir-los de guia en cas de desorientació per falta de visibilitat en una zona envaïda pel fum.

10.5 Sistema de Guia de Llum Freda.

Aquest sistema permet senyalitzar i il·luminar a l'interior d'un túnel, per guiar a les persones fins a la sortida més propera.

La senyalització guiada per llum freda s'adaptarà a qualsevol superfície, interior o intempèrie i té una amplada molt estreta. El seu consum elèctric haurà de ser molt baix, sense emissió de radiacions tèrmiques o infrarojos i amb una llarga vida útil de milers d'hores de treball.

11. SISTEMA DE CTTV I DE DETECCIÓ I GRAVACIÓ AUTOMÀTICA D'INCIDENTS.

En tots els túnels s'instal·laran sistemes de vigilància per vídeo, amb orientació i zoom en les càmeres externes, i un sistema capaç de detectar de forma automàtica incidents i incendis, i amb equipaments que compleixin amb els requeriments establerts en la normativa vigent, pel que fa a aquest tipus d'instal·lacions.

Així, de la obligatorietat per a tots els túnels de disposar d'un sistema DAI se'n deriva la obligatorietat d'un sistema CTTV amb càmeres fixes, en el interior de cada túnel, ja que el sistema DAI requereix d'imatges fixes per a realitzar vídeo anàlisis. A tal efecte es disposarà de tot l'equipament i sistemes necessaris en els CCL o en els LT propis de cada túnel.

11.1 Circuit de televisió.

S'instal·larà un sistema de TV, amb la finalitat de disposar d'imatges del recorregut íntegre dels vehicles al llarg del túnel i dels seus accessos i sortides, incloent les sortides d'emergència.

Les càmeres de les boques d'entrada i sortida, i la dels accessos i sortides laterals incloent sortides d'emergència, hauran de ser motoritzades PTZ (pan-tilt-zoom), i es governaran des del CCT. També es podran operar en mode local des d'una de les dependències pròpies del túnel (CCL o LT). La resta de càmeres de vigilància seran de tipus fix.

Des dels CCL o LT es podran veure i gravar les imatges de les diferents càmeres; caldrà, per tant, que a la sala hi hagi un monitor per cada quatre càmeres instal·lades i una unitat de gravació i reproducció de vídeo.

El monitor presentarà la imatge de qualsevol càmera seleccionada. En el cas que es produeixi algun senyal d'alarma, de forma automàtica es canviarà la imatge de la càmera corresponent a la zona que s'hagi produït l'incident, i s'assignarà un monitor de gravació. En aquest cas la posada en funcionament del gravador serà automàtica.

El senyal de les càmeres s'haurà d'integrar en la xarxa multitúnel de l'Ajuntament, al CCT, per a que puguin ser operades correctament i amb totes les funcionalitats tals com el moviment, zoom i d'altres ajustos d'enfocament. Cada càmera podrà ser operada de forma remota, tant des del CCL o LT del túnel, com des del CCT.

11.2 Control d'incidències.

Les càmeres de l'interior de túnel disposaran d'un sistema de Detecció Automàtica d'Incidents (DAI). Aquest sistema DAI permetrà detectar incidents dins del túnel, como poden ser vehicles parats, circulació de persones, circulació de vehicles en sentit contrari, accessos a llocs restringits, etc.

De manera automàtica, a la sala de control es visualitzarà la imatge del vehicle aturat o de qualsevol altre incidència, en un dels monitors.

11.3 Equipament.

- Les càmeres de TV (tant les situades a l'interior com les situades a l'exterior del túnel). Tot el sistema de vídeo vigilància es realitzarà amb càmeres IP.

- Els equips de codificació (situats al túnel) i descodificació de vídeo (situats al LT. o C. Control Local i/o CCT).

- Els subsistema de transmissió de la senyal de vídeo, que tal com s'especifica en el capítol 6., serà de tipus digital i el medi de transmissió serà la fibra òptica. Es permetrà connectar les càmeres amb cables tipus FTP, format per parells trenats de conductors de Cu, individuals i apantallats, para distàncies de fins a 90m, entre càmera i switch interior de túnel. El transport dels senyals de vídeo fins al Centre de Control es realitzarà amb cable de fibra òptica. A tal efecte, s'haurà de dotar a la instal·lació dels convertors electroòptics necessaris, amb el qual es podran integrar els senyals en una xarxa Gigabit Ethernet com si fos una VLAN, mitjançant switchs Fast Ethernet ubicats en el túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Els monitors per a visualització de les imatges.
- Servidor de vídeo: la seva aplicació informàtica que permetrà seleccionar càmeres, visualitzar-les en un determinat monitor/ordinador/retroprojector, fer els moviments i enfocaments en cas que siguin càmeres amb "zoom" i posicionador, i altres funcions relacionades amb les càmeres.
- Sistema DAI de detecció i gravació d'incidències, en tots els túnels.
- Sistema de Gravació de vídeo: El sistema de vídeo vigilància haurà d'incloure registradors digitals de vídeo, que s'instal·laran en el rack de comunicacions de la sala tècnica del túnel. Disposaran d'autonomia i capacitat suficient per a la gravació contínua de les imatges, per un període d'un mes, i el sistema d'accés a les imatges serà restringit, només per a personal autoritzat.
- Dins del local destinat a la Sala Tècnica del túnel, es disposarà de l'equipament necessari per al control i gestió del sistema de vídeo vigilància del propi túnel, i inclourà el servidor de vídeo, els vídeo gravadors, els monitors, una estació de treball tipus PC, un sistema decodificador de vídeo que haurà de permetre la visualització de les imatges en els monitors i que estarà format per un sistema decoder de fluxs MPEG4, en cabina enrackable de 3U, amb port 1000 bT, sortides BNC de vídeo PAL, ports RS232 i ports 485/422, suficients per al nombre de càmeres i monitors que s'hagin de gestionar.
- Els monitors portaran suports adequats per a que es puguin muntar sobre paret o per a instal·lar-los en una taula. L'ordinador que farà d'estació de treball serà per a taula. Serà de tipus TFT professionals, de 21,5 ", con tots els adaptadors RCA a BNC.
- En el cas de que el túnel no disposi de CCL, el monitor i PC es substituiran per un equipament apte per a muntatge en rack, en el corresponent LT del túnel.

11.4 Les càmeres de TV d'exterior.

Seràn càmeres a color amb posicionador i autoiris. L'òptica necessària serà funció de l'espai que es desitgi abastar. En cada projecte particular, caldrà estudiar quina es la zona òptima a cobrir. Disposaran de sistema de neteja específic de la lent per a les gotes de pluja i neu, per evitar condensacions.

Com a principi general, cal tenir una perspectiva de la boca d'entrada, i tenir visió dels elements més importants que hi hagin instal·lats, com pals SOS, barreres, semàfors i sobre tot arribar a llegir els missatges dels PMV en cas que n'hi hagin.

11.5 Les càmeres de TV per l'interior del túnel.

11.5.1 Les destinades a fer un tractament DAI.

Hauran d'estar preparades per tal d'oferir una imatge de vídeo amb la suficient qualitat per poder ser tractada posteriorment amb un sistema de tractament d'imatge. Per tal de poder tenir la millor perspectiva del túnel i facilitar les tasques de tractament d'imatge, es preferible que estiguin situades a la clau de la volta del túnel o a la part més alta del túnel. Convé també que les càmeres situades a prop de les beques s'orientin cap a l'interior del túnel per tal d'evitar efectes d'enlluernament degut al sol.

Les característiques mínimes que hauran de tenir aquestes càmeres són:

- Alta sensibilitat, amb possibilitat de blanc/negre o color.
- Baixa velocitat de regulació del iris.
- Preferiblement amb objectiu fíX.
- Poc sensibles als efectes blooming (enlluernament).
- Una relació senyal soroll baixa.
- Possibilitat de regular el guany de la imatge (AGC).

11.5.2 Les no destinades a tractament DAI.

Seràn les càmeres de vigilància simple, tant les càmeres de vigilància de galeries, com les càmeres de control d'accessos sense vídeo anàlisi.

Podran ser càmeres més simples de tipus fix, i com a mínim tenir les següents característiques:

- Bona sensibilitat, amb imatge color.

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Autoiris.

11.6 Els equips de codificació i descodificació de vídeo.

Tal com ja s'ha dit, en el cas de càmeres amb tractament DAI, la etapa de codificació es farà després d'aquest tractament. Aquests equips hauran de tenir com a mínim les següents característiques:

- Amples de banda fins a 10MHz.
- Compatibles amb els diversos formats de TV.
- Baixa relació senyal soroll.

11.7 El sistema DAI de Detecció i gravació automàtica d'incident.

Donada la importància que té aquest subsistema en el control d'incidències, i la seva relació amb el subsistema de vídeo, cal destacar que com que tots aquests sistemes necessiten treballar amb una imatge analògica de gran qualitat, les funcions DAI s'hauran d'implementar abans de digitalitzar la senyal de vídeo.

Aquest sistema processarà digitalment en temps real les imatges de vídeo que proporcionaran les càmeres fixes del interior del túnel en el tractament d'incidències dins del túnel. El sistema es basarà en un panell de processament de vídeo imatges, que oferirà les dades en temps real, i informació d'imatge per al control òptim del tràfic, així com una detecció ràpida i precisa dels incidents.

El sistema DAI està format per tot l'equipament tant de software com de hardware que permetrà la captura de les imatges, tractar-les, detectar els incidents que s'hagin especificat en el projecte, donar una senyal d'alarma i gravar l'incident abans i després de que hagi ocorregut.

Els equips que han de compondre aquest sistema són:

- SISTEMA DE GRAVACIÓ DE VÍDEO: Sistema d'emmagatzemament de vídeo. Serà del tipus digital iSCSI, de xarxa per a muntatge en bastidor de 19" de 2 HU de alta densitat i disseny modular.
- RECEPTORS MPEG4: Descodificador de flux únic / quàdruple. Proporciona vídeo MPEG-4 amb qualitat de DVD a una velocitat de 30 imatges per segon a través de xarxa IP. Admet fonts PAL o NTSC (CCIR o EIA). Es munten en l'armari rack mitjançant un kit de muntatge en bastidor.
- DESCODIFICADOR VÍDEO IP: Descodificador de vídeo IP, que permet processar fins a 32 senyals de vídeo IP en resolució CIF. Ha de suportar totes les resolucions: SQIF, QIF, CIF, 2CIF, D / 2, 4CIF, 8CIF, 16CIF y 720p. Suport de formats de codificació MPEG2, MPEG4 y M-JPEG. També haurà de permetre realitzar la seqüenciació de les càmeres, i rotacions programades.
- ESTACIÓ DE TREBALL CCTV / DAI: L'estació de treball per a la gestió de vídeo y DAI s'instal·larà a CCL del túnel, i si no en té en el LT en el rack destinat a comunicacions. Estarà format per un ordinador destinat a realitzar la comunicació amb el servidor DAI i amb el servidor de gestió de vídeo. Haurà de funcionar en un entorn de Windows compatible amb el sistema de vídeo i del sistema DAI.
- MONITORS VÍDEO: Al CCL, o en el LT del túnel s'instal·laran monitors TFT LCD de 21.3" per a poder visualitzar totes les càmeres.
- ANALITZADOR DAI: S'instal·larà en l'armari Rack de Vídeo. Els analitzadors seran racks dobles industrials integrats en bastidors 19". Hauran de ser capaços d'analitzar el flux de vídeo des de xarxa IP, per a totes les càmeres instal·lades en el túnel. Els Analitzadors DAI es comunicaran amb el servidor DAI, amb les estacions de treball i amb el sistema de control a través de la xarxa Ethernet.
- CABLE VGA CONECTORS SUBD: Per a connectar els monitors amb els receptors MPEG4 del rack de vídeo. S'utilitzaran cables VGA mascle/masclle. Serà cable monitor VGA alta qualitat amb connectors D-sub 15-pin. La longitud mínima del cable serà 10m.
- SERVIDOR DAI: S'instal·larà en l'armari Rack de Vídeo. Inclou sistema operatiu recomanat pel fabricant del software, així com les llicències corresponents. El servidor DAI es comunicarà amb els Analitzadors DAI, amb les estacions de treball i amb el sistema de control a través de la xarxa Ethernet. El servidor DAI serà un rack doble industrial integrat en bastidor 19".

Dilluns, 30 de maig de 2016

Les característiques tècniques anteriors són estàndards i podrien ser diferents, mentre es mantinguin les prestacions de la instal·lació, i si es justifica en funció de les característiques del túnel en concret en el que s'hagi d'instal·lar.

El sistema DAI haurà de tenir al menys les següents característiques:

a) Detecció dels següents incidents:

- Vehicle aturat en carril normal en trànsit fluid.
- Vehicle aturat en carril normal en trànsit saturat.
- Alentiment del trànsit en els carrils de circulació.
- Vehicle anormalment lent en trànsit fluid en carril normal.
- Vehicle que circula en sentit contrari en carril normal.
- Circulació de persones o vehicles aturats en el voral.
- Detecció d'obstacles.
- Detecció de fum.
- Distància entre vehicles.

b) Gestió de la gravació d'incidències:

Etiquetat d'imatges, visualització de les imatges,...

c) Possibilitat de donar els paràmetres fonamentals del trànsit:

Volum, velocitat, ocupació i composició de vehicles.

d) Capacitat d'autodiagnòstic, com:

- Pèrdua de la senyal de vídeo.
- Pèrdua de la senyal de comunicació.
- Avaria d'algun component del sistema.

e) Paràmetres d'eficiència (en condicions idònies):

En el cas d'un túnel unidireccional, amb bona il·luminació:

- Taxa de detecció superior al 98%.
- Percentatge de falses deteccions inferior a 1 falsa alarma per càmera cada 40 dies.
- Temps de detecció: inferior a 10 segons.

En el cas d'un túnel bidireccional, amb bona il·luminació i suposant que no es produeixi enlluernament per part dels vehicles que circulen en sentit contrari:

- Taxa de detecció superior al 90%.
- Percentatge de falses deteccions inferior a 1 falsa alarma per càmera cada 20 dies.
- Temps de detecció inferior a 10 segons.

12. ESTACIONS METEOROLÒGIQUES.

12.1 Generalitats del control de l'atmosfera a l'exterior del túnel.

Serà recomanable d'instal·lar una estació meteorològica com a mínim en una de les boques del túnel, en túnels del tipus B, C i D.

L'estació mesurarà com a mínim els següents paràmetres:

- Velocitat del aire.
- Direcció del aire.
- Temperatura.
- Pressió.
- Volum de pluja.

Dilluns, 30 de maig de 2016

L'objectiu de la instal·lació d'una estació meteorològica es la de proporcionar les dades necessàries per poder dur a terme un anàlisi complet de les condicions de l'entorn i de la superfície d'una zona de l'entorn del túnel i poder donar als conductors el missatge d'advertència corresponents.

12.2 Equipament.

L'estació meteorològica serà un equip autònom, es a dir amb una unitat de procés pròpia, amb capacitat d'emmagatzematge de dades, font d'alimentació, canals o ports de comunicació,...

Es connectarà amb l'ERU o en sistema de control distribuït de PLC's, a través del protocol normalitzat. Podrà enviar dades sota petició del CCT o a iniciativa pròpia si es superen uns determinats límits.

Estarà equipada amb un cert nombre de sensors, que haurà de definir el projecte. Els sensors són els equips que permetran obtenir les magnituds meteorològiques.

Els sensors amb els quals es podrà dotar l'estació per a dur a terme les mesures de les magnituds meteorològiques seran:

- Baròmetre: Per mesurar la pressió atmosfèrica.
 - Anemòmetre i penell: Per mesurar el tipus de vent, la direcció i velocitat del vent.
 - Pluviòmetre: Per mesurar la quantitat de precipitació.
 - Sensor de calçada: Dispositiu passiu i/o actiu per a ser instal·lat en el paviment, i destinat a mesurar contínuament els diferents paràmetres presents a la capa de rodament.
 - Visibilitatmetre: Destinat a mesurar directament l'abast visual a l'atmosfera, o les característiques físiques de la mateixa que determinaran l'abast visual.
 - Detector de tipus de precipitació: Es aquell aparell que es capaç de discernir la naturalesa de la precipitació entre les següents: cap, pluja, aigua-neu, neu, calamarsa), d'acord amb les especificacions del protocol ERU-EM.
 - Termòmetre de mesura de la intensitat de la calor, amb graus Celsius.
 - Higròmetre: amb mesura de la relació entre la quantitat d'aigua que hi ha en un volum d'aire i la que hi hauria si aquest volum estigués completament saturat.
- Piranòmetre: Sensor que mesura la energia emesa per el sol per unitat d'àrea.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 4. Equipaments de Gestió de Túnel.

1. GENERALITATS.

Tots els túnels disposaran d'un sistema de control que permeti gestionar la operativitat del túnel.

La gestió de tots els túnels, tant els existents com els de nova construcció, es realitzarà de manera centralitzada des del Centre de Control de Túnel (CCT). Pels túnels de tipologia B, C, D també es disposarà de servidor per al comandament des del respectiu Centre de Control Local (CCL), mentre que per els de tipologia A es considerarà suficient l'existència d'un local tècnic LT específic per a ubicar-hi els equips de comunicacions per a la gestió del túnel.

En situacions de pèrdua de comunicacions amb el CCT, o per raons de manteniment, cada túnel es podrà gestionar des dels seus Locals Tècnics (LT), o des del seu CCL.

Els LT i CCL es situaran a les proximitats de les boques dels túnels, o bé en l'interior.

Tots els locals tècnics disposaran com a mínim d'un accés de personal des de l'exterior del túnel.

Tot el conjunt que formarà l'equipament local dels túnels, situat als LT, CCL i el que hi ha al CCT, juntament amb totes les xarxes de comunicacions conformarà el sistema de gestió dels túnels.

Als Locals Tècnics (LT) en els túnels del tipus A, és on aniran situats l'ERU (Estació Remota Unificada) per al control local, i és des d'on serà possible dur a terme una gestió local, en cas de pèrdua de la comunicació amb el CCT o bé també per a dur a terme tasques de manteniment.

En els LT's o bé en els CCL's és on hi hauran els equips que permetran connectar aquest local amb l'exterior.

Al CCT hi haurà l'aplicació de gestió multitúnel, és a dir, on hi haurà la possibilitat de control de tots els túnels. Als CCL's hi haurà el lloc de comandament local dels túnels tipus B, C, D i és on s'instal·larà el maquinari i el software per a la gestió i vigilància local.

En l'annex VI es descriu el Centre de Control de Túnel (CCT) i els equipaments de hardware i software per a la gestió, les característiques dels quals caldrà tenir en compte en el projecte de les instal·lacions de gestió de nous túnels, per a la seva correcta integració al sistema, i per a la seva posada en servei.

1.1. Dotació de sales tècniques en l'entorn del túnel per a la gestió.

El conjunt de dependències amb les que caldrà dotar cada túnel vindrà donat pel grau d'equipament que s'exigeixi, que com a mínim contemplarà els requeriments mínims d'instal·lació associats a la tipologia de túnel que es defineix en el capítol 3 d'aquesta IT. Aquestes dependències seran les següents:

- Centre de transformació MT.
- Sala grup electrogen.
- Sala de quadres de BT.
- Sala de comunicacions.
- Sala de control.
- Lavabo.
- Vestidors.
- Magatzem.

Les dependències i els seus accessos hauran d'acomplir amb la normativa de seguretat en cas d'incendi CTE-DB-SI.

Les instal·lacions de BT, comunicacions i l'espai destinat al personal de gestió i control del túnel, es podran integrar en una sola sala, preveient l'espai suficient per garantir la seguretat en l'operació i el manteniment de les instal·lacions.

Tot el material i equipaments que s'ha d'instal·lar a les dependències tècniques s'haurà de poder implantar al seu interior des de carrer preferentment, sempre que el seu accés presenti menys dificultats que des del túnel.

Dilluns, 30 de maig de 2016

1.2. Locals tècnics i centres de control locals.

En local annex al túnel es situarà el Centre de Comandament, que tindrà un sistema informàtic de característiques adequades i amb potència suficient per a mantenir en comunicació els equips perifèrics de control; realitzant les funcions necessàries de processament d'entrades i ordres per al manteniment de la operativitat del túnel.

Adicionalment ha de permetre la utilització de interfície d'operador per a la realització de control local des del propi centre, tan per raons operatives com de seguretat.

Realitzarà l'arxiu de dades històriques de primer nivell, preparant dades per al seu posterior trasllat a l'equip de la sala de control.

Dins del centre de comandament i degudament ordenat i protegit, es situaran els armaris i quadres de distribució en BT, i Rack's d'instal·lacions de vigilància i de comunicacions.

Els efectes de condicionament d'aquest centre es tractaran com si fossin d'un centre de treball permanent.

Per millorar substancialment la fiabilitat del sistema s'ha de preveure una redundància dels servidors i un sistema de continuïtat energètica.

Des del punt de vista de gestió dels túnels, el Local Tècnic (LT) o el Centre de Control Local (CCL) serà el lloc des d'on serà possible dur a terme accions sobre els diferents dispositius de túnel, en cas de pèrdua de comunicacions des del CCT, o bé dur a terme accions de manteniment.

En aquesta sala tècnica es concentren els equips de centralització del túnel i tot l'aparellatge necessari per el subministra del túnel, conté el transformadors, els grups electrògens, els quadres elèctrics, SAIs, les centraletes de detecció d'incendi. Així mateix en aquesta sala també es disposaran les cel·les d'MT necessàries.

El seu equipament variarà en funció del nivell d'equipament de cada tipus de túnel.

En el cas d'un nivell d'equipament corresponent a túnels tipus B, C o D, caldrà un Centre de Control Local (CCL) on es disposaran els armaris rack ERU necessaris per tal de gestionar el túnel (sistema GTC: Gestió Tècnica Centralitzada); dos centres de treball amb ordinador, monitors, teclat i ratolí; per a control dels pals SOS, megafonia, etc. i 4 monitors addicionals per observar les imatges de les càmeres instal·lades en el túnel. Des d'aquestes centres de treball es controlaran totes els elements del túnel en els casos esmentats de pèrdua de comunicacions, o per motius de manteniment. Des d'aquest servidor es controlaran totes les ERUs (las situades en el local tècnic i les altres situades en trams interiors de túnel) amb els corresponents mòduls d'entrades/sortides.

En el cas d'un nivell d'equipament corresponent a túnels de tipus A, Serà suficient disposar de Local Tècnic (LT) o armari metàl·lic d'intempèrie a on només hi haurà la pròpia ERU com a equip concentrador de funcions: tant de diàleg amb els dispositius finals i el switch de xarxa tronca com a equip de comunicació amb el CCT. En els casos de pèrdua de comunicació, o be perdura terme tasques de manteniment, es connectarà un portàtil a la ERU per fer les tasques que convinguin.

1.3. Software de gestió local de túnel.

El sistema multitúnel haurà de facilitar una fàcil incorporació de nous túnels instal·lats per diferents instal·ladors.

Cada integrador podrà aportar la seva pròpia aplicació per nous túnels, però se li requerirà que disposi d'una sèrie d'interfícies (a definir) per tal que es pugui accedir a tota la funcionalitat del sistema, tant de monitorització com d'actuació, per tal de poder fer integracions i ampliacions posteriors.

Les tres interfícies que haurà de aportar són:

- Interfície de Configuració: Permet donar d'alta noves estacions remotes, així com afegir, eliminar i canviar dispositius dins de les mateixes.
- Interfície de Monitorització: Permet obtenir els estats i alarmes de tots els dispositius en temps real.
- Interfície d'Actuació: Permet actuar sobre qualsevol dispositiu.

Dilluns, 30 de maig de 2016

1.4. Conclusió.

En els túnels tipus B, C i D, hi haurà d'haver un centre de comandament (centre de control local: CCL) en local annex al túnel.

Tots els túnels de la ciutat de Barcelona han de ser controlats des del CCT (centre de control de túnels) ubicat a les dependències de la Guàrdia Urbana (actualment situat en Carrer Lleida 28). Des d'aquest centre mitjançant el circuit tancat de TV i el control automàtic d'incidències (DAI), es controlarà l'operativa de cada túnel.

Normalment, des del CCT es gestionarà l'operativa de tots els sistemes de túnels. En cas necessari (pèrdua de comunicació amb CCT, emergències, etc.) aquest control es realitzarà des del centre de control local de cada túnel o, si no des d'una estació remota del túnel.

A les dependències de Manteniment i Serveis de l'Ajuntament, s'instal·larà un lloc d'operador a nivell de consulta per facilitar els Tasques pròpies d'aquest Servei.

A cada túnel s'instal·laran les estacions remotes necessàries per transmetre/rebre les informacions a/des dels elements de camp. Aquestes estacions remotes comunicaran amb el centre de control de túnels (CCT) i on hi hagi (obligatori en túnels tipus B, C i D) amb el centre de control local de túnel.

2. XARXA LOCAL DE GESTIÓ D'INFRAESTRUCTURES.

2.1. Xarxa de comunicacions entre els LT, CCL i el CCT.

Tindrà la funció d'interconnectar els Locals Tècnics (LT) i els centres de Control Locals (CCL) amb el Centre de Control de Túnels (CCT).

Es disposarà sempre i com a mínim d'una xarxa principal, formada per un anell físic de FO (sempre que la localització del túnel ho faci possible) on es connectaran els Switchs que formaran una xarxa Gigabit-Ethernet entre túnels i CCT.

Quan no sigui possible connectar un túnel en anell a la xarxa principal, es tendirà un doble enllaç Gigabit Ethernet mitjançant fibra per dos camins o tecnologies (fibra i ràdio o telefonia de back-up), segons el cas, diferents per connectar el túnel a la xarxa principal de túnels de Barcelona. Tots els locals tècnics (LT) i Centre de Control Local d'un túnel han de quedar units a aquesta xarxa de túnels.

2.2. Xarxa de comunicacions pròpia de cada túnel. Generalitats.

Cada túnel estarà dotat d'una xarxa Gigabit-Ethernet que enllaçarà tots els dispositius distribuïts al llarg del túnel, en els seus Locals Tècnics (LT) i en el Centre de Control Local (CCL). Aquesta xarxa local de túnel conformarà un anell de comunicacions entre els switchs troncal als quals es connecten els diferents dispositius finals. L'anell es distribuirà pels dos tubs del túnel, una part per cadascun. En el cas de túnels tipus A no hi ha xarxa de comunicacions interna de túnel connectant el switch troncal de túnel directament a l'anell Gigabit Ethernet entre túnels i CCT descrit anteriorment.

Per tant, les comunicacions per a transmetre dades, fonia, i vídeo es realitzarà per cable de fibra òptica entre switchs i per mitjà de cable FTP cat 6 per les connexions ethernet als dispositius finals.

La xarxa local estarà formada per un doble anell de fibra òptica a la qual es connectaran un cert nombre de switchs Gigabit Ethernet. De cada switch es connectarà una ERU i depenent d'aquesta (o bé depenent directament del switch), es controlaran tots els dispositius finals de control i d'altres sistemes. Les entrades/sortides analògiques i digitals es controlaran des d'una sub-xarxa de mòduls de control-formant anells Fast Ethernet.

La comunicació entre els elements de camp i les estacions remotes formarà part del sistema de gestió centralitzada (GTC) no de la xarxa de comunicacions, i es podrà realitzar amb cable de coure.

Aquesta instal·lació de Fibra Òptica del túnel, donarà servei al sistema de Radiocomunicacions, al Sistema de Control o Gestió Tècnica Centralitzada i a la xarxa LAN Ethernet del túnel, que transmet les imatges del sistema de Vídeo vigilància i tots els senyals de l'equipament de camp cap a, i des de, la sala de control del túnel i els Centres de Control de Barcelona.

2.3. Fibra òptica de túnel.

La funció és donar suport a les comunicacions dels diferents sistemes del túnels que apliquen segons l'equipament a implantar en funció de la longitud del túnel; per exemple:

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Xarxa troncal Gigabit Ethernet del túnel, que mitjançant diferents VLAN dona servei al sistema de control, de Vídeo vigilància / DAI, a la xarxa de pals SOS, al sistema de megafonia i al sistema de Radiocomunicacions.

- Sistema de Radiocomunicacions.

- Sistema GTC (anells Fast Ethernet de les diferents subxarxes de camp).

- Senyals I / O i de vídeo de les sortides d'emergència que, per raons de seguretat, es controlaran directament des dels locals tècnics i, a causa de la distància que els separa, es converteixen a senyal òptica mitjançant els convertidors corresponents.

Les necessitats de fibra òptica de cada aplicació seran les següents:

2.3.1. Fibres Òptiques per a la Xarxa troncal Ethernet.

Per a la xarxa troncal Ethernet del túnel serà necessari comptar amb un anell redundat de fibra monomode, que interconnectarà els Switchs Gigabit Ethernet dels locals tècnics amb ports òptics de dos connectors LC. Els trams consecutius de cable de fibra monomode que formen l'anell, de longituds molt diferents, s'anomenen tipus "LAN"s.

Els cables de fibra òptica "LAN" s'estendran pels tubs de telecomunicacions de la canalització construïda per tal fi, i que discorrerà pel costat esquerra en ambdós tubs en el sentit de circulació, i per tots els creuaments que la comuniquen amb les sales tècniques i les sortides d'emergència. Per tant per a la xarxa troncal Ethernet del túnel serà necessari instal·lar un anell de quatre fibres monomode que interconnectarà els switchs Gigabit Ethernet instal·lats al llarg del túnel.

No obstant això serà recomanable instal·lar cables de 8 FO monomode, per tenir 4 fibres de reserva per al futur. Per a les connexions dels switchs amb els repartidors òptics extraïbles en rack 19", utilitzant connectors SC per fibra monomode, s'empraran maneguets dobles de tipus SC / PC - LC / PC. Els repartidors òptics corresponents a la xarxa troncal Ethernet ("LAN") són murals o enrackables.

2.3.2. Fibres Òptiques per al Sistema de Radiocomunicacions.

El sistema de Radiocomunicacions necessitarà de 8 fibres òptiques per comunicar els locals tècnics on es realitzarà la captació de senyal (Rack Mestre) amb tots i cadascun dels locals tècnics de repetició restants (Racks Esclus). S'empraran cables de 4 FO monomode, de manera que queden 2 lliures de reserva. Per tant, es requerirà un total de 4 cables de 4 fibres òptiques per al sistema de radiocomunicacions. Aquests cables s'estendran, igual que els cables tipus "LAN", per la mateixa canalització esmentada.

Per a les connexions dels racks de ràdio amb els repartidors òptics extraïbles en rack 19" (connectors SC per fibra monomode) s'empraran maneguets dobles de tipus SC / PC - SC / PC.

2.3.3. Fibres Òptiques per al Sistema GTC.

La xarxa de camp del sistema GTC està formada per diversos sub-anells, cadascun dels quals interconnectarà diversos switchs Fast Ethernet instal·lats als nínxols amb el switch Giga Ethernet instal·lat en un local tècnic, de tal manera que tots aquests switch de la xarxa de Giga Ethernet comunicaran amb l'ERU ubicada en la sala tècnica, que s'encarrega de la gestió del sistema.

Per a cadascuna d'aquestes sub-xarxes es precisarà un anell de fibra multimode, que connectarà entre ells els Switchs Fast Ethernet amb ports òptics de dos connectors ST. Els trams consecutius de cable de fibra multimode que formaran l'anell mesuraran aproximadament 150 metres, amb excepció dels que tanquin l'anell en els locals tècnics. Aquests cables de fibra òptica s'estendran per canalització soterrada o per safates.

Per tant per a cadascuna de les subxarxes de camp serà necessari instal·lar un anell de dues fibres multimode que interconnecta els switchs Fast Ethernet instal·lats en els nínxols.

No obstant això, serà recomanable instal·lar cables de 4 FO multimode, per tenir 2 fibres de reserva per al futur. Per a les connexions dels switchs amb els repartidors òptics extraïbles en rack 19" (els instal·lats en els locals tècnics) o amb els repartidors òptics murals (els instal·lats en els quadres secundaris dels nínxols), utilitzant connectors ST per fibra multimode. S'empraran falques dobles de tipus ST / PC. Els repartidors òptics corresponents a les xarxes de camp del sistema GTC seran de 3U o 4U, murals o enrackables.

Dilluns, 30 de maig de 2016

2.3.4. Solució adoptada.

Es faran servir cables independents per als diferents serveis o aplicacions. En tots ells s'hauran de reservar algunes fibres lliures per a possibles usos futurs. Totes les fibres òptiques hauran de ser accessibles des de repartidor òptic, fins i tot aquelles lliures o reservades per a usos futurs. Totes les connexions de fibra òptica es realitzaran per mitjà de pegats a repartidors òptics, evitant les fusions en caixes d'entroncament.

2.3.5. Tipus de cable de fibra òptica.

En base a les necessitats de cada servei o aplicació, es defineixen els tipus de cable de fibra òptica i caixes d'interconnexió necessaris, que es descriuen a continuació.

- Cable d'8FO SM amb topologia en anell: 4 d'aquestes fibres conformen l'anell redundat de la xarxa troncal Ethernet, quedant 4 fibres lliures per a usos futurs. Aquest cable envolta tot el túnel formant un anell, discorrent sempre pels conductes de telecomunicacions de la canalització. L'anell de 8FO està format per trams consecutius d'aquest tipus de cable, acabant sempre les 8 fibres en repartidor òptic, des d'on es connecten els switches Gigabit Ethernet mitjançant les maneguets de fibra corresponents. Les quatre fibres lliures quedaran disponibles a repartidor, protegint els connectors amb taps adequats.

- Cables de 4FO MM (multimode) amb topologia de sub-anells: Dues d'aquestes fibres formen els subanell Fast Ethernet de les diferents subxarxes del túnel, quedant 2 fibres lliures per a usos futurs. Aquests sub-anells estan formats per trams d'aquest tipus de cable, que discorren entre nínxols i Locals Tècnics de les sortides d'emergència. Els cables de fibra de 4FO discorren per canalització soterrada, sota el tub destinat a les telecomunicacions del sòcol de formigó situat al costat dels hastials del túnel, acabant sempre en repartidor òptic. Des d'aquí es connecten al switch Fast Ethernet mitjançant maneguet doble de fibra multimode. Les dues fibres lliures quedaran disponibles a repartidor, protegint els connectors amb taps adequats.

- Cables de 4FO SM (monomode), per radiocomunicacions, estesos per la mateixa canalització des de la sala tècnica que acull el rack Mestre fins a cadascun dels locals tècnics que acullen racks esclaus: 2 d'aquestes fibres comuniquen directament el rack Mestre amb un dels racks Esclaus, quedant 2 fibres lliures. Les 4 fibres acaben en repartidor òptic en cada cas, connectant amb els maneguets corresponents fins als racks de ràdio, quedant els connectors corresponents a les dues fibres lliures protegits amb els taps adequats.

2.3.6. Repartidors Òptics.

S'instal·laran repartidors òptics enrackables de 19"i 1U de cadascun dels locals tècnics on acaben les fibres, i repartidors òptics murals a les ubicacions del túnel on acaben les fibres, per la seva connexió amb els diferents dispositius de cada sistema mitjançant els maneguets corresponents, tal com s'ha explicat anteriorment. La FO es distribuirà per les safates repartidores tenint en compte la finalització de les fibres en aquests dispositius. Es proveirà d'una protecció, mitjançant tap, en el connector del repartidor d'aquelles fibres que quedin lliures o reservades per a usos futurs, i en els entroncaments per fusió de totes les fibres que arriben al repartidor o roseta amb les maneguets interns que acaben en els connectors frontals. Es realitzaran les mesures de reflectometria en doble finestra de cada fibra, complementades amb mides de potència òptica.

Els repartidors òptics per Locals Tècnics seran de 24 o 16 posicions de connectors SC / PC o ST / PC, i s'instal·laran en safata extraïble. Ocuparan 1U d'altura en rack de 19".

Els repartidors òptics per als nínxols i les sortides d'emergència del túnel seran de 16 connectors SC / PC, i s'instal·laran en armari mural de dimensions 170 x 220 x 40 mm. S'instal·laran al costat d'un Switch Fast Ethernet en els quadres secundaris dels nínxols d'emergència. Tots els repartidors òptics s'etiquetaran adequadament amb la procedència de totes les seves fibres en el panell frontal o en lloc fàcilment visible.

2.3.7. Estesa de cable de fibra òptica.

El radi de curvatura del cable haurà d'acomplir sempre amb les especificacions tècniques del mateix, i en tot cas haurà de ser superior a 30mm. Els cables de fibra òptica seran monotub d'estructura folgada, coberta lliure d'halògens, amb protecció antirosegadors, i de flama retardada. Els cables discorreran per canalització soterrada en gairebé tot el seu recorregut de túnel, en tub específic per cables de Telecomunicacions. Els cables de fibra seran totalment dielèctrics.

La filosofia escollida es basa en emprar en tots els casos cables de fibra diferents per als diferents serveis, de manera que no sigui necessari realitzar segregacions de fibra en pericó. S'haurà de deixar coca de 2 m en cada pericó de pas, coca de 10 m al costat de cada repartidor òptic en local tècnic, i coca de 5 m al costat de cada repartidor òptic mural o roseta d'interconnexió. Les esteses de cable hauran de ser en tots els casos contínues, sense entroncaments en

Dilluns, 30 de maig de 2016

pericons, de repartidor a repartidor. Totes les fibres hauran de ser accessibles des de repartidor òptic o roseta d'interconnexió. Tots els cables s'etiquetaran adequadament en pericons de pas i a la seva arribada a repartidors òptics o rosetes.

Alguns cables podran variar el seu recorregut i també els repartidors òptics als que es connectaran, quan es justifiqui en un cas de l'ampliació de l'equipament dels túnels. En aquests casos, el cable existent es condemnarà, i es realitza una nova estesa de cable amb el seu corresponent acabat i etiquetatge.

2.3.8. Proves de refractòmetre i potencia òptica.

S'hauran de realitzar mesures de reflectometria en cada tram de la línia, entre repartidors, en ambdós sentits, per a totes les fibres i tant per segona com per tercera finestra, de manera que quedin caracteritzats totes les fusions, connectors, i les seccions de fibra òptica. S'obtidran i lliuraran totes les gràfiques de reflectometria clarament anomenades. Les mesures es realitzaran en els dos sentits ja que els valors d'atenuació en els entroncaments s'obtenen com la mitjana de les mesures d'ambdós sentits.

Aquestes mesures es realitzaran amb equip OTDR i emprant una bobina de fibra de llançament intercalada entre l'equip i la fibra objecte de mesura, i una bobina de fibra terminal, de longitud mínima 1.000 metres cadascuna, correctament calibrades. Les mesures amb OTDR es completaran amb mesures de potència òptica realitzades amb font de llum i wattímetre òptic.

Per caracteritzar els connectors dels repartidors en els dos sentits de mesura, s'haurà d'emprar el mateix connector de la mateixa fibra de llançament. L'atenuació de la fibra òptica ha de ser menor o igual que 0,38 dB / km en segona finestra i 0,3 dB / km en tercera finestra. A més d'anotar les longituds de cada secció i les mesures d'atenuació esmentades (entroncaments per fusió, connectors i seccions de fibra òptica) a partir de les corbes de reflectometria, s'haurà de constatar que aquestes no presentin discontinuïtats, ondulacions superiors a + / - 10 dB respecte a la seva recta de regressió, Pics de Fresnel, ni diferències de forma entre les corbes en segona i tercera finestra (excepte el valor del pendent). Les corbes obtingudes hauran de presentar una linealitat mínima, és a dir, el pendent de la seva recta de regressió ha de ser regular.

Per la validació de la instal·lació es tindran en compte els següents criteris a l'hora d'avaluar els resultats de les mesures d'atenuació en els connectors de repartidor òptic o roseta d'interconnexió:

- Atenuació en connexió individual: $\leq 0,6$ dB.
- Atenuació mitja dels connectors d'un extrem del cable: $\leq 0,4$ dB.
- Diferència d'atenuació en connexió individual entre segona i tercera finestra $\leq 0,1$ dB.

Qualsevol increment per sobre d'aquests límits indicarà que hi ha una anomalia en l'entorn de la connexió que s'haurà d'eliminar. El servei d'instal·lació del cable de fibra òptica haurà d'incloure el lliurament dels registres de les mesures efectuades (tant les corbes com la informació de configuració de l'equip OTDR i els valors d'atenuació anotats), i un informe detallat que recull les dades obtingudes.

2.4. Connexió dels dispositius finals a les xarxes de comunicacions dels túnels.

Els diversos dispositius finals: sensors, panells, quadres de ventilació i il·luminació, semàfors, càmeres del sistema de vídeo vigilància, dispositius de telecomandament del sistema de gestió tècnica centralitzada a més de tot l'equipament dels diferents sistemes del túnel ubicats en els espais tècnics específics, es comunicaran a través dels switchs Fast Ethernet, on es connectaran mitjançant via cable FTP Categoria 6.

Els switchs Fast Ethernet es comunicaran amb els switchs Giga Ethernet que forma part de la xarxa troncal del túnel, basada en cable de fibra òptica monomode. En la infraestructura de comunicacions per fibra òptica també s'inclouran repartidors de fibra de 3U o 4U.

Tots els senyals d'entrada/sortida recollits a les sortides d'emergència es portaran al switch Fast Ethernet instal·lat en les racks de les sortides d'emergència per, de forma equivalent a allò que s'ha realitzat amb les càmera IP, enviar-los via xarxa troncal Giga Ethernet fins als sistemes de control de la sala tècnica.

D'aquesta manera s'evitarà que els senyals de control i vídeo procedents de les sortides d'emergència es controlin des d'un quadre de nínxol, molt més vulnerable que els les sales tècniques. Així, fins i tot en el cas d'un incident al túnel que provoqués la inutilització d'un o més quadres de nínxols, des del lloc de control es podrien monitoritzar i telecomandar tots els equips de les sortides d'emergència.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3. SISTEMES DE SUPERVISIÓ I GESTIÓ D'INFRAESTRUCTURES.

3.1. Transmissió de vídeo.

En els nous túnels, la transmissió de vídeo haurà d'ésser digital i codificada i transmesa a través de l'anell Gigabit.

D'aquesta manera la xarxa oferirà les següents funcionalitats:

- Possibilitat de tenir un anell de vídeo.
- Facilitat d'incorporar noves càmeres.
- Eliminació de la necessitat de la matriu de vídeo.
- Facilitat de transmetre les imatges de vídeo a qualsevol punt de les xarxes Ethernet.

La tecnologia actual del vídeo digital, la senyal digital de la pròpia càmera, disposa de una codificació Standard, i pot ser connectada directament a un port Ethernet, aprofitant la potencialitat de la xarxa.

En els casos de túnels existents en els que el subsistema de vídeo actualment és analògic, caldrà mantenir-hi les matrius de vídeo existents en el centre de control.

Així es preveu que durant el període posterior a l'entrada en vigor d'aquesta Instrucció Tècnica hauran de conviure alhora ambdós sistemes (analògic i digital).

A mesura que es vagi incorporant el sistema digital, no caldrà disposar de matriu en el centre de control (ni en els locals tècnics dels túnels tipus B, C, D). Només caldrà descodificar tantes imatges com monitors de visualització hi hagin en el centre de control.

3.2. Subsistema DAI (Detecció Automàtica d'Incidents).

Donada la importància que té aquest subsistema en el control d'incidències, i la seva relació amb el subsistema de vídeo, cal destacar que com que tots aquests sistemes necessiten treballar amb una imatge analògica de gran qualitat, les funcions DAI s'hauran d'implementar abans de digitalitzar la senyal de vídeo.

Això obligarà a incorporar les funcions DAI en el propi túnel, ja que allí hi hauran els codificadors de vídeo (veure apartat 5.11 d'aquesta IT).

3.3. Transmissió de veu (Megafonia i veu IP).

Aprofitant la potencialitat de la xarxa de FO, en els túnels de nova execució els sistemes d'àudio a implementar compliran amb les normes de compressió de veu segons els estàndards G711 i G723 que permeten la transmissió de la veu sobre xarxes IP.

Aquesta característica del subsistema d'àudio, permetrà la seva redundància davant de fallades de la pròpia xarxa, be sigui per avaria d'equips o per tall de cables.

3.4. Subsistema de Gestió Tècnica Centralitzada (GTC).

L'objectiu d'aquest sistema és permetre la realització de la gestió dels túnels viaris d'una forma integral. Per això el sistema interactua amb la resta de subsistemes instal·lats en els túnels, comprovant el seu estat i enviant les ordres pertinents en cada moment. Un sistema centralitzat de gestió aporta grans avantatges a l'explotació:

- Coordinació automàtica de tots els elements involucrats en la seguretat de la via i dels túnels existents en la mateixa.
- Possibilitat de mostrar de forma còmoda la informació de la via en el Centre de Control en temps real.
- Control dels sistemes de forma remota i mitjançant un únic software.
- Disminució dels temps d'actuació en cas d'incident.
- Programació de seqüències d'actuació pels diversos sistemes i recursos de la via i dels túnels en cas d'incident.

El sistema centralitzarà tota la informació procedent de la via i permetrà el control de les instal·lacions en mode remot (ventilació, semàfors, opacímetres, pals SOS, etc.) des dels llocs d'operació ubicats a tal efecte en el CCT.

Aquesta operació també podrà realitzar-se de manera local des del LT o CCL de cada túnel. Es proposa la instal·lació del clúster de servidors del sistema GTC i de la base de dades del sistema, així com dels llocs d'operador (aplicació client) en els LTs o CCL's, segons el cas.

Dilluns, 30 de maig de 2016

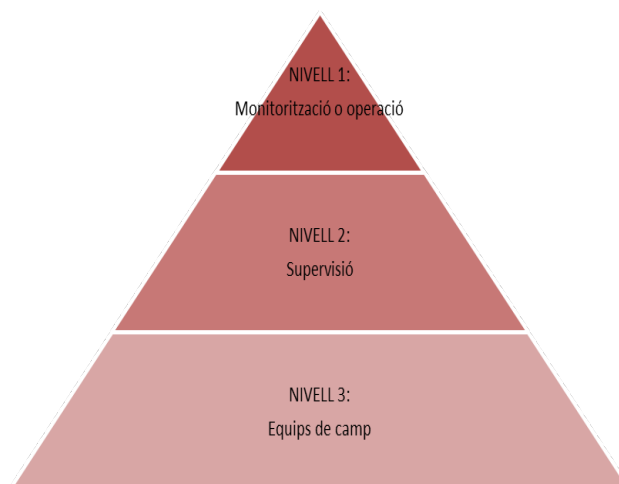
Està previst que l'aplicació de control, així com tot tipus d'equipament (servidors, base de dades, llocs d'operador, monitors, video-wall) del CCT es pugui ampliar. Per això, en el projecte de cada nou túnel s'haurà de tenir en compte una partida d'integració en el CCT. Els llocs d'operador es dotaran d'una aplicació de control (sistema SCADA) des del qual els operadors interactuaran amb l'equipament de cada túnel.

3.4.1. Descripció del sistema en els túnels de nova execució.

La Gestió Tècnica Centralitzada serà un sistema de control distribuït, que permetrà la gestió integral de totes les instal·lacions del túnel i el control de les mateixes, ja sigui de mode automàtic o manual. El control distribuït permetrà dotar al sistema de modularitat, de forma que les instal·lacions del túnel puguin ser tractades com subsistemes autònoms i la GTC sigui altament escalable.

El Sistema de Gestió Centralitzada (GTC) estarà constituït per varies subxarxes de camp en topologia d'anell, encarregades de l'adquisició de la informació (Unitats de Control Distribuït, UCD), una xarxa troncal de supervisió encarregada de processar aquesta informació (Estacions Remotes Universals, ERU) i per la sala de control i els centres de control encarregats de monitoritzar i operar sobre els equips de camp.

La següent figura mostra, de forma esquemàtica, la jerarquia de nivells del sistema de control:



3.4.2. Xarxa de camp. Unitats de Control Distribuït (UCD).

El nucli de la xarxa de camp el constitueixen automàtics programables (PLC), que utilitzen protocols de comunicació no propietaris.

Es projectarà un sistema de control descentralitzador, compost per equips de "Perifèria Descentralitzada" (mòduls d'entrada/sortida disposats al llarg del túnel), que anomenarem Unitats de Control Distribuïts, que s'ubicaran al llarg de cada túnel en els quadres situats en els nínxols previstos pels pals SOS i en les sortides d'emergència, oferint un primer nivell de comunicacions als diferents equips del túnel que es controlaran i monitoritzaran des del centre de control. Cada UCD comunicarà amb els seus equips més propers.

En tots els nínxols de pals SOS i en les sortides d'emergència es col·locaran quadres secundaris, necessaris per alimentar als equips més propers, on s'ubicaran els switchs Fast Ethernet. Igualment, s'instal·laran UCDs en tots els nínxols i sortides d'emergència.

Les UCD seran equips modulars, composts per una font d'alimentació, CPU, targetes de comunicació via Ethernet i port sèrie i targetes d'adquisició i control de senyals. En funció del número de senyals que hagi de controlar una UCD, es dissenyarà el sistema de control amb el número de targetes suficient (preveient un mínim de 20% de senyals reserva).

El nombre, tipus i nom dels senyals de entrades/sortides usades per monitorar i controlar cadascun dels equips presents en el túnel podrà ser elaborat en fase d'execució, depenent del maquinari concret que s'empri, de manera que quedin reflectides el nombre d'entrades (digitals o analògiques), el nombre de sortides (digitals a 24V o 220V), i el nombre de connexions per port RS-485 que es requeriran.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.3. Xarxa de supervisió. Estacions Remotes Universals (ERU).

La xarxa de supervisió estarà constituïda per uns equips anomenats estacions remotes universals (ERU), instal·lades en sales tècniques. L'estació remota universal (ERU) serà l'equip de camp del Sistema de Control de Trànsit.

Per a l'adquisició de dades i tramesa d'ordres, s'instal·laran estacions remotes, com equips multiplexadors i de control, entre els elements de camp i el centre de comandament.

Les estacions remotes realitzaran la petició de les dades als equips instal·lats, i les trametran al centre de comandament (ordinador central), rebent d'aquest les ordres que ha de realitzar, i les adreçarà novament als equips escaients.

Les funcions principals que realitzaran són:

- Adquisició i tractament previ dels diferents senyals.
- Comunicació amb el Centre de Comandament.
- Execució d'ordres.
- Actualització de les bases de dades.

El nombre d'estacions remotes a instal·lar serà el necessari per a donar cobertura a les exigències dels senyals de totes les instal·lacions del túnel.

S'encarregarà de controlar i interactuar amb la resta dels equips instal·lats a les vies i en els túnels. Algunes de les seves funcions seran: recollir les dades de trànsit que donen els equips de presa de dades (ETDs) o dades meteorològiques, encaminar les ordres de senyalització que des del centre de control s'envien als dispositius d'informació a l'usuari (Panells de Missatge Variable).

L'Estació Remota Universal constituirà per tant el punt d'unió entre el Centre de Control i tot allò o que es vulgui controlar. Els subsistemes que l'estació remota controlarà són:

- Control de l'Enllumenat: Mantenint condicions lumíniques adequades per la visibilitat òptima tant en interior com exterior del túnel.
- Control de Ventilació: Mantenint condicions de visibilitat i nivells de contaminació en interior de túnels en límits acceptables, així com evacuació de fums en cas d'incendi mitjançant l'ús de Ventiladors, analitzadors de CO, Anemòmetres, Opacímetres, Algorisme automàtic de Control de Ventilació.
- Control d'equips de Senyalització i Informació (Panells): Informant als usuaris de les actuacions, esdeveniments, emergències, etc., mitjançant semàfors i panells de missatges variables.
- Control d'Energia: Per subministrar energia de xarxa adequada a les necessitats del sistema, així com els equips pel manteniment i control del subministrament en cas de fallada de xarxa, mitjançant analitzadors de xarxa.
- Detecció i Extinció d'Incendis: Sistema continu de detecció mitjançant sensors en túnel i locals tècnics. Control d'activació sistemes d'extinció.
- Control del Gàlib: controlen l'accés del túnel a vehicles massa alts.
- Control dels Accessos al túnel: controlen les barreres per vehicles.

Les principals característiques de l'Estació Remota seran:

- Proveir un enllaç intel·ligent entre Centre de Control i equipament de camp.
- Funcionarà sobre plataforma PC, amb sistema operatiu en temps real i totes les possibilitats de comunicacions i emmagatzematge d'informació que brinda la tecnologia actual.
- Haurà de ser un equip dissenyat per ser segur i robust enfront fallades d'altres parts del sistema (alimentació, configuració,...).
- El seu funcionament està basat en arquitectura client - servidor.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Depenent de la informació i tipus de dispositiu, aquestes senyals seran:

- Analògiques.
- Digitals.
- Senyals de comunicacions (RS 232, RS 485, TCP, etc.).

Les estacions remotes es configuraran específicament per a cada sistema i disposaran de diferent tipus i quantitat de senyals. Les senyals d'entrada / sortida es recolliran en diverses UCD distribuïdes en diferents punts del túnel. Les ERU s'instal·laran en les dependències tècniques.

L'Estació Remota mantindrà comunicació amb els següents equips: central d'incendis, Estació de Presa de Dades, panells de missatges variables. Tots aquests equips seran governats des de la pròpia Estació Remota, llegint els seus estats i alarmes i ordenaran els seus nous estats. L'Estació Remota llegirà periòdicament els estats dels equips que formen part del túnel i els actualitzarà a la base de dades de l'Aplicació del sistema.

A més de les lectura periòdiques, durà un control de vigilància de qualsevol incidència que pugui sorgir.

Quan trobi alguna anomalia posarà en marxa, automàticament, els algorismes de seguretat del túnel, com són: enllumenat, Ventilació i Incendis. En cada cas, la implantació dels procediments o algorismes d'actuació automàtica estaran personalitzats depenent de les característiques del túnel.

L'estat de les entrades i sortides digitals s'actualitzarà cada 10 milisegons i el de les analògiques cada minut. Les ordres que arribin als equips en quan al canvi d'estat dels mateixos ho faran des de l'aplicació de control i mitjançant l'operador. L'Estació Remota no generarà ordres pròpies, excepte les creades en el control automàtic del túnel.

L'Estació Remota llegirà periòdicament els estats dels senyals i els utilitzarà per actualitzar la base de dades de l'aplicació i per verificar les ordres emeses. Si el valor llegit no es correspongués amb l'ordre emesa, l'Estació generarà una alarma.

S'hi implantaran les ordres previstes en els plans d'actuació, que seran funcions preprogramades per l'operador del Centre de Control, que realitzaran una seqüència d'ordres actuant sobre equipament de camp, tals com un pla d'actuació per al tancament del túnel de forma manual des de la sala de control. Una vegada llançat el pla, els elements que s'inclouran dins de l'execució aniran canviant el seu estat conforme al que s'hagi programat.

Totes les ERUs a instal·lar en cadascun dels Locals Tècnics, són redundants, donada la criticitat dels túnels. D'aquesta manera el hardware continuarà sent operatiu encara en el supòsit de fallada en alguna d'elles.

Les UCDs es connectaran a uns switchs amb ports Fast Ethernet òptics, per conformar la corresponent xarxa de camp, amb topologia en anell (fibra òptica multimode). Les remotes (ERUs) seran redundants i s'instal·laran per parelles, connectades, mitjançant switchs Gigabit Ethernet Layer 3 a l'anell corresponent de la subxarxa de camp al que pertany.

En sentit ascendent, la ERU es comunicarà, mitjançant aquest switch, amb el servidor GTC, a través de l'anell redundat de fibra òptica monomode de la xarxa troncal Ethernet de supervisió. En cas de pèrdues de comunicacions ERU-Servidor, les estacions remotes disposaran de la possibilitat de gestionar el sistema en mode degradat, establint unes condicions segures d'explotació dels túnels.

3.4.5. Equips que integren l'ERU.

L'Estació Remota Universal (ERU) s'instal·larà en el rack de 19" destinat a aquest equipament, en el Local Tècnic del túnel.

La configuració dels equips, en mòduls per instal·lar en rack de 19", que integren la ERU són:

- Armari.
- Rack de Control.
- ETD (si està integrat en la pròpia ERU).
- Rack comunicacions.
- Patch Pannel.
- Conjunt de bornes i connexions.
- Proteccions elèctriques.
- Bateries i carregador.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Les principals característiques que haurà de tenir es detallen a continuació:

3.4.6. Característiques tècniques de l'armari de l'ERU.

Dissenyat per poder allotjar xassís de 19". Dissenyat de manera que permet la renovació de l'aire interior, tant per convecció com per ventilació forçada. L'armari incorpora, per permetre l'accés al seu interior, dues portes, una a la part frontal i una altra en la seva posterior. Aquestes portes abasten, tota la superfície útil de l'armari. Les portes de l'armari inclouen un sistema de tancament que garanteix la seva seguretat. Tant les frontisses com els tancaments queden ocults quan la porta estigui tancada.

Així mateix, les portes incorporen un sistema de retenció o fixació, que les fixa i impedeix el seu tancament accidental, quan estan obertes. El sistema de retenció incorpora un sistema de fixació que s'acciona de forma automàtica quan es realitza l'obertura total de la porta. El sistema de fixació de la retenció permet la seva desbloqueig sense necessitat d'ocupació d'eines.

La porta frontal disposa d'un sistema que permet l'entrada d'aire. Aquest sistema està protegit de manera que impedeix l'entrada de cossos sòlids i líquids. Els filtres o altres elements que requereixen un manteniment periòdic, estan accessibles sense necessitat de retirar altres elements i fàcilment desmuntables sense necessitat d'eines especials. Per assegurar la protecció contra possibles xocs elèctrics, les portes disposen d'un sistema de connexió mecànica, que garanteix la unió elèctrica a tot el perímetre d'elles i l'armari.

Per facilitar l'accés o entrada de cables, l'armari disposa d'un basament o peanya que permet fixar l'armari en la seva fonamentació i permet recollir i facilitar el pas de cables procedents de l'exterior. Aquesta peanya no forma part de l'espai útil per al muntatge d'elements, i està situada a la base de l'armari. Per tal d'assegurar el blindatge contra possibles xocs elèctrics i facilitar l'accés a l'interior, dins de l'armari i en la seva part inferior hi ha una tapa que permet separar la zona interior de la peanya, de la útil de l'armari.

Per afavorir la renovació de l'aire de l'interior de l'armari, aquest incorpora obertures per a entrada i sortida d'aire. Aquestes obertures estan protegides i impedeixen l'entrada de cossos sòlids i /o líquids i asseguren el blindatge contra possibles xocs elèctrics. L'armari està preparat per poder allotjar ventiladors o altres elements que permeten la renovació forçada de l'aire. Aquests elements es poden ubicar a la part superior de l'armari (teuladell).

L'armari incorpora un sistema de tancament que assegura la inviolabilitat i la estanquitat, aquest sistema incorpora 3 punts de tancament. El sistema de tancament inclou una clau que permet bloquejar aquest sistema, implicant l'accionament de les manetes de tancament. La clau de bloqueig no es pot retirar fins que la porta estigui totalment tancada.

Armari protegit contra oxidació, per mitjà de pintures o tractaments superficials. Tots els elements estan tractats per evitar oxidació.

3.4.7. Característiques tècniques dels equips del Rack de control.

PC Industrial, format per:

Xassís.

- Construcció: acer d'alta resistència.
- Connector de teclat: precablejat en panell posterior amb connectors DIN.
- Controls: Interruptor ON / OFF i de reset i bloqueig de teclat.
- Indicadors: de electroluminescència (LED) per tensió ON / OFF, HDD i teclat bloquejat.
- Altaveu: 5 Ω , 0,5 W de potència.
- Pes: 18,5 Kg.
- Color: PANTONE 414U o el que determini Propietat.
- Dimensions: 482 x 177 x 452 (mm).
- Temperatura d'operació: 0 - 50 C.
- Humitat relativa: 5 - 95% a 40 C sense condensació.
- Resistència Vibració (en operació): Aleatòria, vibració 500-500 MHz, 1 grms.
- Resistència xoc (en operació): pic d'acceleració: 10 G (durada 11 ms).
- Seguretat: C-UL.
- EMI: classe A de FCC / CE.
- Marcatge CE.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Backplane: alberga un backplane de 14 slots per connectors ISA / PCI dels quals:

- 6 ISA.
- 7 PCI.
- 1 CPU.
- Dimensions: 323 x 300 (mm).

Font d'alimentació.

- Potència: 250 W.

- Entrada:

- 90-130 V ~, 47 - 63 Hz (seleccionable).
- 180-265 V ~, 47 - 63 Hz (seleccionable).

- Sortida:

- + 5 VDC 30 A.
- + 12 VDC 13 A.
- - 5 VDC 0,5 A.
- - 12 VDC 0,8 A.
- + 3,3 VDC 26 A.
- + 5 VSB 2 A.

- Càrrega mínima:

- + 5 VDC 1 A.
- + 12 VDC 0,1 A.

- MTBF: 100.000 hores, càrrega a 25 C.

- Seguretat: UL, CSA, CE, CB, NORDIC CENELEC.

• EMI: FCC, VDE, CISPR 22.

- CPU: Targeta "full-size" per introduir en xassís PC i dotat amb bus ISA i PCI. CPU: Intel Pentium MMX-266 MHz Low Power amb 128 MB de RAM. Porta integrats els següents components:

- Controlador E / S.
- Controlador d'impressora.

- Unitat PCMCIA: Targeta electrònica dotada de sòcol en el qual es poden inserir targetes de memòria PCMCIA.

Com si es tractés d'un disc dur, té un connector de cable pla per a dades i un connector de 4 vies d'alimentació. Totalment compatible amb els connectors IDE de 40 vies per a un connector ATA de 68 vies. Això permet a qualsevol processador 286 o superior arrencar des d'una targeta PCMCIA ATA sense necessitat d'emprar cap programari addicional.

L'adaptador de la targeta configura la connexió de 68 vies com una connexió estàndard IDE perfectament accessible per la BIOS del sistema, permetent d'aquesta manera substituir el disc dur per una targeta PCMCIA perfectament configurada.

- Targeta de xarxa. L'estació porta 3 targetes de xarxa. Targeta amb bus PCI, "Half Size", amb les següents característiques:

- Suporta Plug and Play.
- Suporta sistemes operatius de xarxa extensius (WAN) i sistemes operatius de PC.
- Programari d'instal·lació AutoLink.
- Suport full dúplex, que permet comunicació simultània des del NIC en una topologia Ethernet commutada.
- Interfície de xarxa: RJ-45.
- LEDs de diagnòstic: Activitat de xarxa.
- Estàndard IEEE 802.3i 10 / 100 Base-T.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.8. Monitorització i operació.

Els túnels viaris seran gestionats i telecomandats des de els LT's, CCLs y des del CCT. Per això, la xarxa troncal de supervisió s'haurà d'integrar en una xarxa de fibra òptica existent que connectarà a aquests Centres de Control entre sí, i que transcorrerà per les canalitzacions subterrànies de propietat municipal de l'Ajuntament de Barcelona.

El switch Gigabit Ethernet de cada sala tècnica es connectarà a la fibra òptica en una arqueta. Amb l'objectiu de dotar de redundància a aquesta connexió (ja que és un punt dèbil de la instal·lació, atès que es tracta de la connexió amb els Centres de Control) es realitzarà també un entroncament amb aquesta fibra en una altra arqueta diferent. Totes les instal·lacions, així com l'equipament de gestió de les mateixes, hauran de ser integrades en els Centres de Control existents, pel que s'hauran d'actualitzar i reconfigurar les aplicacions de control i les bases de dades. Como s'ha indicat anteriorment, en els projecte dels nous túnels es reserva, una partida d'integració en els Centres de Control.

Cal destacar què, en la mesura del possible, s'han dissenyat les instal·lacions de tal manera que puguin ser connectades directament a la xarxa TCP/IP sobre Ethernet. D'aquesta manera, s'aconsegueix una arquitectura de xarxa molt més senzilla, sense necessitat d'equipaments intermedis, i utilitzant tecnologia IP. Per evitar que un trànsit excessiu en algun dels sistemes provoqui una degradació en el funcionament d'altres sistemes, es reservarà un ample de banda determinat per a cadascun mitjançant la utilització de VLANs.

3.4.9. Modes i Prioritats de funcionament.

El sistema de control tindrà dos modes de funcionament: manual i automàtic:

En mode de funcionament manual, les decisions sobre el funcionament de les instal·lacions del túnel en cas d'emergència seran agafades pel personal d'Explotació present en el centre de control principal (en fase d'explotació, s'haurà de definir quin dels tres Centres de Control es considera principal).

En mode de funcionament automàtic el sistema de control del túnel es programarà per que desencadenin una sèrie de seqüències enfront diferents escenaris detectats. En aquest cas, per tant, les decisions sobre el funcionament de les instal·lacions del túnel s'ajustaran a unes pautes establertes prèviament.

Al tractar-se d'un sistema crític, més encara a l'operar en mode automàtic, es dissenyarà el sistema per dotar-lo de redundància, amb l'objectiu d'assegurar el seu funcionament i augmentar la seva disponibilitat encara en cas d'averia dels equips més crítics. Per tant es garantiran unes funcions mínimes incloent ventilació, extinció d'incendis i subministrament elèctric d'emergència en cas de fallida del sistema de control.

Per evitar que determinat equipament pugui rebre ordres des de diferents punts, s'establirà una ordre de prioritats de les mateixes, que podria ser el següent, de major a menor prioritats:

Funcionament local: Determinat equipament (ventiladors, circuits d'enllumenat) disposarà d'un selector local/remot en camp (sobre el propi armari elèctric en el que es trobi l'equipament de control) de tal manera que en mode local únicament es tindrà possibilitat de maniobrar aquest determinat equip mitjançant dels pulsadors del propi armari elèctric. Només quan el selector estigui en mode remot l'equip es podrà maniobrar a distància (des de qualsevol dels llocs d'operació, en mode manual, prenent les decisions l'operador de consola, o en mode automàtic, prenent les decisions el sistema de control).

Funcionament manual des del Local Tècnic (LT o CCL) en el que es trobi el lloc d'operador: En aquest cas, tot l'equipament es troba en mode de funcionament remot, i l'operador de consola del lloc de control és el que gestiona la informació rebuda, activant les seqüències precises en cada moment. Des dels llocs d'operador de la resta de Centres de Control només es podria visualitzar l'estat dels diferents elements instal·lats, sense que es pugués actuar sobre ells.

Funcionament manual des del lloc d'operació del CCT: En aquest cas, tot l'equipament es troba en mode de funcionament remot, i l'operador de consola del CCT és el que gestiona la informació rebuda, activant les seqüències precises en cada moment.

Funcionament automàtic: En cas de trobar-se tots els llocs d'operador en mode de funcionament automàtic, serà el propi sistema de control el que prengui les decisions sobre el funcionament de l'equipament del túnel.

Serà necessari establir les prioritats que existeixen entre els diferents llocs d'operador. Des dels llocs d'operador restants no prioritaris tant sols es podria visualitzar l'estat dels diferents elements instal·lats, sense que es pugui actuar sobre ells.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.10. Llocs d'operador.

Els llocs d'operació seran PC's de sobretaula, que utilitzaran un sistema operatiu estàndard i que tindran instal·lada l'aplicació de control. Aquesta aplicació de control, que s'explica més endavant, disposarà d'una interfície gràfica que facilitarà a l'operador la visualització de l'estat de les diferents instal·lacions del túnel, així com el seu control (aquelles que siguin telecomandades).

Per tant, s'integrarà en l'aplicació també el sistema de vídeo vigilància del túnel, que transmetrà les imatges al sistema de Gestió Tècnica Centralitzada, on també seran registrades per la seva anàlisi posterior. Els comandaments enviats des de qualsevol dels Centres de Control relatius al sistema de vídeo vigilància es registraran també pel seu anàlisi posterior. La interfície gràfica de les aplicacions client s'hauran de realitzar, com a mínim, les següents funcions:

- Actualització en temps real de l'estat i mesures dels equips del túnel.
- Permetre enviar ordres sobre els diferents equips del túnel, associant cada tipus d'ordre a un nivell de permís.
- Avis de les alarmes produïdes.
- Extracció de dades històriques, permetent mostrar-les en gràfics o en taules.
- Programació de plans d'actuació automatitzats, associat cada tipus de pla a un nivell de permís. Permetrà, a més a més, associar la recepció d'una alarma amb l'execució d'un determinat pla.

Els llocs d'operador hauran de tenir instal·lades, a més a més de l'aplicació de control, les següents eines de software:

- Eina de programació i configuració de les unitats de control distribuït.
- Eina de supervisió de xarxes, per gestionar, configurar i monitorar la xarxa Ethernet.

3.4.11. Fases d'execució.

L'equipament de control i gestió tècnica centralitzada s'haurà d'instal·lar d'acord a les necessitats de les instal·lacions presents en cada fase d'execució del túnel i al que s'exigeixi per la normativa, tenint en compte la longitud dels trams que es vulguin posar en servei de manera parcial.

En cada fase caldrà preveure els requeriments que es descriuen a continuació per a la posta en servei de les instal·lacions del Sistema de Gestió Tècnica Centralitzada i que caldrà que siguin executades en cada fase:

- Connexió redundat a la fibra òptica existent en 2 punts diferents.
- Instal·lar Unitats de Control Distribuït.
- Instal·lar Switchs Fast Ethernet ubicats en el mateix quadre que les anteriors UCD's.
- Instal·lar ERUs instal·lades en les LTs.
- Instal·lar Switchs i UCD's associats a les remotes anteriors.
- Instal·lar Autòmats (PLC) en el quadre de ventilació instal·lats en el espais tècnics afectats, destinats a controlar el funcionament dels ventiladors associats.
- Instal·lar Autòmats de control dels altres sistemes.
- Instal·lar Estació de treball en les sales tècniques, per permetre gestió local.
- Instal·lar SCADA en les sales tècniques (LTs o CCL) i en el CCT.
- Parametrització i configuració de l'equipament instal·lat en el túnel para el seu control des de el SCADA.
- Cablejat de sensors i resta d'equips cap a les UCD's més properes.
- Cablejat entre UCD's, switchs i ERU's.
- Anells de les xarxes de camp de la ERU instal·lada.

Dilluns, 30 de maig de 2016

3.4.12. Criteris per a la partició en trams del túnel.

Per tal de dur a terme una distribució uniforme de connexions entre les diverses ERUs i els mòduls EiS, amb els dispositius distribuïts al llarg del túnel, es projectarà la instal·lació realitzant particions en diversos trams del túnel, de manera que en cada tram hi haurà associada una ERU que controlarà tots els dispositius situats en el seu entorn.

Es distingiran dos tipus de trams:

- Els trams interiors de túnels.
- Els trams de les boques, on normalment hi ha situats els locals tècnics amb els quadres de potencia i els equips de control i comunicació amb el CCT.

El nombre de trams i per tant el nombre d'ERUs vindrà condicionat sobre tot pel nombre de dispositius a controlar. Si no es justifica convenientment, en principi cada ERU no hauria de controlar més de 300 entrades/sortides analògiques-digitals.

El control de certs elements crítics, com detectors de CO, opacímetres, detectors de NOx s'haurà de connectar alternativament a diferents ERUs, per així disminuir el risc de defectes en el sistema de control, cas de que quedes fora de servei una ERU.

4. CENTRE DE CONTROL I DE GESTIÓ DE TÚNELS.

4.1. Generalitats.

El Centre de Control de túnels (CCT) de la ciutat de Barcelona tindrà la presència d'operadors les 24 hores del dia; disposarà de un sistema informàtic de característiques tècniques adequades i amb potència suficient per a la utilització d'interfície d'operador per a la realització del control local des de la mateixa sala.

Realitzarà l'arxiu de dades històriques de segon nivell per poder obtenir els informes estadístics d'explotació.

S'ha de preveure un sistema de continuïtat energètica.

A les dependències de Manteniment i Serveis del Ajuntament, s'instal·larà un lloc d'operador a nivell de consulta per facilitar les tasques pròpies d'aquest Servei.

4.2. Descripció del Centre de Control de Túnels (CCT).

El Centre de Control de Túnels de Barcelona es troba ubicat al carrer Lleida 28 i està en servei des del novembre del 2005. La instal·lació té una superfície de 2.400 metres quadrats, és propietat de l'Ajuntament i ha estat condicionada per acollir la Guàrdia Urbana, Policia de la Generalitat-Mossos d'Esquadra i Bombers de Barcelona. Des d'aquesta centre es gestionen de manera coordinada les incidències i emergències policials que sorgeixen diàriament a la ciutat. A la sala també es controlen les càmeres de gestió del trànsit, vigilància de túnels i seguiment de patrulles al carrer per GPS.



Dilluns, 30 de maig de 2016

El Servei de Regulació del Trànsit, des de que es va fer càrrec del manteniment i conservació del sistema de seguretat en túnels, amb les comunicacions i la detecció automàtica d'incidents inclosos, ha establert conjuntament amb el Servei de Prevenció del SPEIS un seguit de proves per comprovar la resposta del sistema en cas d'incident.

Aquestes proves s'han desenvolupat amb un calendari que fins ara a permès comprovar el funcionament dels diferents elements que intervenen en la seguretat de cada túnel dos cops a l'any, sempre en horari nocturn per reduir l'impacte sobre el trànsit. En aquestes proves han participat els diferents estaments implicats en l'exploració i/o conservació del sistema, des de els sensors i actuadors de camp, passant per les comunicacions i el software del sistema, fins a la resposta dels operadors de Sala conjunta de Comandament.

El CCT de Barcelona, és el centre operatiu del sistema. Actualment, la responsabilitat de les operacions és de la Guàrdia Urbana. En ella s'ubiquen els equips informàtics del Sistema Central. Igualment s'ubiquen la Central de postes de auxili i el telecomandament del CCTV. Tots els equips informàtics i de control, estaran alimentats a través d'un Sistema d'Alimentació Interrompuda (SAI), sense temps de transferència en la commutació (en línia) que mantindrà els equips en funcionament almenys 15 minuts, temps més que suficient perquè arrenqui el grup electrogen corresponent.

4.3. Hardware en Centre de Control.

Les instal·lacions del Centre de Control proporcionen la gestió del control del túnels i les comunicacions amb els perifèrics. El maquinari previst per a la seva instal·lació al CC s'indica a continuació:

- Servidors de Processament, Comunicacions i Gestió de Base de Dades.
- Lloc d'Operació, Supervisió i Control de l'aplicació de Control del Túnel.
- Lloc de Control de Sistema de Supervisió per càmeres de Televisió.
- Lloc d'operació del sistema de Pals SOS.
- Central de megafonia, consistent en pupitre microfònic emissor microprocessat.
- Servidor del Sistema de Detecció Automàtica d'Incidències.
- Altres elements de control pertanyents a sistemes perifèrics:

- Switch Hub.
- Impressora làser de xarxa.
- Control de línies (Front-End).
- Auricular per a atenció Pals SOS.
- Gravador digital àudio.
- Monitors de 21 " per a visualitzar imatges TV.
- Matriu de commutació de vídeo per gestionar les imatges procedents de les càmeres del sistema CCTV.
- Sistema vídeo gravador 24 h.
- HUB sèrie per a dades de remotes.
- Vídeo Wall de 4 mòduls retroprojectors tecnologia DLP de 50 " en configuració 2x2.
- Elements per al Sistema DAI: Targetes VIP - I, VICCOM, etc.

El Vídeo Wall es basarà en un sistema de retroprojectió que permetrà visualitzar en temps real, sobre una pantalla d'alta lluminositat i de gran tamany, diversos senyals gràfics d'alta resolució provinents de les distintes aplicacions de control de trànsit instal·lades al CC, ja siguin aquestes pantalles gràfiques de les aplicacions, pantalles d'operació alfanumèrica o imatges del sistema de vídeo.

Aquests equips tindran les aplicacions software apropiades per desenvolupar les funcions assignades. Els plànols inclouran un esquema amb l'arquitectura de control proposada. Per tal d'assegurar la total fiabilitat de processat del Sistema de Control caldrà la redundància de l'equip servidor de processament, comunicacions i base de dades, ja que aquest realitzarà la totalitat de les tasques de consolidació d'històrics, incloent-hi la seguretat de dades i backups. S'instal·laran dos equips particularment complets dotats de doble disc dur.

El software VINCA Stand-by Server serà l'encarregat del clustering entre els dos servidors. El sistema no requereix que els servidors comparteixin la mateixa configuració, que un dels dos servidors romangui inactiu fins que es produeixi una fallada o estar situats a una distància inferior a la requerida per una xarxa Ethernet ràpida.

La majoria de solucions comparables a la proposada inclou un parell de servidors redundants que apareixen com sistemes separats per als usuaris de la xarxa. No obstant, aquest sistema redundat ha de permetre tractar ambdós servidors com una única entitat. El funcionament del sistema ha de ser tal que si un dels servidors posseeix connexions establertes amb els diferents perifèrics i es produeix una fallada, els servidors commutin en un lapse de temps inferior a 30 segons, retenint les comunicacions establertes.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Un altre avantatge del sistema haurà de ser que no requereixi reinicialització o identificació envers al nou servidor després de la commutació. El sistema crearà arxius de seguretat per les aplicacions individuals en execució, les quals romandran executant-se al nou servidor durant el procés de commutació entre la parella de servidors després d'una fallada.

La utilització de l'arquitectura de hardware presentada ha de permetre establir un alt nivell de disponibilitat del sistema i una clara separació entre tasques, a més de crear un entorn operatiu adient per a les funcions a desenvolupar en el CCT.

4.4. Aplicacions software del Centre de Control.

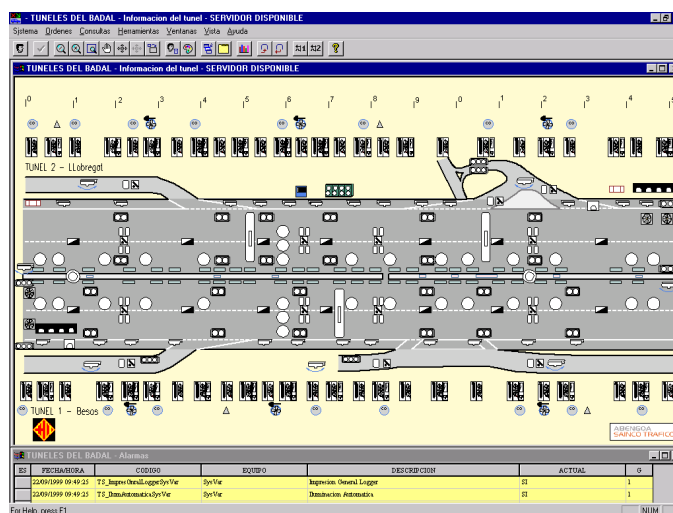
L'aplicatiu i la plataforma de gestió a definir en projecte serà indicada pels serveis tècnics de l'Ajuntament. En l'actualitat és la que s'indica als punts següents.

4.4.1. Software de Control de Túnel (SICOTIE).

El sistema de Control de Túnel haurà de rebre tota la informació dels detectors en forma d'informes estadístics elaborats per l'estació remota de detecció. L'aplicació estarà desenvolupada sobre el sistema operatiu WindowsNT. Aquesta elecció s'ha portat a terme prenent com referència l'evolució actual del mercat informàtic a data de redacció d'aquesta IT. La utilització de WindowsNT sobre plataforma PC ha de permetre conjugar facilitat d'operació, basada en un interfaç d'operador mundialment conegut, amb reducció de costos de propietat i manteniment.

L'interfaç d'operació de WindowsNT és d'ús estàndard i estès. Aquest fet és particularment important per facilitar l'administració del sistema. Així mateix, el temps d'aprenentatge derivat de l'ús d'una interfaç gràfica per als operadors del sistema es veu igualment reduït, tant per les característiques tècniques del mateix (entorn visual) com per l'extensió d'aquest, des d'un ús personal fins empresarial. Adicionalment, l'estructura interna de WindowsNT s'adapta a la perfecció a l'arquitectura client/servidor, de processament distribuït i multitasca. Aquesta adequació és possible per l'elevada disponibilitat comercial d'eines de desenvolupament i explotació, així com una tendència generalitzada a implementar solucions d'informàtica distribuïda. Aquesta última característica aporta un elevat grau d'escalabilitat sense canvis dràstics en hardware d'equips.

El sistema de control consistirà en dos servidors que gestionaran les comunicacions, la base de dades del sistema i el processament de l'aplicació del Sistema de Control de Trànsit.



Exemple Pantalla Principal.

L'usuari, per tenir accés a la pantalla d'operació, haurà d'identificar-se i introduir una clau d'accés, la qual establirà el seu nivell d'accés a les funcions del sistema, ja sigui operació, manteniment i/o configuració. El CC constitueix el sistema de control de major nivell en la jerarquia pròpia de la instal·lació. Així, disposarà de visió completa dels estats dels equips del túnel, proporcionant l'adequada funcionalitat per operar sobre els mateixos de forma senzilla i completa. Les tasques portades a terme es resumeixen en:

Dilluns, 30 de maig de 2016

- Comunicació entre equips de camp.
- Processat d'informació d'estat de cada equip i ordres.
- Arxivat d'històrics i events.
- Comunicació de dades en temps real i arxivats.
- Control d'equips mitjançant interfaç d'operació gràfic.

Els equips controlables des del CC estaran constituïts per aquells connectats físicament al mateix. Es realitzarà comunicació amb els diferents tipus d'equips instal·lats en carretera, essent aquests:

- Estacions remotes que gestionen les comunicacions, com:
 - Sistema de Control d'Il·luminació (cel·les i quadres de comandament).
 - Sistema de Detecció i Control de Trànsit.
 - Sistema de Senyalització i Semàfors (semàfors i panells).
 - Sistema de Detecció de Gàlib.
 - Sistema de Detecció de Trànsit (ETD).
 - Sistema de Control Electromecànic d'Accessos.
 - Equips de Control de Ventilació.
 - Equips de Detecció de CO.
 - Equips de Mesura d'Opacitat.
 - Sistema de Mesura de Velocitat i Direcció de l'Aire.
 - Sistema de Detecció i Extinció d'Incendis.

4.4.2. Software de Supervisió del Sistema CCTV.

Totes les funcions de control de la matriu i, per tant, de commutació i programació de seqüències de càmeres, s'efectuaran a través del teclat i el ratolí del PC de Control de Sistemes de Televisió. Des del teclat es controlarà tant el posicionament de les càmeres com l'accionament de la lent zoom en aquelles càmeres mòbils d'exterior dels túnels.

La següent figura mostra la pantalla principal del sistema:



La designació de les càmeres a monitor podrà estar programades o realitzada manualment a través de comandaments introduïts en el teclat de control per l'operador del sistema, definint nivells jeràrquics entre operadors. La funcionalitat del software serà, bàsicament, la següent:

- Control sobre càmeres mòbils, ja sigui sobre la lent de zoom, focus i posionat (pan&tilt).
- Gravació digital a l'ordinador d'operació, captura de fotografies en cas d'incidència, accés a reproducció de fotografies, gravació de vídeo en moviment (30 frames/s, màxim 2 hores) i possibilitat de transmissió d'imatges via mòdem.
- Control de seqüències, incloent instal·lació de qualsevol nou monitor, control de la durada i ordre de les seqüències.

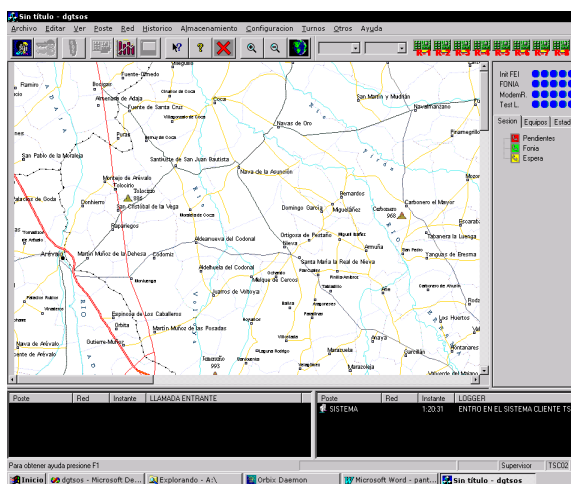
Dilluns, 30 de maig de 2016

Per la visualització de les càmeres al CCT es disposarà de sortides de la matriu connectades a monitors. La configuració de quina càmera es mostra sobre cadascun dels monitors de 21 polsades, i/o en quina seqüència, no serà fixa, ja que les sortides de la matriu són controlades per el/els operador/s. Aquest fet implica que, en futures ampliacions del nombre de càmeres, no seria necessari ampliar el nombre de monitors, podent-se instal·lar seqüències als monitors existents per anar visualitzant totes les càmeres.

Quan l'operador vulgui visualitzar en detall la imatge d'una de les càmeres, disposarà d'un monitor de 17 polsades del PC al seu lloc d'operació, sobre el que pot visualitzar i controlar la imatge de qualsevol càmera en format digital, gravar instantànies o seqüències de preses en format digital Així mateix, mitjançant el retroprojector VideoWall de 4 mòduls DLP es podran visualitzar fins a 4 càmeres.

4.4.3. Sistema de Pals SOS.

El pal SOS es posa en servei qual l'usuari pressiona el polsador. En aquest moment, l'electrònica rep l'alimentació i el micro comença a executar el seu programa, descobreix la causa del funcionament (un polsador, bé el principal o del secundari associat a ell) i comença la sessió d'intercanvi de dades o establiment de fonia.



Exemple Pantalla Principal del Sistema de Pals SOS.

L'operador de la sala de control és avisat de la trucada en espera mitjançant un senyal acústic de desapareix al tocar qualsevol tecla de l'ordinador, així com també per pantalla en la finestra de trucades en curs. Quan sona el microtelèfon del lloc de l'operador, en la pantalla de l'ordinador s'indicarà si es tracta d'una trucada de servei o d'auxili, indicant el nombre de xarxa i pal SOS. Si l'operador està lliure establirà comunicació Full-Duplex de fonia amb l'usuari, permetent a l'usuari parlar a mitjançant un sistema de mans lliures, i a l'operador mitjançant el microtelèfon.

Aquesta comunicació acaba qual l'operador així o indica o bé de forma automàtica passat un temps predeterminat pel propi sistema, podent reiniciar de nou la comunicació prèvia nova trucada del mateix pal SOS. En cas de rebre altres trucades mentre l'operador està en fonia, aquest té l'opció de posar en stand-by la trucada en curs per atendre una d'elles i reprendre l'anterior posteriorment. Quan l'operador està en fonia amb un pal SOS, les trucades provinents d'altres pals SOS es van introduint en una llista de trucades pendents i és l'operador qui decideix quina trucada atén després.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 5. Càlculs de Ventilació.

1. PARÀMETRES DE DETERMINACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ.

Per a dimensionar la ventilació d'un túnel viari es determinarà primerament els paràmetres que el defineixen. Després, en funció del tipus de ventilació elegit, serà necessari elaborar un disseny d'acord a uns càlculs en base a metodologies i recomanacions de prestigi, així com en normatives internacionals.

En un túnel viari, existeixen dos modes de funcionament de la ventilació que requeriran càlculs diferents:

- Funcionament en mode NORMAL.
- Funcionament en mode EMERGÈNCIA.

Per a poder dissenyar i calcular la ventilació mecànica d'un túnel viari de Barcelona, es necessari definir els paràmetres bàsics del túnel com els que s'indiquen en la següent taula:

Paràmetre definitori	Valor
Tipus de túnel URBÀ o INTERURBÀ	URBÀ
Sentit de circulació UNIDIRECCIONAL o BIDIRECCIONAL	UNIDIRECCIONAL
Any de concepció de la ventilació	Any més desfavorable per al càlcul de la ventilació, bé pel número de vehicles que transitaran el túnel amb el pas dels anys, bé pels nivells unitaris de contaminació vehicular.
Renovacions mínimes del aire en el túnel	4 volums de túnel/h en ventilació transversal i semitransversal i una velocitat mínima de 1m/s en ventilació longitudinal.
Altitud mitjana del túnel	Altitud mitjana del túnel sobre el nivell del mar
Pes màxim dels vehicles pesats	Pes màxim en tones
Número de carrils de circulació	1, 2, 3, o més
Geometria Completa del túnel	Secció transversal / Perímetre hidràulic / Pendent / Altura mitjana / Longitud

Paràmetre definitori	Valor
Parc automobilístic	Les aportades per la Direcció de Serveis de Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona: % de vehicles particulars de gasolina % de vehicles particulars diesel % de vehicles pesats % de vehicles utilitaris lleugers (furgonetes,...)
Valors límit de contaminants (*)	CO: 50 ppm NO2:1 ppm, de mitjana sobre tota la longitud del túnel en tot moment OPACITAT: 0<V<30 → 0.009 m-1 30<V<60 → 0.0075 m-1 V>60 → 0.005 m-1
Relació de gasos NO2/NOX	0.10, per a un número de vehicles diesel reduït. Fins a 0.30 per a un número de vehicles diesel elevat
Concentracions de contaminació ambiental	Aplica a CO i NO2 existents habitualment en l'atmosfera d'ubicació del túnel. Valors habituals s'engloben entre 1 a 5 ppm per al CO i fins a 200 µg/m3 pel NO2.
Classe Tecnològica del parc automobilístic	El criteri per a la selecció de la classe tecnològica el constitueix el percentatge de vehicles Prè-EU1, per a cada tipus de vehicle. Per a vehicles utilitaris lleugers i vehicles particulars, hi poden haver diferències entre vehicles gasolina i diesel.

Paràmetre definitori	Valor
Potència de foc	Incendi d'un camió: 30 MW
Perfil de foc	Representa l'evolució de la potència de foc, en MW, amb el temps, des de que comença l'incendi fins que aquest acaba. Aquest perfil serà funció del tipus de vehicle i la seva càrrega que s'utilitzin per a realitzar el disseny.
Producció de fums de l'incendi	80 m3/s, Aquest cabal representa la suma dels cabals dels productes de la combustió i dels gasos arrossegats cap a dins del plomall de fum, per a una geometria corresponent al gàlib considerat i suposant els fums estratificats.

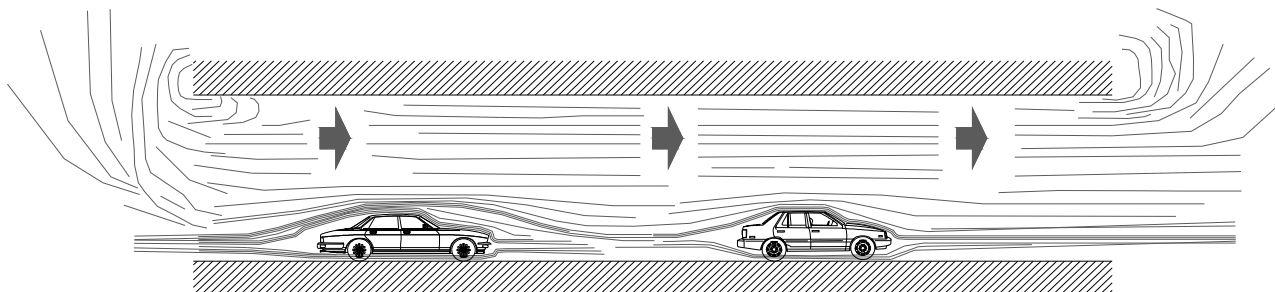
(*) Valors màxims per a la concepció del projecte. Sota circumstàncies extraordinàries podrien reduir-se aquests límits si el túnel es especialment congestionat o la permanència en el túnel dels usuaris o persones de manteniment hagi de ser extraordinàriament elevada.

2. CÀLCUL DE LA VENTILACIÓ EN MODE NORMAL.

Calcular la ventilació en mode d'operació NORMAL implica obtenir els cabals d'aire fresc que s'hauran de circular a través del túnel per a diluir els contaminants emesos pels vehicles, a valors de concentració inferiors als establerts en les limitacions que definiran el projecte.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Part d'aquest cabal l'aportaran els propis vehicles gràcies al seu moviment unidireccional a través del túnel, el qual induirà per 'efecte pistó' un flux circulant determinat contribuint a autoventilar-lo parcial o totalment.



a) Inducció de cabal d'aire per efecte pistó.

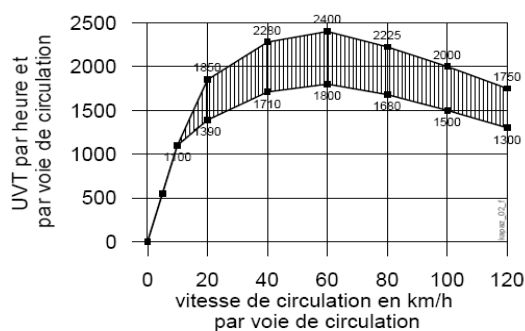
Els cabals que haurem atribuir a la ventilació forçada seran els resultants de sostreure al cabal calculat requerit per dilució de contaminants, l'obtingut per efecte pistó dels vehicles.

Amb programes de reconegut prestigi com el Camatt 2.0, podem obtenir el cabal induït per efecte pistó; mentre que el cabal requerit per dilució de contaminants al túnel l'obtindrem de recomanacions com "Tunnels Routiers: Emissions des vehicules et besoin a air pour la ventilation", PIARC 2012, i les seves actualitzacions.

Existeixen altres metodologies que vénen a ser equivalents a la PIARC 2012, per exemple: Ventilation des tunnels routiers, choix du système, dimensionnement et Equipement, Ed 2004, OFROU, Office Fédéral des routes, o bé Ventilation, CETU, Centre D'études des Tunnels, 2004. No obstant això la PIARC 2012 és la versió més actualitzada de les tres, ja que recull les normes d'emissió EUR 5 i 6 de recent aparició.

La metodologia recollida a la PIARC 2012 parteix de dades reals mesurades de contaminació vehicular unitària en funció del pendent. Aquests mesuraments es fan en unitats de [g / h] per a l'emissió de gasos i en [m² / h] per a l'emissió de partícules.

La densitat de vehicles interior a un túnel, de nou ve recollida en normatives internacionals de forma empírica. Concretament la OFROU 2004, estableix corbes universals d'ocupació vehicular en túnels per carril i velocitat de circulació. Agafarem aquestes corbes per poder deduir el nombre de vehicles que entren al túnel a màxima saturació per quilòmetre i carril per a cada velocitat de circulació. A la següent figura, per túnels de la ciutat de Barcelona, haurem d'agafar la corba de màxima densitat (zona urbana).



b) Capacitat dels túnels en trànsit unidireccional.

De la contaminació unitària recollida en la PIARC 2012 i de la densitat vehicular anterior, obtindrem la contaminació total generada al túnel per a cada velocitat de circulació. A partir d'aquests valors i dels límits màxims de concentració admissible que defineix el projecte obtindrem el cabal requerit, buscat per diluir els contaminants per sota d'aquests límits i per a cada velocitat de circulació del trànsit. Tot el procediment a seguir és el que recull la PIARC 2012.

Dilluns, 30 de maig de 2016

En ventilació longitudinal hi haurà a més una limitació en la velocitat de l'aire aconseguida a l'interior del túnel per la ventilació forçada, que com a màxim podrà ser de 10 m/s. Si es superés aquesta velocitat s'hauran de implantar pous d'extracció massiva al llarg del túnel per evitar-ho.

3. CÀLCUL DE LA VENTILACIÓ EN MODE EMERGÈNCIA.

El càlcul de la ventilació d'emergència per incendi depèn del sistema de ventilació escollit: LONGITUDINAL o TRANSVERSAL o les seves variants.

Per a realitzar el disseny i el càlcul dels sistemes emprarem la metodologia recollida en Ventilation, Centre d'Études des Tunnels, CETU 2004, o metodologies equivalents de prestigi internacional com OFROU o PIARC.

En cas d'emergència per incendi, el cabal a circular pel túnel dependrà del tipus de ventilació implantada:

- Ventilació longitudinal.

En ventilació longitudinal, i per al cas en que el túnel no es trobi congestionat, el cabal serà el necessari per assolir l'anomenada velocitat crítica de l'aire en el focus de l'incendi, en el sentit de la circulació. Aquesta velocitat és la necessària per impedir que en ventilar en el sentit de la circulació, el fum generat per l'incendi retrocedeixi en sentit contrari, permetent així un recorregut lliure de fums per als usuaris atrapats aigües amunt del focus de l'incendi.

La velocitat crítica s'obté de la següent manera:

$$V_c = k_1 \times k_2 \times \left[\frac{g \times H \times Q}{\rho_0 \times C_p \times S \left[\frac{Q}{\rho_0 \times C_p \times S \times V_c} + T_0 \right]} \right]^{\frac{1}{3}}$$

On:

Q, potència de l'incendi (W).

H, altura del túnel (m).

G, acceleració de la gravetat (9,81 m²/s).

P, densitat de l'aire (kg/m³).

C_p, calor específic de l'aire (J/kgK).

A, secció transversal del túnel (m²).

T₀, temperatura ambient (K).

K₁, coeficient determinat a partir del número de Froude K₁ = Frc-1/3.

K₂, coeficient del pendent del t K₂ = 1 + 0,0374 x α 0,8.

En els túnels de Barcelona s'han de disposar sistemes de control d'accessos que evitin que el túnel quedi congestionat. En el cas de que un túnel estigui congestionat, els usuaris aigües avall del focus de l'incendi estaran immersos en el fum pel que serà necessari mantenir-lo estratificat a la part alta del túnel mentre es realitza l'evacuació. Per a això, en la durada de la fase d'evacuació, caldrà controlar la velocitat de l'aire longitudinal en el sentit de la circulació a un valor inferior a 2 m/s. Aquesta és l'anomenada velocitat de desestratificació. Una vegada efectuada l'evacuació, els serveis d'emergència podran accionar el sistema per impulsar l'aire en el sentit de la circulació a la velocitat crítica o superior, si és necessari, per ventilar el túnel, sense necessitat de mantenir la estratificació dels fums.

El càlcul dels ventiladors necessaris per assolir la velocitat crítica, així com la seva ubicació, s'obté de realitzar un balanç d'energia entre les pèrdues de càrrega de l'aire en la seva trajectòria per l'interior del túnel i els guanys de càrrega de l'aire subministrades pels ventiladors tipus Jet. D'aquest balanç s'obté un moviment net de la massa d'aire que omple la secció del túnel, de manera que a l'altura del focus de l'incendi la velocitat de l'aire sigui com a mínim igual a la velocitat crítica.

Es podran utilitzar diferents metodologies de reconegut prestigi internacional per realitzar aquests balanços i obtenir els resultats, no obstant es recomana utilitzar la metodologia i formulació recollida en Ventilation, CETU novembre 2003.

Dilluns, 30 de maig de 2016

La metodologia descrita en aquest punt és unidimensional, en la qual les variables físiques en una secció transversal són constants i el decaïment de la temperatura amb la distància obeeix una funció aproximada de tipus exponencial. Aquest càlcul es considera suficient per als objectius perseguits, si bé, és assumit que en operar així s'estarà calculant del costat de la seguretat i sobredimensionant lleugerament el nombre i característiques dels ventiladors. No obstant això, es podria optar per realitzar càlculs en tres dimensions mitjançant tècniques CFD, el que incrementaria innecessàriament els costos del projecte, però es guanyaria en exactitud pel que fa al nombre de ventiladors necessaris i les seves característiques.

- Ventilació transversal.

La situació d'emergència en ventilació transversal consistirà a limitar el corrent d'aire longitudinal, per conservar estratificats els fums a la part alta i així poder aspirar des del sostre, i intentar mantenir-los allunyats de les persones durant la fase d'evacuació. Si en el cas de la ventilació longitudinal això s'aconseguia 'empenyent'els fums cap a la boca de sortida, en aquest cas es tractarà de mantenir-los estratificats en la part alta del túnel i confinar a l'àmbit del focus de l'incendi.

L'estratificació s'aconseguirà disposant reixetes d'impulsió d'aire fresc i d'extracció de fums. Les reixetes d'impulsió es situaran a la part inferior del túnel i les d'extracció en la part alta. Aquestes reixetes seran les mateixes que serviran com a elements de difusió d'aire en el mode de ventilació normal.

Com ja s'ha avançat anteriorment, la velocitat del corrent d'aire ha de ser inferior a la velocitat de desestratificació V_d . Aquesta velocitat serà de l'ordre 1.5 a 2 m/s per l'incendi d'un camió.

En ventilació transversal, la velocitat de l'aire no és constant al llarg del túnel, ja que l'aire i el fum s'impulsen i s'extreuen en diferents llocs dins del túnel. Per garantir una velocitat baixa de l'aire en l'entorn de l'incendi, caldrà localitzar amb precisió i després actuar sobre el sistema de ventilació, per reduir la velocitat de l'aire en el focus de l'incendi.

En certs casos, caldrà distingir d'entre la fase d'evacuació, durant la qual hi poden haver usuaris atrapats a banda i banda del focus de l'incendi, i interessarà mantenir els fums de l'incendi estratificats, de la fase de lluita contra el foc, durant la qual serà més avantatjós empènyer els fums cap a un costat del focus de l'incendi, per permetre un accés lliure de fums de l'altre costat del focus.

Per a un cabal d'extracció donat, aquesta extracció serà més eficaç en la mesura que es trobi concentrada en el focus de l'incendi. D'aquesta manera s'assegurarà aspirar només l'aire de la zona amb fums, per evitar la seva propagació. S'ha d'evitar concentrar l'extracció sobre una única reixeta o punt d'extracció, sinó realitzar una extracció concentrada sobre una longitud de 400 m (per túnels de gàlib superior a 3.50 m), o de 200 m, (per túnels de gàlib comprès entre 2.70 i 3.50 m).

Per assegurar l'extracció es disposaran reixetes motoritzades. També es podran disposar cantons de curta longitud amb reixetes obertes de manera permanent, (túnel de gàlib superior a 3.5 m: 400 m de longitud i per gàlibs entre 2,70 i 3,5 m: 200 m de longitud) motoritzades independentment, igualment es tractarà d'una extracció concentrada. Les reixetes d'extracció motoritzades tindran una secció de l'ordre d'un a alguns metres quadrats i equidistaran 50m.

Per poder executar l'extracció concentrada, cal disposar permanentment de mitjans humans que permetin un control ràpid i precís del sistema. Si aquest no fos el cas, s'haurà de renunciar a realitzar l'extracció concentrada en el focus de l'incendi. En aquest cas, totes les reixetes d'extracció haurien de quedar obertes permanentment.

Les reixetes obertes permanentment podran tenir les mateixes dimensions que les motoritzades o ser molt més petites, (aprox. 0.2 m²), però en molt major nombre. En qualsevol cas, s'haurà de limitar la velocitat mitjana de l'aire aspirat per les reixetes a valors inferiors a 15 m/s per evitar una pèrdua d'eficàcia en l'extracció de fums, ja que llavors es trencaria la capa de fums calenta i s'extrauria l'aire fresc que queda sota aquesta capa.

En cas d'incendi, la impulsió de gran quantitat d'aire fresc resulta problemàtica ja que ajuda a desestratificar el fum a la part alta del túnel que és el que tractem d'aconseguir. D'altra banda però, cal introduir aire fresc perquè puguin respirar els usuaris i per als equips d'emergència. El control de la velocitat del corrent d'aire longitudinal pot ser realitzat impulsant aire fresc des dels cantons adjacents al de l'incendi.

Per introduir aire fresc i fer respirable el túnel, s'estableix que un cabal d'entre 5 a 10m³/s/km serà suficient per aconseguir aquest efecte. Aquest aire fresc ha de ser impulsat per reixetes repartides, equidistants d'entre 3 a 12m, a nivell de voreres amb una velocitat de l'ordre d'entre 2 a 3m/s. Si no es pot introduir l'aire fresc a nivell de les voreres, no s'ha d'impulsar aire a la zona o el cantó que conté els fums, ja que es corre el risc de desestratificar-los.

Dilluns, 30 de maig de 2016

Quan el corrent d'aire està controlat, el cabal d'aspiració dels fums ha de ser igual al cabal de producció dels fums, (80m³/s per un túnel de gàlib superior a 3.50m) majorat en una tercera part, és a dir: 110m³/s. Per gàlibs entre 2.70 i 3.5m, el cabal d'aspiració serà de 50m³/s majorat d'una tercera part, és a dir: 70m³/s. Si les reixetes no són al sostre del túnel, sinó en els laterals, encara haurem majorar més aquests cabals, d'entre 1,5 a 2 vegades més el cabal aspirat per reixeta.

Quan no s'asseguri el control del corrent d'aire, s'hauran de sobredimensionar els cabals d'extracció per compensar. El cabal d'extracció ha de ser com a mínim igual al de dimensionament, (80m³/s), per un túnel de gàlib superior a 3,50 m, (recordem que el control del corrent d'aire era obligatori per a túnels ventilats transversalment de gàlibs entre 2.70 i 3.5m), augmentat d'un cabal corresponent a una velocitat longitudinal de 1,5m/s. Per exemple, per un túnel de 50m² de secció, el cabal a extreure seria: $80 + 1.5 \times 50 = 155$ m³/s.

Quan l'obertura de les reixetes no sigui motoritzada, impedit concentrar l'extracció, cal augmentar els cabals d'extracció. S'haurà de disposar sobre la longitud total de 400 m, el cabal que caldria per a una instal·lació o extracció concentrada, és a dir 110m³/s, si el corrent d'aire longitudinal està controlat, i en el cas contrari, del cabal de dimensionament, 80 m³/s, augmentat d'un cabal corresponent a una velocitat longitudinal de 1,5m/s.

En el cas de reixetes telecomandades o motoritzades, en principi no hi ha restricció sobre la longitud dels cantons, però per una reixeta tancada passa certa quantitat d'aire ("fuites"), per tant hem d'assegurar que els cabals d'extracció siguin suficients tenint en compte aquestes fuites. Quan un cantó sobrepasa 800m de longitud, el cabal d'extracció ha de ser majorat per tenir en compte aquestes pèrdues, (en particular amb el pas dels anys i el deteriorament dels equipaments), incrementant entre un 5% i 10% el cabal total d'extracció al conducte que conté les reixetes motoritzades. D'altra banda, es limitarà a 3000m la màxima longitud entre la primera reixeta i l'última d'un cantó.

L'extracció no concentrada estarà prohibida per túnels ventilats transversalment de gàlibs compresos entre 2,7m i 3,5 m. Únicament s'haurà de recórrer a extracció no concentrada quan el túnel no disposi de mitjans d'explotació suficients.

Per a la resta de paràmetres de dimensionament ens remetrem a la recomanació "Ventilation CETU" de novembre 2003.

Es podran utilitzar altres procediments de càlcul de reconegut prestigi internacional que mostrin concepcions similars a les descrites en aquesta IT.

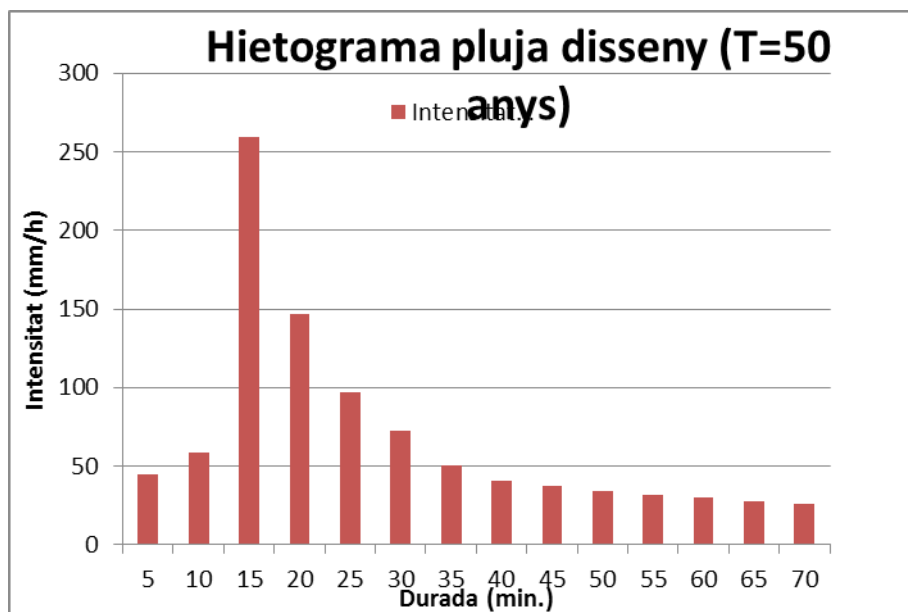
Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 6. Càlculs de Drenatge.

1. CÀLCUL DE CABALS PROCEDENTS D'ESCORRENTIU SUPERFICIAL.

La pluja de disseny correspon a la pluja de període de retorn de 50 anys. El hietograma d'aquesta pluja, proporcionat per la Direcció de Serveis de Cicle de l'aigua de l'Ajuntament de Barcelona, és el següent:

Interval (min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Intensitat (mm/h)	44,6	58,6	259,0	147,0	97,2	72,4	50,3	40,4	37,2	34,3	31,9	29,8	27,8	26,2



Per al càlcul dels cabals punta es pren la màxima intensitat per a una durada de 5 minuts. Aquest valor correspon, com es pot apreciar al hietograma, a 259 mm/h. Aquesta intensitat serà la que prendrem per al càlcul del dipòsit de bombeig règims extraordinari i pels cabals de disseny dels col·lectors.

2. CÀLCUL DEL CABAL A BOMBEJAR.

El càlcul del cabal de bombeig serà tal que suposant que durant 24 hores, i per a t=50 de període de retorn, no es pugui drenar l'aigua acumulada a causa de que la xarxa del voltant estigui saturada, sigui possible drenar el volum acumulat en el dipòsit del túnel en menys de 8 hores.

3. CRITERIS DE DENSITAT D'EMBORNALS.

CRITERIS DENSITAT D'EMBORNALS A LA CIUTAT DE BARCELONA.

Les densitats d'embornals a col·locar a la Ciutat de Barcelona s'expressa en termes de l'àrea (en m²) tributària per cada unitat d'embornal, i es determina en funció del pendent longitudinal del tipus de reixa segons la següent taula:

Pendiente longitudinal i (%)	Àrea drenada (m ²)			
	Reja Barcelona 1	Reja CIVE 70	Reja Meridiana	Reja Barcino
0.5	180	175	170	275
1	190	185	180	300
2	200	195	190	325
3	205	205	195	340
4	205	210	200	350
5	185	185	175	310
6	160	160	150	265
7	140	135	130	225

Butlletí Oficial de la Província de Barcelona

Dilluns, 30 de maig de 2016

Pendiente longitudinal i (%)	Àrea drenada (m2)			
	Reja Barcelona 1	Reja CIVE 70	Reja Meridiana	Reja Barcino
8	125	120	120	200
9	110	110	105	180
10	100	100	95	160
11	95	90	90	150
12	85	85	80	140
13	80	80	75	130
14	75	75	70	120
15	70	70	70	110

Dilluns, 30 de maig de 2016

Annex 7. Senyalització.

1. GENERALITATS.

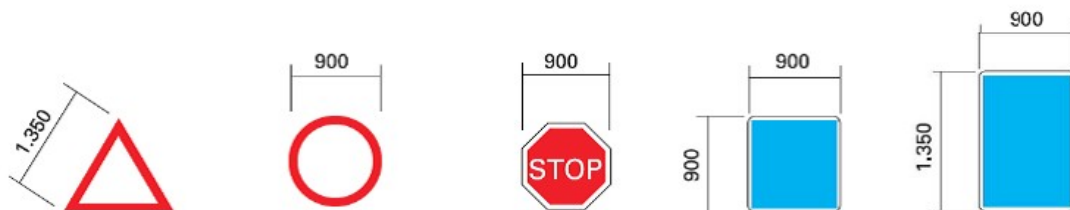
La senyalització de túnels urbans a la ciutat de Barcelona es regirà per la normativa vigent en matèria de senyalització i circulació.

Com a norma general, per a definir la senyalització cal utilitzar els detalls exposats al "Manual de senyalització de la ciutat de Barcelona" i el "Catàleg oficial de senyals de circulació" per a les senyals que no hi queden especificades. Així mateix haurà de complir el "Plec de Condicions Tècnic Facultatives de la senyalització de Barcelona".

1. Senyalització horitzontal.

2. Senyalització vertical.

Les senyals verticals compliran amb el següent criteri de dimensionat. La disposició de la senyal no ocuparà, en cap cas, l'espai destinat al voral.

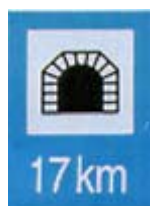


2. SENYALITZACIÓ EN ELS ACCESSOS I L'ENTRADA DEL TÚNEL.

- Senyal vertical múltiple indicativa d'entrada prohibida a vehicles que transportin mercaderies perilloses, vianants, ciclomotors i cicles. (Reglament General de Circulació. Annex 1).

R-108, R-116, R-105 i R-114.

- Senyal vertical d'indicació general, identificativa de l'accés a túnel, amb l'especificació de la seva longitud i ha d'incorporar el nom (Reglament general de circulació. Annex 1).



- Senyal indicativa de l'obligatorietat d'ús d'enllumenat de curta distància (Reglament general de circulació. Annex 1).



Dilluns, 30 de maig de 2016

- Senyal vertical d'indicació de velocitat màxima a l'interior del túnel (Reglament general de circulació. Annex 1).



(Incloure per senyal de 50 m).

- Senyal vertical indicatiu de la separació mínima entre vehicles (Reglament general de circulació. Annex 1).



(Incloure per senyal de 50 m).

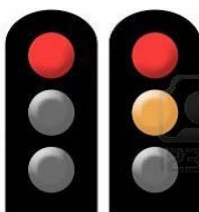
- Balises cilíndriques verdes amb bandes reflectants blanques separades 1 metre (Reglament general de circulació. Annex 1).



- En els túnels bidireccionals s'instal·laran balises divergents verdes amb les bandes reflectants de color blanc (Reglament general de circulació. Annex 1).



- Semàfors de preavis i aturada de 3 focus àmbar/àmbar, vermell del mateix tipus del mateix tipus de la xarxa de ciutat (Reglament general de circulació. Annex 1).



3. SENYALITZACIÓ AL INTERIOR DEL TÚNEL.

- En el carrils de circulació al sostre del túnel es col·locaran senyals "aspa-fletxa" per indicar en tot moment la situació del carril "obert-tancat". El primer senyal es situarà a l'entrada del túnel i els següents cada 200 metres.



Dilluns, 30 de maig de 2016

- Les senyals d'indicació de limitació de velocitat es col·locaran al sostre a 75 centímetres dels murs laterals i cada 200 metres per l'exterior de la línia de vora del carril lateral (Senyals lluminós, tipus "led").



(Incloure per senyal de 50 m).

- La senyalització horitzontal al paviment del túnel s'ajustarà al dimensionat d'amplada dels carrils contemplats en el projecte, dibuixant els límits dels diferents carrils i els apartadors si n'hi ha.

4. PANELS I SENYALS INFORMATIUS.

- Panells de senyalització instal·lats a l'entrada del túnel.
- Panell de senyalització del pal SOS amb indicació extintor, tipus banderola (Reglament general de circulació. Annex 1).



- Panell de senyalització de "Boca d'incendis" tipus banderola i com afegit a la informació de pal SOS.



- Panell de senyalització de apartador. Cal afegir indicació de distància (Reglament general de circulació. Annex 1).



5. SENYALITZACIÓ DE LES SORTIDES D'EMERGÈNCIA I VIES D'EVACUACIÓ.

- Es senyalitzarà la sortida i s'indicarà en pictograma adjunt les distàncies de recorregut en cada sentit d'evacuació.



Dilluns, 30 de maig de 2016

6. SENYALITZACIÓ A LA SORTIDA DEL TÚNEL.

- Senyal vertical d'indicació general de fi de túnel (Reglament general de circulació. Annex 1).



- Senyal vertical d'indicació de fi de l'obligació d'ús d'enllumenat de curta distancia (Reglament general de circulació. Annex 1).



- Balises cilíndriques verdes amb bandes reflectants blanques separades 1 metre (Reglament general de circulació. Annex 1).



7. PANELLS DE MISSATGE VARIABLE.

- A l'entrada i en els diferents accessos laterals es disposarà un panell lluminós alfanumèric amb tres (3) files de setze (16) caràcters cadascuna i una o dues parts gràfiques (a determinar segons nombre de carrils de circulació) amb capacitat de representar qualsevol símbol del codi de circulació.

8. SENYALITZACIÓ EN ARMARI AUXILIAR EN BOCA DE TÚNEL, PER A CONTINGÈNCIES.

- Les senyals verticals que s'inclouran en els armaris de boques de túnel seran els següents, en la quantitat que s'indica a l'Annex 3 d'equipaments de seguretat i control, en el capítol.6 de senyalització.

- Perill indefinit: Entrada Prohibida: Sentit obligatori dreta:



Barcelona, 18 de maig de 2016

La secretària delegada, p. d. 16/10/2015, Iolanda Garcia Ceprià