

Projecte de Fi de Carrera  
**Enginyer Industrial**

RENOVACIÓ TECNOLÒGICA DE LA INSTAL·LACIÓ DE  
REGULACIÓ DE TRÀNSIT D'UNA CRUÏLLA SEMAFORITZADA  
A LA CIUTAT DE BARCELONA

**Autor:** Francisco Gámez Rodríguez  
**Director:** Samuel Galceran  
**Convocatòria:** Setembre 2016



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





## ÍNDEX GENERAL DEL PROJECTE

DOC. NÚM 1: **MEMÒRIA**

DOC. NÚM 2: **ANNEXOS VOLUM 1**

**Annex A – PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES**

**Annex B – REGULADOR**

**Annex C – SEMÀFOR**

**Annex D – DETECTOR**

**Annex E – LEGALITZACIÓ**

**Annex F – CÀLCULS**

**Annex G – BASE DE DADES**

DOC. NÚM 2: **ANNEXOS VOLUM 2**

**Annex H – PLÀNOLS**

**Annex I – SERVEIS AFECTATS**



# MEMÒRIA

MEMÒRIA

MEMÒRIA





## INDEX de la MEMÒRIA

1.	INTRODUCCIÓ .....	9
2.	OBJECTE DEL PROJECTE.....	10
2.1	Centralització.....	10
2.2	Renovació .....	10
3.	OBRES A EXECUTAR.....	12
4.	DADES D'ORIGEN.....	14
5.	MODE D'EXECUCIÓ DE LES OBRES .....	18
5.1	Estudi de serveis afectats .....	18
5.2	Replanteig Previ .....	18
5.3	Permisos.....	19
5.4	Senyalització.....	21
5.5	Obra Civil i Muntatge d'Instal·lacions .....	22
5.6	Posada en Marxa.....	23
5.7	Lliurament de l'obra i <i>As Built</i> .....	24
6.	DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA .....	25
6.1	Semàfors.....	25
6.2	Regulador .....	25
6.3	Central de Trànsit.....	29
6.4	Nodes Gb.....	30
7.	CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA ADJUDICATARI .....	31
8.	TERMINI D'EXECUCIÓ .....	31
	Pàgina 1 de GANTT.....	32
	Pàgina 2 de GANTT.....	33
9.	PRESUPOST.....	34
10.	BENEFICIS OBTINGUTS .....	40
10.1	ÀMBIT SOCIAL .....	40
10.2	MILLORA ENERGÈTICA I MEDIAMBIENTAL.....	41
10.2.1	INFORME DELS ELEMENTS DE CAMP .....	42
10.2.2	AUDITORIA ENERGÈTICA .....	44
10.2.3	ANÀLISI DE RESULTATS.....	48
10.3	CONTROL REMOT DELS TEMPS. VELOCITATS.....	55
	INTRODUCCIÓ .....	55

CÀLCUL DE VELOCITATS/TEMPS.....	56
11. NORMATIVES DE REFERÈNCIA .....	67
12. GLOSSARI I ACRÒNIMS.....	73
13. AGRAÏMENTS I RECONeixEMENTS.....	79
ÍNDEx D'ANNEXOS A LA MEMÒRIA .....	81



## 1. INTRODUCCIÓ

D'acord amb el tarannà propi de la ciutat, amb una identitat pròpia, Barcelona sempre s'ha caracteritzat pel seu caràcter innovador, emprenedor i inconformista. Un caràcter que l'ha portat a esdevenir una ciutat pionera pel que fa al concepte de ciutat intel·ligent o *smart city*.

Gràcies a la seva estratègia transversal basada en una visió de transformació de la ciutat a llarg termini, Barcelona és considerada avui en dia la primera ciutat intel·ligent d'Espanya i la quarta d'Europa.

Aquesta visió engloba projectes d'àrees molt diverses que, gràcies al treball conjunt, la tecnologia i la innovació, pretenen garantir als ciutadans millor qualitat de vida, estalvi energètic i creixement econòmic a través d'una gestió més eficient dels serveis i recursos de la ciutat.

D'entre totes les línies d'intervenció bàsiques en les que l'Ajuntament està focalitzant esforços, es troba el departament de Mobilitat. Els eixos d'actuació són: *Bicing* (amb un gran desplegament previst de bicis elèctriques previst pel 2017), *nova xarxa de Bus* (amb les línies H i V de gran capacitat), *camins escolars* (incloent pacificació de voreres i rètols lluminosos), **semàfors intel·ligents** (inclòs en aquest projecte), *smart parking* (amb sensors experimentals a carrer i *apps* dedicades) i *microplataforma de servei de mercaderies* (plataforma web dedicada en fase de proves).

Dit això, va a dir, que una de les àrees en que s'està focalitzant més implicació és en l'àrea de *regulació*. Històricament s'han introduït estratègies sovint innovadores a l'àmbit de la mobilitat. Ja des de l'aparició de les rondes, en paral·lel a una voluntat de controlar més acuradament la regulació semafòrica, des de *Mobilitat* s'ha traçat un pla estratègic amb diverses direccions (algunes no exemptes de certa polèmica, com ara la recent *superilla* del Poble Nou, i d'altres que estan per arribar).

Ara bé, pel que fa a la regulació i control del trànsit semaforitzat, l'existència de cruïlles semafòriques sense centralitzar (no connectades al Centre de Control de Trànsit) en vies de connexió interna de primer nivell de la Xarxa Bàsica de Mobilitat i en laterals de les Rondes, limita les possibilitats de regulació del trànsit en aquestes cruïlles, i fa que la resposta a incidències o avaries en aquestes cruïlles sigui més lenta.

D'altra banda, l'antiguitat dels equips reguladors d'algunes cruïlles (superior a 15 anys en molts casos i fins i tot superior a 25 anys en d'altres) així com de la instal·lació de la pròpia cruïlla (cablejat de semàfors) i de la instal·lació de comunicació amb el Centre de Control de Trànsit (cablejat de comunicacions) fan que l'índex d'incidències o avaries sigui important, especialment en situacions de pluja i tempesta. La utilització encara d'un gran nombre de semàfors amb tecnologia incandescent (bombetes) esdevé les cruïlles semafòriques molt vulnerables a tot tipus d'interrupcions de subministrament elèctric. Igualment, la utilització de cables de coure per les comunicacions fa que els equips de regulació del trànsit siguin molt sensibles a les tempestes elèctriques.

Tanmateix, el consum energètic d'aquestes cruïlles no està a l'alçada dels nous temps, en quant a consum i fiabilitat de la tecnologia.

## 2. OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte de present projecte es centra en la renovació tecnològica de les instal·lacions semafòriques d'una cruïlla tipus eixample, tot incloent les especificacions tècniques, els avantatges obtinguts a partir d'aquesta renovació i l'encaix a l'àrea de Mobilitat de la estratègia *Smart City*, impulsada per l'Excel·lentíssim Ajuntament de Barcelona.

Aquesta actuació intervé sobre les pròpies instal·lacions semafòriques i altrament, amb la comunicació amb el Centre de Control de Trànsit Urbà (CCTU) de l'Ajuntament. Aquesta comunicació, anomenada internament *centralització*, serà tanmateix renovada tecnològicament, en comparació amb les que ja ho estan en la actualitat.

### 2.1 Centralització

Es renovarà la tecnologia de comunicacions de la cruïlla semafòrica existent, no centralitzada encara dins la Xarxa Bàsica de Mobilitat, permetent així la monitorització permanent de la pròpia cruïlla al Centre de Control (i la major rapidesa associada en la resolució d'incidències), així com l'actuació en la regulació de la cruïlla de manera remota.

Fins ara, simplement hi havia un cable de parells, que permetia una comunicació local amb els reguladors més propers, permetent un sincronisme de funcionament, però sense cap possibilitat de intervenir-hi externament. Tanmateix, fins ara tampoc es podia monitoritzar el seu funcionament o les seves possibles avaries.

Aquesta centralització es realitzarà mitjançant cable de fibra òptica, tot comunicant amb el node de comunicacions de la Xarxa de mobilitat més proper, que podria ser una cruïlla propera, ja centralitzada.

### 2.2 Renovació

Es renovarà íntegrament la cruïlla semafòrica ja existent.

Aquesta renovació inclou:

- Canvi dels capçals semafòrics de la cruïlla: nous semàfors amb tecnologia LED. S'aprofita l'oportunitat per incloure el nou disseny del cos del semàfor, donant visibilitat d'aquesta manera al canvi tecnològic.
- Canvi integral del cablejat de la cruïlla: d'aquesta manera s'augmenta la robustesa de la instal·lació enfront incidències o avaries, i s'adapta la instal·lació al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Canvi de l'equip regulador de la cruïlla: es substitueix el regulador de la cruïlla renovada per un regulador amb un microprocessador de 3<sup>a</sup> generació (amb més prestacions que els actuals) i s'afegeix tanmateix un Sistema d'Alimentació Ininterromput (SAI), que garanteix el funcionament de la cruïlla en cas de fallida de subministrament elèctric durant dues hores.
- Canvi del cablejat de comunicació de la cruïlla semafòrica amb la Central de Regulació, substituint els actuals cables de coure per fibra òptica, augmentant la

robustesa de la instal·lació enfront incidències i avaries i reduint la sensibilitat a les tempestes elèctriques.

- Inclusió d'un *switch* Gigabyte, tant per la pròpia comunicació amb el CCTU, com per connectar altres elements susceptibles de necessitar comunicacions, dins l'àmbit Smart City, com ara la Xarxa Wifi, les *Smartquesines* (parada de bus interactiva), sensors de trànsit, càmeres, etc...

### 3. OBRES A EXECUTAR

Tot i que la redacció del present projecte és focalitzada a un tipus de cruïlla molt comuna, que és la cruïlla tipus eixample, la renovació tecnològica que aquí es representa, es susceptible d'implantar-se a qualsevol altra tipus de cruïlla. Justament, s'estudia la tipus eixample, per que és la que estableix un patró comú més nombrós a la ciutat de Barcelona.

En concret, la cruïlla escollida per definir les actuacions ha estat la de Pau Claris-Mallorca, cruïlla que, per la seva geometria i disposició del trànsit, podria definir sense gaire marge d'error un patró bastant fiable de moltes cruïlles tipus *eixample*.

D'una manera sintetitzada, les obres que es realitzaran seran d'obra civil i renovació de les instal·lacions. En els següents apartats, es definiran amb més profunditat, però d'una manera breu, tot allò que es durà a terme s'indica a continuació.

Pel que fa a la obra civil, en primer lloc es realitzarà un replanteig de l'estat de les tubulars existents, per comprovar si encara es poden aprofitar, o se n'han de fer de noves. Per fer això es passen unes guies de niló, tot comprovant l'ocupació dels actuals tubulars, si n'hi ha de lliures, i sobre tot, si estan o no obturats.

Amb el replanteig efectuat, es prendrà la decisió d'executar les noves rases adients, tant per les instal·lacions de la pròpia cruïlla, com per connectar el regulador del projecte amb el regulador més proper en la direcció de la centralització. Aquestes rases s'executaran tal i com està indicat en els plànols de l'annex H.

A més de les rases, es faran totes les arquetes necessàries per atendre les instal·lacions a executar. En general podran ser de 40x40, però en canvi es faran de 60x60 en cas que donin servei a un pas de calçada o hi hagi de allotjar cable de Fibra Òptica. Els detalls constructius d'aquestes arquetes també es troben grafats a l'annex H.

Tanmateix es canviaran o afegiran totes les columnes semafòriques necessàries, segons informació gràfica dels annexos.

Ja per finalitzar la obra civil, s'executaran les peanyes dels armaris Regulador i SAI, i s'enderrocaran les velles, ambdues accions si és que no s'instal·len en el mateix indret.

Un cop acabada la Obra Civil, es procedirà a la estesa dels nous cables. Aquesta tasca serà especialment complexa en quant s'haurà de realitzar amb els cables existents en funcionament.

En paral·lel, s'ha hagut de gestionar la comanda de una nova escomesa elèctrica. La realitat indica que, en general, la nova escomesa acostuma a endarrerir-se molt, de l'ordre de mesos (i inclús anys) per lo que l'alimentació de la cruïlla s'haurà de mantenir durant una temporada amb la escomesa existent. En general això no significarà cap problema de potència ni funcionament, més enllà del seu possible estat de conservació.

Totes les noves actuacions s'hauran de deixar absolutament preparades per, un cop Guàrdia Urbana doni el seu vist i plau, procedir a realitzar la posada en marxa de la cruïlla, amb les noves instal·lacions. Aquesta actuació es farà tota de manera ininterrompuda, i no s'enretirarà la empresa instal·ladora fins que no estigui tot completament funcionant amb els nous elements i dispositius. En general, aquesta actuació de posada en marxa, acostuma a durar un matí. És en aquest moment que es canvien els capçals antics pels nous i es connecten, un a un, als cables nous i a les seves sortides respectives del nou regulador.

Per fer tot això, s'ha hagut de tallar el trànsit i una empresa d'assenyalament, normalment externa, haurà procedit a instal·lar tot allò necessari per que no es produeixin accidents durant les hores de la posada en marxa.

Un cop la cruïlla s'ha posat en marxa i està en correcte funcionament local, es faran les comprovacions oportunes des del Centre de Control que, ara sí, podrà monitoritzar en remot el funcionament del regulador, i comprovar les alarmes, si n'hi ha.

Finalment, i amb molta cura, es procedirà a enretirar els cables i altres elements obsolets, pel seu transport a planta de reciclatge.

#### 4. DADES D'ORIGEN

La redacció del present projecte, pretén definir les bases d'actuació en referència la renovació de la cruïlla esmentada en la present memòria, i la seva potencial actuació a la resta de cruïlles existents amb similars característiques.

Així doncs, a continuació es passen a descriure els elements i actuacions base que s'han tingut en comte per la redacció del present projecte.

##### ***Actuacions prèvies.***

- Recopilació de dades. En aquest apartat s'inclouen totes aquelles activitats encaminades a generar una base de dades d'origen i única.

Així doncs, sota petició de l'autor, l'Excm. Ajuntament de Barcelona ha fet lliurament de bases cartogràfiques en format CAD, així com les cruïlles semaforiques que conformen la ciutat de Barcelona en la actualitat. Tanmateix, ha proporcionat informació tècnica dels reguladors, centrals i semàfors que s'instal·laran, que hauran de ser capaços de suportar la nova tecnologia que es pretén instal·lar. Aquesta documentació s'explicita més profundament en el plec de condicions corresponent i els annexos a la memòria.

En afegit i molt important, s'ha hagut de realitzar una tasca d'anàlisi de diferents bases de dades i inventaris, per a consulta i suport de la informació final que es documenta en el present projecte.

Per últim, durant la fase de redacció del present projecte, s'ha efectuat una important tasca de recerca basada en actuacions similars, de la que s'han extret dades assimilables i pretesament realistes.

##### ***Delimitació i abast del projecte.***

Aquesta activitat inclou l'anàlisi a fons de l'abast d'actuacions i obra civil que serà necessari per dur a terme la renovació.

Tanmateix, a nivell global, s'estudien les dades inventariades per elaborar un llistat de les cruïlles susceptibles de rebre una actuació d'actualització similar.

Tal i com estan definides les cruïlles, d'aquesta manera si les necessitats de l'avang d'obra aconsellessin no executar alguna de les cruïlles previstes, es podria substituir per una d'igual tipus, atès que disposen de característiques molt similars.

### ***Nova Centralització i Centralització GPRS***

Aquesta és una acció a realitzar en els casos en que els reguladors en qüestió no estiguin comunicats amb el centre de control, i efectivament es desitja que així sigui.

En general, es poden trobar dos casos significatius.

En primer lloc, en zones on no existeixin reguladors centralitzats o centralitzacions properes.

L'altre possibilitat és la de trobar cruïlles semafòriques no centralitzades, que per situació i possibilitats, és convenient d'afegir a una centralització ja existent prèviament. En aquest cas, la centralització consisteix en tendir cable de centralització, en aquest cas fibra òptica, des de el regulador a centralitzar fins a al regulador més proper, si aquest està centralitzat amb fibra òptica. En cas que el regulador més proper no estigui centralitzat amb fibra òptica, el més probable és que s'hagi de renovar el conductor de comunicació. Aquest cas s'explica en el cas de "renovació de centralització".

### ***Canvi de regulador***

Aquesta acció es considera dur a terme en aquells casos en que la tecnologia del regulador existent no és la que es pretén instaurar en tots els reguladors a renovar. Aquesta tecnologia permet fer la regulació a 42 VCA, tot i que el regulador s'alimenti des de xarxa a 230 VCA.

A dia d'avui, alguns dels reguladors que s'han anat canviant darrerament en diferents actuacions, ja disposen de la esmentada tecnologia, és per això que no caldrà actuar sobre els mateixos.

Val a dir que, pel projecte que en ocupa, s'ha previst la renovació del regulador.

És important indicar que si la tensió d'escomesa no és de 230 VCA, el regulador no funcionarà doncs és la tensió necessària pel seu correcte funcionament.

### ***Renovació de la centralització***

Tot i que la centralització es trobés en bon estat de funcionament, i la informació arribés en bon estat al Centre de Control de Trànsit (CCTA), el present projecte aborda la renovació del sistema de transmissió de dades entre els diferents reguladors i la central de la zona en qüestió. Això implica que el cable de comunicació passarà a ser de fibra òptica, en comptes de cable de parells, que és com es realitzava la comunicació fins ara.

Tanmateix, aquest fet implica també un canvi en la tecnologia d'emissió – recepció de dades, en quant ja no es faran servir els protocols de comunicació per parell, i es canviaran pels de fibra òptica.

Aquest nou sistema de centralització, és molt més potent i segur, a més que permetrà

realitzar successives ampliacions i afegits d'informació sense alterar el funcionament ni la capacitat de transmissió de dades.

### **Canvi de cable**

En moltes de les cruïlles de la ciutat, es poden trobar cables que, be tenen unes característiques que fan que no s'adaptin al nou Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió o be estan fets malbé pel pas del temps donada la seva ubicació de semi-intempèrie. Alguns d'aquests cables, poden ser inclús força antics, amb algunes dècades d'antiguitat.

És per això que una de les activitats destacades del projecte, en quant la seva envergadura, és el canvi dels cables d'alimentació als capçals semafòrics des del regulador. Aquesta actuació és prou complexa en quant que per canviar el cable és necessària la revisió i reparació si s'escau de la canalització elèctrica que transita per sota terra. En cas que la canalització no sigui aprofitable, la obra civil a executar esdevindrà de molta envergadura, i significarà sense dubte l'actuació més gran de lo que al canvi del cable de la cruïlla es refereix. Això és degut a que si la reparació es pot assegurar que és puntual, s'efectuarà una cala, i en cas que es desestimi del tot, s'haurà d'executar la canalització sencera del tram que sigui necessari.

En els casos en que es procedeixi a canviar el cable, la empresa adjudicatària procedirà a la enretirada dels antics.

En cap cas s'autoritza a fer *empalme* de cables, a no ser que estigui completament justificat i es faci amb material adient.

El cable que es muntarà al projecte és de tipus RV-K d0,6/1kV degut a les seves característiques. Són els més adients pel transport i distribució d'energia elèctrica en baixa tensió. És recomanat per a connexions Industrials, escomeses, distribució interna i connexions a l'exterior. A més, és fa servir sovint a xarxes subterrànies i instal·lacions fixes. A més són molt flexibles, fet que els fa adients a l'hora de ser instal·lats en determinades circumstàncies, com ara les pròpies del projecte.

Segons ITC-BT 07 *Xarxes subterrànies per a distribució en baixa tensió*, ITC-BT 09 *Xarxes d'alimentació subterrània per a instal·lacions d'enllumenat exterior* i ITC-BT 11 *Xarxes de distribució d'energia elèctrica. Escomeses subterrànies*, el fan adient per l'ús al qual es destina en aquesta instal·lació.

El cable que hi havia fins al moment, el més antic, era d'aïllament 500V, actualment en desús i fora de tota normativa.

### **Semàfors**

Aquesta informació fa referència a el número de semàfors i la seva tipologia que actualment existeixen en la cruïlla en qüestió.

Els tipus són:



13/200: semàfor de tres òptiques de diàmetre 200 mm de diàmetre. Generalment es fan servir per la senyalització a la circulació dels vehicles de calçada. Color vermell superior, ambre el del mig i verd el de a baix.

12/200: semàfor de dues òptiques de 200 mm de diàmetre. En general es fan servir com a PPC, o el que és el mateix, com a semàfor per vianants.

11/200: semàfor d'una òptica, fet servir per mòdul d'intermitència.

BUS: generalment és un mòdul 12/200 amb les òptiques de color blanc, amb màscara formant la figura pròpia d'aquest tipus de senyal.

BICI: generalment és un mòdul 12/200, molt similar al PPC de vianants, en aquest cas amb una màscara formant la figura d'una bicicleta, a instal·lar als carrils bici.

Mòdul d'invidents: és una senyal sonora que es pot afegir al mòdul 12/200 de pas de vianants, que s'activa mitjançant comandament a distància, en possessió dels propis invidents. En els elements de nova instal·lació, el mòdul d'invidents sempre anirà integrat juntament amb el mòdul 12/200. Dit d'una altra manera, en tots els casos de nova instal·lació, els semàfors de vianants sempre contenen mòdul d'invidents.

De la mateixa manera, en nova instal·lació es procurarà sempre que sigui possible el muntatge de semàfor PPC i BICI, de manera conjunta, mitjançant màscara amb la icona que engloba ambdós elements.

### ***Tipus de comandament actual***

Indicació del tipus de regulador actualment instal·lat; CD, CITY, M1, M3, P1, RC, RL1, RL2, RM, RMYB, RTS, SICE, XY, XYL, Y, YL.

La nomenclatura indicada no és rellevant, més que per sigles comercials i models propis dels instal·ladors. Val a dir però, com a dada de contrast, que els reguladors més moderns i utilitzats en aquest moment a la ciutat són els *CITY* (de la empresa *ETRA*) i el model *RSEIS* (de la empresa *Kapsch*), per lo que qualsevol d'aquests dos models seran adients pel seu ús. Dintre de les seves petites diferències, sovint comercial, tots dos compleixen el *protocol Barcelona*, que és un protocol marcat per l'Ajuntament específicament per aquest element. Aquest protocol defineix les característiques que han de complir, a nivell elèctric, de funcionalitat i de comunicacions.

Alguns d'ells són encara de tecnologia antiga. D'altres són més moderns, amb menys de 10 anys, però encara amb tecnologia de 24 ó 230 VCA.

Tots els reguladors de nova instal·lació, suporten la tecnologia de 42 VCA, que és la que es pretén muntar en la present actuació, i és la indicada pel *protocol Barcelona*.

## 5. MODE D'EXECUCIÓ DE LES OBRES

### 5.1 Estudi de serveis afectats

Un cop el present projecte sigui eventualment licitat, la empresa adjudicatària haurà de fer un estudi previ dels serveis afectats de la zona a executar la obra. Aquest estudi anirà acompanyat de la necessària informació aportada per les pròpies empreses afectades, que en general seran:

- Companyia d'aigua.
- Companyia de Electricitat
- Companyia de Gas
- Companyia de Clavegueram
- Companyies privades de Telecomunicacions
- Parcs i Jardins
- TMB
- Altres

Aquest estudi haurà de ser el més complet i realista possible de manera que es puguin preveure les possibles desviacions temporals i econòmiques de la execució de la cruïlla en qüestió.

Al cos del present projecte s'adjunten el serveis afectats reals, sol·licitats a l'Ajuntament, en forma d'Annex a la memòria, concretament l'I.

### 5.2 Replanteig Previ

Previ a la execució de la renovació de la cruïlla, especialment ja que s'ha d'efectuar canvi de cable d'alimentació a les òptiques del semàfor, la empresa adjudicatària haurà de realitzar un replanteig de les instal·lacions existents.

Aquest replanteig, servirà per determinar l'estat exacte previ en que es troben les instal·lacions i la obra civil que afecta a la cruïlla en qüestió.

Així doncs, el replanteig servirà per determinar la tipologia i estat dels cables que donen servei a les òptiques dels semàfors. Amb la premissa que els cables són vells, automàticament es procedirà a incloure la seva substitució en les accions a realitzar a la cruïlla. Tanmateix, si els cables, tot i que fossin relativament nous, estiguessin en mal estat de conservació o disposessin de connexions intercalades, s'inclouran també al inventari de renovació de la cruïlla.

D'altra banda, altre element a tenir en comte i necessari de ser revisat és la canalització contenidora dels conductors. En aquest cas l'empresa adjudicatària haurà necessàriament de tindre en compta diversos factors.

En primer lloc, es comprovarà el nivell d'ocupació del tubular. En cas que la ocupació sigui pròxima a la meitat de la tubular o superior, es considera que aquesta tubular no es pot aprofitar. Això és així per que tot i que els nous cables es puguin encabir per secció, no es pot assegurar la seva introducció, per lo que no es podran passar d'un cantó a un altre, entre pericons de pas.

D'altra banda, si el nivell d'ocupació permetés la introducció de nous cables, es comprovarà mitjançant les eines adients, normalment guies de niló destinades a tal efecte, la possibilitat de passar nous conductors, o si en cas contrari, el tubular es troba obturat. En cas que es trobi el tubular en bon estat, es procedirà a passar els nous cables a través seu.

D'altra banda, si el tubular es troba obturat, poden passar dues coses. Si la obturació es pot confirmar que és puntual i localitzada, es procedirà a la seva reparació mitjançant cala en el punt d'obturació. Si en canvi, l'apreciació és que la obturació és general, o bé no és localitzable, es procedirà a desestimar el tubular sencer, i s'haurà doncs de executar un de nou, tal i como s'indica al plec de condicions tècniques del present projecte.

Cas a part mereixen les canalitzacions fabricades en material fibrociment. Aquestes canalitzacions, donat el seu contingut en amiant, són taxativament prohibides de ser manipulades per fer qualsevol tipus de reparació. En qualsevol cas, aquestes tubulars poden ser reutilitzades si no necessiten de reparacions i el seu nivell d'ocupació de conductors allotjats al seu interior així ho permetés.

Altre element important a considerar és l'estat, tipologia i/o existència de les arquetes. Aquestes, en general seran aprofitables, tot i que s'ha de valorar el seu estat de neteja. Majoritàriament, aquestes hauran de ser sanejades. A més es valorarà també la necessitat de modificar-les si s'escau per dotar-les de característica drenant que permeti evacuar l'aigua en cas de pluja o similars. En tot cas de nova construcció, s'afegiran els elements necessaris per que l'arqueta pugui drenar, tal i com s'especifica en el Plec de Condicions Tècniques.

Tanmateix, les arquetes s'hauran de valorar en funció de si allotgen conductors que travessen des d'aquell punt un vial. En aquest cas, la dimensió haurà de ser la més gran, és a dir, arqueta quadrada de 60 cm de costat.

De la mateixa manera, si l'arqueta conté un canvi de direcció d'un conductor de senyal, és a dir, cable de Fibra Òptica, l'arqueta haurà de ser també de 60x60 cm, de manera que possibiliti un radi de gir del cable adient.

A més de les revisions de conductors i de canalitzacions, la empresa adjudicatària haurà de contemplar la revisió de la resta d'elements susceptibles de ser renovats, desestimats o fets de nou. Aquests elements poden ser els basaments, armaris, proteccions, columnes, suports, i en general, tot els elements que conformen la renovació del parc semafòric, ja sigui de superfície com a l'interior d'arquetes i rases.

### 5.3 Permisos

Per dur a terme la execució del projecte s'haurà de demanar un seguit de permisos

que a continuació es passen a detallar:

- En primer lloc , un cop replantejada la instal·lació tal i com s'ha explicat, i prèviament al muntatge dels instal·lacions s'han de realitzar les tasques d'obra.

En aquest cas, la empresa adjudicatària haurà de demanar permís a l'ACEFAT per poder realitzar las actuacions que faci falta.

L'ACEFAT sol·licita certs requeriments per aprovar un assenyalament i per tant seran d'obligat compliment a la ciutat de Barcelona. Aquests permisos i els plànols de Serveis Afectats, es subministren des de fa uns anys a través de la plataforma destinada a tal efecte *ewise*.

Pel que fa a protecció de l'arbrat, es compliran les oo.mm. (art.63) i el manual de qualitat de les obres (capítol 3,apartats 7 i 8).

Es reposarà adequadament el mobiliari urbà afectat.

Es contactarà amb la u.o. de neteja per tal de tornar col·locar els contenidors d'escombraries afectats.

Es sol·licitarà autorització a Parcs i Jardins abans d'afectar cap parterre.

Es comunicarà prèviament del començament de les obres als propietaris de les terrasses de bar afectades.

Es farà una reposició a vorera d'acord amb les oo.mm. i les indicacions dels serveis d'inspecció del districte.

En aplicació del decret 135/1995 de desplegament de la llei 20/1991, es reconstruiran els guals de vianants per a persones amb mobilitat reduïda afectats pel traçat de l'obra, segons els models homologats en el codi d'accessibilitat (annex 1-1.2.2).

L'encreuament de calçada es reposarà amb els sobreamples i gruixos exigits a les oo.mm., tallant el paviment amb disc i efectuant un recobriment asfàltic en dues capes: base s-20 de 7 cm. de gruix i rodadura d-12 de 5 cm. de gruix.

Prèviament es fresarà fins a la rigola la zona d'actuació a tota la llargada de la canalització.

En cas de fer reposició provisional, aquesta es farà amb aglomerat en fred.

No s'acceptarà en cap cas una reposició amb terres.

Es reposarà immediatament la senyalització horitzontal afectada.

La base del paviment es construirà amb formigó de 20 N/mm<sup>2</sup> mínim de resistència característica i gruix de 22 cm.

Els encreuaments que s'executin en cap de setmana s'hauran de comunicar a la guàrdia urbana abans de les 11h. del dilluns anterior.

Nomes s'aplegaran materials corresponents a dos dies de treball com a màxim. No es farà carrega i descarrega ni formigonat entre les 8,30 i les 9,30 i a partir de les 17 h.

- En segon lloc, quan l'activitat d'obra civil necessiti envair el vial, l'empresa adjudicatària sol·licitarà permís a Guàrdia Urbana, que serà qui marqui la forma i manera, a més del horaris en que aquesta activitat es podrà dur a terme.
- Per últim, i tal com s'ha esmentat en l'apartat anterior, el dia escollit per realitzar la posada en marxa, s'haurà de pactar conjuntament amb la Guàrdia Urbana, que també serà la encarregada de donar el vist i plau.

A més dels permisos ja esmentats, en determinats casos, la empresa adjudicatària haurà de realitzar una sol·licitud d'autorització administrativa de subministrament elèctric.

En aquells casos que sigui necessari, la Direcció de Serveis de Mobilitat recavarà de la companyia subministradora d'energia elèctrica, l'informe tècnic de l'escomesa elèctrica, la qual el facilitarà a l'empresa adjudicatària per la seva complimentació.

L'empresa adjudicatària presentarà davant els Serveis Territorials d'Indústria de la Generalitat de Catalunya la documentació formalitzada per la direcció de Serveis de Mobilitat en sol·licitud d'autorització administrativa de subministrament elèctric.

L'empresa adjudicatària aportarà memòria tècnica i esquema unifilar de la instal·lació elèctrica amb signatura autoritzada com a entitat titular de Document de Qualificació Empresarial per a l'activitat d'instal·lacions elèctriques. Aquests documents hauran d'ésser signats, tanmateix, pel tècnic titulat autoritzat, que en nom de l'empresa adjudicatària hagi dirigit la instal·lació.

L'empresa adjudicatària aportarà, tanmateix, Certificat Acreditatiu de que la instal·lació s'ha realitzat de conformitat amb el reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions complementàries vigents, així com els butlletins de la Instal·lació Elèctrica, ambdós signats de conformitat amb tot allò esmentat anteriorment.

La Direcció de Serveis de Mobilitat del l'Excm. Ajuntament de Barcelona, facilitarà els documents complementaris necessaris, havent d'abonar l'adjudicatari davant els Serveis d'Indústria de la Generalitat de Catalunya el dipòsit de tramitació de la sol·licitud d'autorització administrativa del subministrament d'energia elèctrica els drets de contractació de l'escomesa elèctrica necessària per a la instal·lació semafòrica projectada, acreditant-se mitjançant els rebuts originals emesos pels esmentats Organismes, dels pagaments realitzats.

En l'annex E inclòs en aquest projecte, s'inclou una simulació de la legalització que s'hauria d'efectuar per donar d'alta la nova escomesa.

#### **5.4 Senyalització.**

L'empresa adjudicatària, un cop disposi en ordre dels permisos d'obra, i abans d'executar l'obra, haurà d'acotar el tram d'obra afectat i protegir la zona de treball. Haurà de tenir en compte que l'obra no afecti a el transit de vianants i vehicles, o com a mínim, que afecti el mínim possible. En aquest cas es de senyalitzarà degudament

per garantir el correcte transit de tothom, sense ocasionar cap situació de risc.

En general, les característiques de la senyalització, s'acollirà a tot allò indicat al Manual de Qualitat de les Obres (Implantació i incidència en l'àmbit de domini públic), editat per l'Excm. Ajuntament de Barcelona.

Tanmateix, la senyalització que s'efectuarà haurà d'ajustar-se a tot allò indicat a la normativa Gràfica Municipal, concretament al document número 7, Aplicació de la Signatura Municipal en la Senyalització d'Obres.

### 5.5 Obra Civil i Muntatge d'Instal·lacions

Una vegada els permisos sol·licitats s'han atorgat, i la senyalització necessària ha estat efectuada correctament, la empresa adjudicatària executarà les accions necessàries per dur a bon terme la obra. Això inclou totes aquelles activitats d'obra civil i muntatge d'instal·lacions que calguin. Aquestes accions no podran sortir de l'àmbit d'allò que es va demanar a ACEFHAT, i que en conseqüència es va aprovar, amb llicència emesa. S'executarà la obra segons les partides definides en el Plec de Condicions tècniques, tant d'Obra Civil com d'instal·lacions. En tot cas es respectarà la normativa vigent.

Les tasques pròpies de la Obra Civil són les que en principi ocuparan la major part del temps d'execució i les que, pel seu caire invasiu, seran les que més alteraran l'entorn i la mobilitat de la zona d'actuació.

Un cop finalitzada l'obra civil, es procedirà a realitzar les tasques de instal·lació i muntatge del material que sigui necessari, en funció de l'actuació que s'hagi d'executar en cada cruïlla. S'instal·laran els conductors d'alimentació a semàfors, els conductors de potència del propi regulador, el cable de posada a terra de la cruïlla i estesa de cable de F.O. per transmissió de dades, allà on sigui adient. La instal·lació d'aquests elements restarà preparada per poder desmuntar la instal·lació en servei i poder connectar la nova. Per fer això, prèviament es demanarà el permís adient a Guàrdia Urbana i quan aquest estament ho consideri oportú en funció de les necessitats i possibilitats del trànsit previst a la cruïlla en qüestió, es programarà una trobada per la posada en marxa.

Forma part de les tasques d'aquesta fase d'obra, la col·locació a les noves columnes, si s'escau, dels senyals de trànsit enretirats de les columnes que s'han de substituir. Així doncs, la empresa adjudicatària haurà de assumir aquesta acció.

En referència al canvi de columna, el criteri que es seguirà per posar una columna de 4 metres, es basarà en si aquesta columna allotjarà senyals de trànsit, que no siguin les d'indicació de carrer que creua. Aquesta senyal, de petites dimensions, s'ubicarà just per sota del element semàfor, i no necessitarà d'un augment de l'alçada de la columna. Per la resta de les senyals, es col·locaran per sobre del semàfor, en columna de 4 metres.

Tots els armaris de nova instal·lació que es col·loquin a obra, hauran d'anar obligatòriament equipats amb placa identificativa, amb la codificació que l'ajuntament indiqui al seu moment.

De tots aquells elements que la empresa adjudicatària n'hagi de fer proves o assajos, aquesta farà proposta dels laboratoris homologats que estimi adients tot i que serà necessari el vist i plau de la propietat. En cas que la proposta no sigui satisfactòria, la empresa adjudicatària proposarà alternatives fins obtenir l'autorització de la propietat o la DF en cas que s'estimi adient.

Es considera fins a un 1% del pressupost de contracta destinat a la realització i contractació de les esmentades probes.

## 5.6 Posada en Marxa

La posada en marxa és l'activitat, també considerada de fase d'obra, en la que tot allò que s'ha deixat executat i previst en quant a obra civil i sobretot d'instal·lacions, es connecta i es posa en funcionament. És en aquest moment en el qual també es realitzen totes les comprovacions necessàries per poder deixar la cruïlla semafòrica en servei autònom amb garanties.

Durant la posada en marxa, la Guàrdia Urbana estarà present per regular el trànsit. Òbviament, el moment de la posada en marxa ha estat prèviament pactat aquest estament. Això és necessari degut a que la cruïlla quedarà fora de servei durant la estona que duri la posada en marxa. Durant la mateixa, es fixaran els materials de superfície, com ara els semàfors, les connexions dels cables de colors (cables d'alimentació de les òptiques) caixes envoltants de regulador i les caixes de SAI, si no ho estaven d'abans. Tanmateix es realitzaran, mitjançant tècnic competent, totes les regulacions i ajustos necessaris en la programació del regulador. Així doncs es comprovarà la programació, les possibles incompatibilitats, ajustament del pla de trànsit i comprovació visual final de funcionament real. Tot això permetrà un funcionament totalment autònom del regulador de la cruïlla en qüestió. Aquest correcte funcionament, que com s'indica haurà de poder ser totalment autònom, haurà de ser capaç de poder compatibilitzar el funcionament local amb les ordres que li puguin arribar des del Centre de Control, via centralització de FO, que també es connectarà el dia de la posada en marxa. En qualsevol cas, sempre es prioritzaran les accions dirigides a poder posar en funcionament la cruïlla. Posteriorment es realitzaran la resta d'ajustaments o accions que es puguin realitzar amb la cruïlla en marxa.

La posada en marxa generarà una sèrie de elements de rebuig dels que la empresa adjudicatària haurà de presentar certificats de reciclatge o rebuig dels abocadors autoritzats corresponents.

En cas que el material enretirat es tracti de reguladors que degut al seu estat de conservació i la seva tecnologia moderna es puguin aprofitar, l'Ajuntament indicarà la

possibilitat d'instal·lar-los en una altra cruïlla, fora de l'abast del projecte.

Una vegada la cruïlla s'ha posat en marxa, si s'escau, la empresa adjudicatària haurà de realitzar les tasques necessàries per actualitzar la base de dades de l'Ajuntament (INVESEG/INCA), de manera que qualsevol afegit o modificació de la xarxa semafòrica quedi automàticament documentada en la esmentada base de dades. Aquesta informació haurà de ser contrastada i el més realista possible a lo executat a la cruïlla.

### **5.7 Lliurament de l'obra i *As Built***

La empresa adjudicatària que dugui a terme la obra, haurà de formalitzar la entrega de la obra executada, un cop es consideri enllestida l'actuació prevista.

Aquest acte es formalitzarà mitjançant acta d'entrega o ocupació, i anirà acompanyada de la documentació necessària per poder oficialitzar la entrega. En tot cas es lliurarà l'As Built de les actuacions efectuades en la cruïlla, que representaran fidelment les actuacions efectuades.



## 6. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

A continuació es descriu el funcionament del sistema, des dels emissors òptics semafòrics, fins al centre de control.

### 6.1 Semàfors

El semàfor es un element funcional de senyalització lluminosa de seguretat viària, amb tecnologia a les òptiques de LED, que s'encarrega de senyalitzar segons la informació que l'hi arriba del regulador, el estat necessari per la regulació del trànsit.

En el nostre sistema, el semàfor, és l'element terminal de totes i cada una de les actuacions, bé siguin de renovació, bé sigui de centralització.

Els equips físics semàfors que s'instal·laran en l'àmbit de projecte, seran de nou disseny, exclusiu per l'ajuntament de Barcelona, el qual disposa de la seva patent.

L'alimentació elèctrica dels focus dels semàfors, provenen directament del regulador. Això vol dir, que els semàfors únicament fan la funció de suport dels propis focus. En cap cas, es produeix cap mena de control des del propi semàfor, a excepció dels que únicament disposen de mòdul d'intermitència, que no depenen de cap regulador.

La tipologia dels semàfors està descrita en *l'apartat 4-Semàfors*. En cas que la òptica disposi d'alguna figura, com ara un vianant, bicicleta o similars, s'aconseguirà amb una òptica pròpia amb la forma de la esmentada figura.

### 6.2 Regulador

El regulador es l'equip encarregat de controlar, mitjançant les ordres programades, el control dels semàfors en cada cruïlla on esta instal·lat. Aquest equip esta connectat mitjançant la central de trànsit al CCTU.

El regulador disposa de la electrònica necessària per controlar i gestionar tots els grups semafòrics de que està formada la cruïlla que està sota el seu control. La cara visible d'aquesta electrònica, es presenta en forma de targetes de sortida, que en general podran controlar dos grups per targeta, tot i que no es descarta que hi puguin suportar 4. El número de targetes amb les que s'equipi el regulador, indicarà el màxim de grups que serà capaç de controlar el regulador. Així doncs, cada regulador haurà d'estar dotat com a mínim amb un número de targetes suficient com per donar servei a tots els grups. En cas que la cruïlla augmentés el número de grups a controlar, això es solucionaria afegint targetes fins a satisfer les necessitats requerides.

Així doncs, els regulador són els encarregats de donar la potència elèctrica a través de cable de coure, que alimentaran les òptiques de colors, en aquest cas, discos de LEDs. Per tant, hauran de ser capaços d'emetre senyals elèctriques en el voltatge adequat per donar servei als semàfors.

Tanmateix, el regulador està alimentat amb tensió de xarxa de 230 VCA, per lo que haurà de ser capaç de produir la transformació necessària de voltatge, entre la seva

font d'alimentació i les seves sortides, en aquest cas a 42 VCA, als semàfors.

Per tan, tots els interfaces de senyals amb equips auxiliars, com ara pilones, senyals ocultes, comandament d'equips ERSY (equip regulador de senyals panels informatius càrrega/descàrrega), equips ERBY (equip regulador balises), etc. es realitzaran a 42 VCA, tot i que la seva tensió de treball és de 230 VCA.

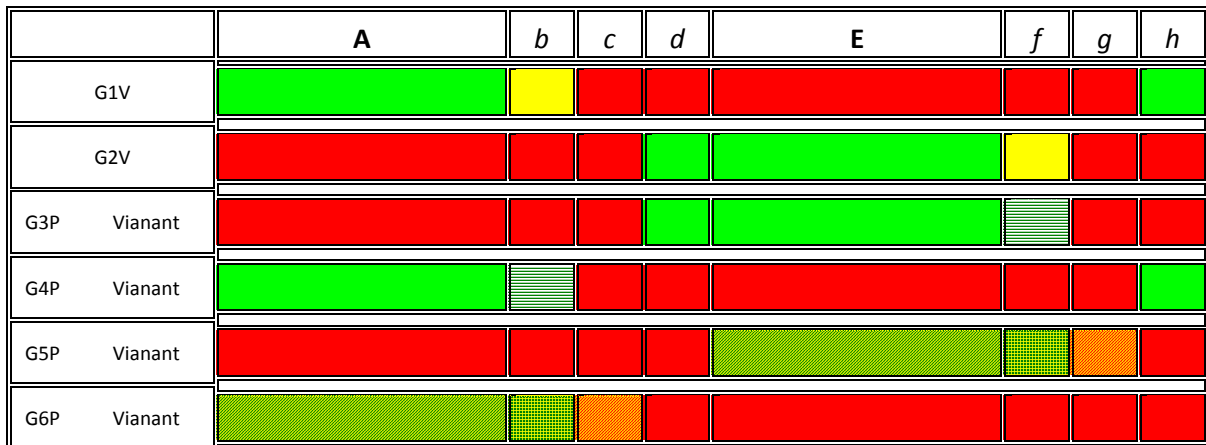
Tot i que al l'"Annex 2: Regulador" s'explica en profunditat les característiques que aquest element ha de complir, a continuació és descriu la programació existent, i que s'ha de mantenir, tot adjuntant el **diagrama de barres**, la **matriu d'incompatibilitats** i els **temps de verd**.

### Diagrama de barres:

És la representació gràfica, mitjançant un diagrama de barres temporals, a on es visualitza l'estat de cada grup semafòric en cada instant.







A la primera matriu es representa la temporalitat i simultaneïtat d'una manera gràfica, i a la segona es defineixen els temps que es poden canviar per programació.

Es pot observar, que poden existir més d'un pla, amb els seus propis temps.



Plans			A	b	c	d	E	f	g	h
Temps Fixos			#	3	3	3	#	3	3	3
Pla	Cicl	Desf								
P1	96	23	48				48			
P2	96	23	48				48			
P3	96	23	48				48			
P4	62	43	32				30			

Llegenda dels colors	
	V Verd

	R Vermell
	A Ambre
	P Verd intermitència ràpida
	G Vermell i Ambre intermitència ràpida
	I Verd interm. ràpida i Ambre interm. lenta
	J Verd i Ambre interm. lenta

Taula 1. Matriu de programació de fases.





































Taula Horaria	dl	dt	dc	dj	dv	ds	dg
0:00	4	4	4	4	4	2	2
2:00						4	4
6:30	1	1	1	1	1		
7:30						2	2
10:00	2	2	2	2	2		
14:30					3		
16:30	3	3	3	3			
20:30	2	2	2	2	2		
23:30	4	4	4	4			4

Taula 2. Matriu de programació horària.

### Matriu d'incompatibilitats:

És una matriu de valors, a on, d'una manera gràfica, es poden indicar i detectar els grups que, sota cap circumstància, poden estar en color verd a la vegada (per exemple, els verds de vehicles que es creuen, o un verd vehicle amb el verd vianants que travessa).

Aquesta matriu s'introdueix al regulador mitjançant programació, de mode que, si accidentalment es produeixi una de les situacions prohibides, automàticament el regulador entraria en mode intermitència, i reiniciaria els cicles, tal i com té programat.

Incompatibles			G1V	G2V	G3P	G4P	G5P	G6P
G1V								
G2V								
G3P								
G4P								
G5P								
G6P								

Taula 3. Matriu d'incompatibilitats.

### Temps de verd:

Extracció del temps en que cada grup es troba en color verd, per cada pla, i el seu

percentatge sobre el temps total del cicle, que en aquest cas és de 96 segons.

<i>Pla</i>	<i>Estructura</i>	<i>Cicle</i>	<i>Desfasament</i>	
1	1	96 seg.	23 seg.	
<i>Grup</i>	<i>Inici verd</i>	<i>Temps verd</i>	<i>Temps ambre</i>	<i>Percentatge verd</i>
G1V	29	42	3	44%
G2V	77	42	3	44%
G3P vianant	77	42	3	44%
G4P vianant	29	42	3	44%
G5P vianant	80	39	3	41%
G6P vianant	32	39	3	41%

<i>Pla</i>	<i>Estructura</i>	<i>Cicle</i>	<i>Desfasament</i>	
2	1	96 seg.	23 seg.	
<i>Grup</i>	<i>Inici verd</i>	<i>Temps verd</i>	<i>Temps ambre</i>	<i>Percentatge verd</i>
G1V	29	42	3	44%
G2V	77	42	3	44%
G3P vianant	77	42	3	44%
G4P vianant	29	42	3	44%
G5P vianant	80	39	3	41%
G6P vianant	32	39	3	41%

<i>Pla</i>	<i>Estructura</i>	<i>Cicle</i>	<i>Desfasament</i>	
3	1	96 seg.	23 seg.	
<i>Grup</i>	<i>Inici verd</i>	<i>Temps verd</i>	<i>Temps ambre</i>	<i>Percentatge verd</i>
G1V	29	42	3	44%
G2V	77	42	3	44%
G3P vianant	77	42	3	44%
G4P vianant	29	42	3	44%
G5P vianant	80	39	3	41%
G6P vianant	32	39	3	41%

<i>Pla</i>	<i>Estructura</i>	<i>Cicle</i>	<i>Desfasament</i>	
4	1	62 seg.	43 seg.	
<i>Grup</i>	<i>Inici verd</i>	<i>Temps verd</i>	<i>Temps ambre</i>	<i>Percentatge verd</i>
G1V	49	26	3	42%
G2V	19	24	3	39%
G3P vianant	19	24	3	39%
G4P vianant	49	26	3	42%
G5P vianant	22	21	3	34%
G6P vianant	52	23	3	37%

Taula 4. Matriu de temps i percentatges.

### 6.3 Central de Trànsit

La central de trànsit, és l'equip que actua *d'interface* entre el CCTU i el Regulador local, gestiona les comunicacions i transmet informació de funcionament i possibles anomalies. Aquest element no forma part de la definició del projecte, tot i que està inclòs dins la instal·lació de comunicació global de l'Ajuntament.

Aquest equip fa les funcions de hub o agrupació de tots aquells reguladors pertanyents a una mateixa centralització. Així doncs, una central defineix una centralització en concret.

La centralització es la unió de tots els equips de una zona estipulada, mitjançant un cable de comunicació de FO.

És important indicar que la seva implantació està en desús, doncs la tendència és virtualitzar les zones. És a dir, fins ara, les centralitzacions eren físiques, amb un equip electrònic que centralitzava la informació, però la combinació de la comunicació per FO i el fet que els equips disposin d'IPs pròpies, fa que la centralització "física" tingui cada vegada menys sentit.

Es comuniquen tots els reguladors de la zona amb la central de comunicació de manera que tots els reguladors tenen connexió directe punt a punt amb la central.

Les fibres òptiques han de ser de tipus monomode B1.1 i han de complir la normativa EN 186000. Els cables hauran de ser armats.

La protecció del nucli òptic ha de tenir reforç de fibra d'aramida, armadura metàl·lica i coberta exterior de polietilè. Aquesta coberta, serà fabricada en color vermell, i disposarà del logotip de l'Excm. Ajuntament de Barcelona.

- Atenuació típica a 1310 nm (valor mitjà)	0,35 dB/km
- Atenuació típica a 1550 nm (valor mitjà)	0,22 dB/km
- Atenuació màxima a 1310 nm	0,40 dB/km
- Atenuació màxima a 1550 nm	0,30 dB/km
- Diàmetre del camp modal	9,3 ± 0,5 µm
- Longitud d'ona de tall	1150 – 1330 nm (fibra cablada)
- Diàmetre del revestiment	125 ± 1 µm
- Excentricitat del revestiment	≤ 1%
- Error de concentricitat	≤ 0,8 µm
- Diàmetre sobre primera protecció	245 ± 10 µm
- Càrrega de ruptura	100 kpsi
-	

*Taula 5. Característiques fibra òptica*

#### **6.4 Nodes Gb**

Es disposa de un anell de F.O. propietat de l'Excm. Ajuntament de Barcelona, pel qual, es comuniquen tots els equips de trànsit mitjançant el protocol de Gigabit. És en aquesta xarxa, on es penjaran les noves centralitzacions, per poder estar monitoritzades des de el CCTU., al igual que ja ho estan ara algunes de elles.

## 7. CLASSIFICACIÓ DEL CONTRACTISTA ADJUDICATARI

La empresa adjudicatària de la execució de la obra, haurà de complir, com a mínim, segons la *Ley de contrataciones del Estado*, les següents classificacions:

- Grup G, Subgrup 5: Senyalitzacions i abalisaments de vials
- Grup I, Subgrup 9: Instal·lacions Elèctriques sense Qualificació Específica

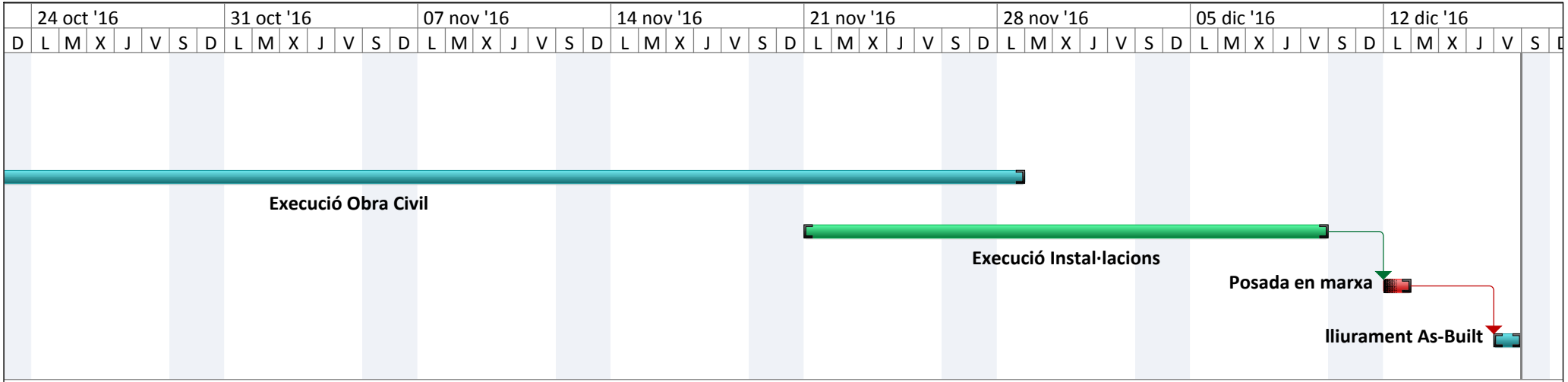
## 8. TERMINI D'EXECUCIÓ

El termini d'execució de les obres serà de 3 mesos a partir del replanteig de la obra, incloent totes les actuacions previstes a projecte. Això inclou la petició de serveis afectats, gestió de permisos, execució de la obra, posada en marxa d'acord amb servei de Guàrdia Urbana, redacció de plànols As-Built i introducció de la informació generada en la base de dades de l'Ajuntament de Barcelona (Inventari Cartogràfic - INCA).

A continuació s'adjunta una programació d'execució d'obra, en format Gantt, a on es simula una possible ubicació temporal de les tasques, que englobarien els tres mesos esmentats.

Id	Modo de	Nombre de tarea	Duración	19 sep '16							26 sep '16							03 oct '16							10 oct '16							17 oct '16						
				D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1		Petició de Permisos i SSAA	15 días																																			
2		Acta de Replanteig	1 día																																			
3		Execució Obra Civil	35 días																																			
4		Execució Instal·lacions	15 días																																			
5		Posada en marxa	1 día																																			
6		Lliurament As-Built	1 día																																			





## 9. PRESUPOST

El pressupost d'execució per contracta (PEC) del present projecte de centralització i renovació de les instal·lacions d'una cruïlla semafòrica a la ciutat de Barcelona, resulta la quantitat de **98.797,07 €**.

A continuació s'adjunten les partides incloses a la execució de la obra, amb els seus preus i quantitats.

	CODI	U.	DESCRIPCIÓ REDUÏDA	PREU UNITARI	QUANT.	PREU TOTAL
<b>CAP. 01: SUBSTITUCIÓ DE REGULADORS ACTUALS PER REGULADORS DE 42 VCA</b>						
	496320SI2	UT	SUBM. I INST. REGULADOR BÀSIC DE 42 VCA.	8.276,49	1,00	8.276,49
	496330SI2	UT	SUBM. I INST. EQUIP D'ALIMENTACIÓ REGULADOR BÀSIC 42 VCA.	6.166,97	1,00	6.166,97
	496340S2	UT	SUBM. CARTA DE SORTIDES DE 42 VCA.	498,09	4,00	1.992,35
	496322SI2	UT	SUBM. I INST. PROTECCIONS REARMABLES	908,04	2,00	1.816,08
	472100SI	UT	SUBM. I INST. ARMARI PLANXA ACER PER REGULADOR.	843,64	2,00	1.687,28
	411240D	UT	DESM. REGULADOR 24 G NO CENTRA.	256,77	1,00	256,77
	472100D	UT	DESM. ARMARI PLANXA ACER PER REGULADOR.	84,66	1,00	84,66
	420510E	UT	INST. ESPECIAL DESPLAÇAMENT CABLE.	20,78	1,00	20,78
	116100S	UT	SUBM. PLACA PRESA TERRA.	27,65	1,00	27,65
	116100E	UT	INST. PLACA PRESA TERRA.	40,69	1,00	40,69
	112100S	UT	SUBM. FONAMENT ARMARI REGULADOR.	90,12	2,00	180,24
	112100O	UT	O.C. FONAMENT ARMARI REGULADOR.	91,45	2,00	182,91
	112150O	UT	ENDERROCAMENT FONAMENT ARMARI REGULADOR.	86,26	1,00	86,26
	110400O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ LLOSETES NORMALS.	60,25	1,00	60,25
						<b>20.879,38</b>
<b>CAP. 02: RENOVACIÓ COMUNICACIÓ EN REGULADORS ACTUALMENT CENTRALITZATS</b>						
	110300O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ PAVIMENT CALÇADA	88,37	0,00	0,00
	110400O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ LLOSETES NORMALS.	60,25	0,00	0,00
	110403O	ML	ARRENCADA I REPOSICIÓ DE VORADA	38,92	0,00	0,00
	110404O	ML	ARRENCADA I REPOSICIÓ DE RIGOLA	19,23	0,00	0,00
	110652O	M3	DEMOLICIÓ DE FORMIGÓ	120,94	0,00	0,00
	111352O	ML	CANALITZACIÓ 2T PANOT INCL. REPOSICIÓ	56,62	110,50	6.256,99
	111358O	ML	CANALITZACIÓ 4 T CALÇADA	116,91	0,00	0,00
	113404O	UT	PERICÓ 40 x 40 cm.	98,26	0,00	0,00
	113414S	UT	SUBM. MARC FERRO 40 x 40cm.	19,89	0,00	0,00
	113414O	UT	O.C. MARC FERRO 40 x 40cm.	42,34	0,00	0,00
	113424S	UT	SUBM. TAPA FERRO 40 x 40cm.	38,40	0,00	0,00
	113444O	UT	NETEJA I ADEQUACIÓ PERICÓ EXISTENT DE 40 x 40 cm	63,79	0,00	0,00
	113606O	UT	PERICÓ 60 x 60cm.	129,06	3,00	387,19
	113616S	UT	SUBM. MARC FERRO 60 x 60cm.	31,24	3,00	93,73
	113616O	UT	O.C. MARC FERRO 60 x 60cm.	77,70	3,00	233,10
	113626S	UT	SUBM. TAPA FERRO 60 x 60cm.	70,32	3,00	210,97
	113646O	UT	NETEJA I ADEQUACIÓ PERICÓ EXISTENT DE 60 x 60 cm	37,49	0,00	0,00
	170000O	UT	AMPLIACIÓ A PERICÓ 60 x 60cm.	245,36	0,00	0,00
	170500O	UT	ARRENCADA I REPOSICIÓ PEDRES DE GRANIT EN GUAL	241,51	0,00	0,00
	180100SI	UT	OBTURACIÓ DE TUBULAR AMB CABLES EXISTENTS.	2,69	16,00	43,05
	PN-0002SI	UT	SUBM. I INST. DE CONVERSOR ETHERNET / FIBRA ÒPTICA.	745,42	1,00	745,42
	PN-0015SI	UT	SUBM. I INST. SWITCH 2 PORTS ÒPTICS GIGABYTE FO.	1.229,28	1,00	1.229,28
	462791SI	ML	SUBM. I INST. DE CABLE DE 24 FO PESP MONOMODE.	7,40	169,50	1.254,10
	462850SI	UT	SUBM. I INST. EMPIULAMENT TERMINAL EN CABLE FINS A 12 FO MONOMODE.	907,90	1,00	907,90
	PN-1000SI	UT	SUBM. I INST. EQUIP DE COMUNICACIÓ VIA GPRS	1.269,86	0,00	0,00
						<b>11.361,73</b>

	CODI	U.	DESCRIPCIÓ REDUÏDA	PREU UNITARI	QUANT.	PREU TOTAL
<b>CAP. 03: PUNTS DE MESURA</b>						
	445110SI	UT	SUBM. I INST. DETECTOR DE TRÀNSIT	610,10	3,00	1.830,31
	241130SI	UT	SUBM. I INST. COLUMNA POLIÈSTER-FIBRA 0,80 m.	153,46	1,00	153,46
	472070SI	UT	SUBM. I INST. CAIXA PLANXA ACER GALVANITZAT, PER A DETECTOR.	131,90	1,00	131,90
	261102SI	ML	SUBM. I INST. CABLE 1x2,5.	1,31	79,00	103,53
	261108SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x6.	1,70		0,00
	261118SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x16.	2,60	85,00	220,81
	462070SI	ML	SUBM. I INST. CABLE TELEFÒNIC ARMAT 7 PARELLS.	3,64	85,00	309,52
	110300O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ PAVIMENT CALÇADA	88,37	0,00	0,00
	111110O	ML	REPARACIÓ TUBULAR VORERA, INCLÒS REPOSICIÓ DE PANOT IGUAL A L'EXISTENT. LLARGADES FINS 2 M.	100,55	0,00	0,00
	111358O	ML	CANALITZACIÓ 4 T CALÇADA	116,91	0,00	0,00
	111352O	ML	CANALITZACIÓ 2T PANOT INCL. REPOSICIÓ	56,62	6,00	339,75
	112301O	UT	FONAMENT COLUMNA 2400.	28,72	1,00	28,72
	113404O	UT	PERICÓ 40 x 40 cm.	98,26	0,00	0,00
	113414S	UT	SUBM. MARC FERRO 40 x 40cm.	19,89	0,00	0,00
	113414O	UT	O.C. MARC FERRO 40 x 40cm.	42,34	0,00	0,00
	113424S	UT	SUBM. TAPA FERRO 40 x 40cm.	38,40	0,00	0,00
	113606O	UT	PERICÓ 60 x 60cm.	129,06	0,00	0,00
	113616S	UT	SUBM. MARC FERRO 60 x 60cm.	31,24	0,00	0,00
	113616O	UT	O.C. MARC FERRO 60 x 60cm.	77,70	0,00	0,00
	113626S	UT	SUBM. TAPA FERRO 60 x 60cm.	70,32	0,00	0,00
	115100O	ML	TALL PAVIMENT ASFÀLTIC I SEGELLAT.	52,42	32,00	1.677,38
	115150O	UT	PRESENTACIÓ TUB ESPIRA.	54,97	1,00	54,97
	116100S	UT	SUBM. PLACA PRESA TERRA.	27,65	1,00	27,65
	116100E	UT	INST. PLACA PRESA TERRA.	40,69	1,00	40,69
						<b>4.918,69</b>
<b>CAP. 04: RENOVACIÓ COMUNICACIÓ PANELL JICA</b>						
	111352O	ML	CANALITZACIÓ 2T PANOT INCL. REPOSICIÓ	56,62	3,00	169,87
	462790SI	ML	SUBM. I INST. DE CABLE DE 12 FO PESP MONOMODE.	5,16	69,00	356,08
	462820SI	UT	SUBM. I INST. EMPIULAMENT RECTE FINA A 12 FO MONOMODE AMB COBERTA PESP.	844,54	1,00	844,54
	261108SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x6.	1,70	66,00	112,51
	261118SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x16.	2,60	6,00	15,59
	462100D	ML	DESM. CABLE TELEFÒNIC ARMAT 10 PARELLS.	0,26	66,00	16,84
	111110O	ML	REPARACIÓ TUBULAR VORERA, INCLÒS REPOSICIÓ DE PANOT IGUAL A L'EXISTENT. LLARGADES FINA 2 M.	100,55	1,00	100,55
	116100S	UT	SUBM. PLACA PRESA TERRA.	27,65	1,00	27,65
	116100E	UT	INST. PLACA PRESA TERRA.	40,69	1,00	40,69
						<b>1.684,32</b>

	CODI	U.	DESCRIPCIÓ REDUÏDA	PREU UNITARI	QUANT.	PREU TOTAL
<b>CAP. 05: ADAPTACIÓ A SEMÀFORS DE LED'S</b>						
	224030SI	UT	SUBM. I INST. SEMÀFOR 13/200 LED DE 42 VCA	745,37	4,00	2.981,48
	224060SI	UT	SUBM. I INST. DE SEMÀFOR 12/200 PPC LED DE 42 VCA	418,94	8,00	3.351,51
	224040SI	UT	SUBM. I INST. DE SEMÀFOR 11/200 LED DE 42 VCA	297,41	4,00	1.189,66
	224070SI	UT	SUBM. I INST. DE SEMÀFOR 12/200 BICI LED DE 42 VCA	418,94	0,00	0,00
	223000D	UT	DESM. SEMÀFOR POLICARBONAT 13/200.	13,79	4,00	55,16
	224000D	UT	DESM. SEMÀFOR POLICARBONAT 12PPC.	13,79	8,00	110,31
	221000D	UT	DESM. SEMÀFOR POLICARBONAT 11/200.	13,79	4,00	55,16
	222020D	UT	DESM. SEMÀFOR POLICARBONAT AMB SISTEMA ÒPTIC (12/200 C)	13,79	0,00	0,00
	221021D	UT	DESM. MÒDUL SEMÀFOR 11/200 AMB EL SISTEMA PER A INVIDENTS.	13,79	8,00	110,31
						<b>7.853,59</b>
<b>CAP. 06: ADAPTACIÓ DE CABLEJAT A REBT</b>						
	110300O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ PAVIMENT CALÇADA	88,37	69,74	6.162,67
	110400O	M2	ARRENCADA I REPOSICIÓ LLOSETES NORMALS.	60,25	4,00	241,00
	110403O	ML	ARRENCADA I REPOSICIÓ DE VORADA	38,92	2,00	77,84
	110404O	ML	ARRENCADA I REPOSICIÓ DE RIGOLA	19,23	13,20	253,81
	110652O	M3	DEMOLICIÓ DE FORMIGÓ	120,94	0,80	96,76
	111110O	ML	REPARACIÓ TUBULAR VORERA, INCLÒS REPOSICIÓ DE PANOT IGUAL A L'EXISTENT. LLARGADES FINS 2 M.	100,55	2,00	201,09
	111111O	ML	REPARACIÓ TUBULAR CALÇADA. LLARGADES FINS 2 M.	260,97	0,00	0,00
	111352O	ML	CANALITZACIÓ 2T PANOT INCL. REPOSICIÓ	56,62	117,10	6.630,71
	111354O	ML	CANALITZACIÓ 2T RAJOLA ESP. DECOR. INCL. REPOSICIÓ	72,04	0,00	0,00
	111358O	ML	CANALITZACIÓ 4 T CALÇADA	116,91	31,70	3.705,92
	111361O	ML	CANALITZACIÓ 2T EN VORERA O PG. CENTRAL ASFÀLTIC MITJANÇANT RASA DE 0,40 m	40,71	0,00	0,00
	113404O	UT	PERICÓ 40 x 40 cm.	98,26	4,00	393,04
	113414S	UT	SUBM. MARC FERRO 40 x 40cm.	19,89	4,00	79,55
	113414O	UT	O.C. MARC FERRO 40 x 40cm.	42,34	4,00	169,36
	113424S	UT	SUBM. TAPA FERRO 40 x 40cm.	38,40	4,00	153,59
	113444O	UT	NETEJA I ADEQUACIÓ PERICÓ EXISTENT DE 40 x 40 cm	63,79	1,00	63,79
	113606O	UT	PERICÓ 60 x 60cm.	129,06	3,00	387,19
	113616S	UT	SUBM. MARC FERRO 60 x 60cm.	31,24	7,00	218,69
	113616O	UT	O.C. MARC FERRO 60 x 60cm.	77,70	7,00	543,90
	113626S	UT	SUBM. TAPA FERRO 60 x 60cm.	70,32	7,00	492,27
	113646O	UT	NETEJA I ADEQUACIÓ PERICÓ EXISTENT DE 60 x 60 cm	37,49	5,00	187,46
	116100S	UT	SUBM. PLACA PRESA TERRA.	27,65	1,00	27,65
	116100E	UT	INST. PLACA PRESA TERRA.	40,69	1,00	40,69
	170000O	UT	AMPLIACIÓ A PERICÓ 60 x 60cm.	245,36	4,00	981,43
	170500O	UT	ARRENCADA I REPOSICIÓ PEDRES DE GRANIT EN GUAL	241,51	4,00	966,02
	180100SI	UT	OBTURACIÓ DE TUBULAR AMB CABLES EXISTENTS.	2,69		0,00
	261108D	ML	DESM. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x6.	0,43	66,00	28,32
	261108SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x6.	1,70	66,00	112,51
	261118D	ML	DESM. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x16.	0,43	159,00	68,22
	261118SI	ML	SUBM. I INST. CABLE EPTAFILAR PLÀSTIC DE 1x16.	2,60	159,00	413,04
	261120D	ML	DESM. CABLE DE COURE AMB AÏLLAMENT PLÀSTIC 35mm2 PRESA TERRA.	0,43	3,00	1,29
	261120SI	ML	SUBM. I INST. CABLE DE COURE AMB AÏLLAMENT PLÀSTIC 35mm2 PRESA TERRA.	5,24	3,00	15,73
	261321D	ML	DESM. CABLE PER ESCOMESA TIPUS MÀNEGA RV 0,6/1KV 2X10 MM2	0,29	26,00	7,54
	261321SI	ML	SUBM. I INST. CABLE PER ESCOMESA TIPUS MÀNEGA RV 0,6/1KV 2X10 MM2	3,28	26,00	85,33
	261329D	ML	DESM. CABLE DE CONNEXIÓ A SEMÀFORS TIPUS MÀNEGA RV 0,6/1KV 4X1,5 MM2	0,34	659,00	221,63
	261332SI	ML	SUBM. I INST. CABLE DE CONNEXIÓ A SEMÀFORS TIPUS MÀNEGA RV 0,6/1KV 4X2,5 MM2	1,82	659,00	1.199,85
	FBA1UV00	ML	PRE-MARCATGE	0,79	60,00	47,30
	FBA1UV23	ML	PINTAT LÍNIA CONTINUA 30 CM D'AMPLÀRIA, SEPARACIÓ CARRIL BUS-TAXI	0,52	8,00	4,14
	FBA2UV30	M2	PINTAT DE FAIXA FORMADA PER TACS DE 50X50 CM, PER A PAS DE VIANANTS AMB SEMÀFORS	5,63	6,00	33,78
	FBAZUV20	M2	INCREMENT PREU UNITARI PER ADDICIÓ DE MICROESFERES DE VIDRE	0,90	13,00	11,71
						<b>24.324,82</b>

	CODI	U.	DESCRIPCIÓ REDUÏDA	PREU UNITARI	QUANT.	PREU TOTAL
<b>CAP. 07: ELEMENTS DE SUPORT</b>						
	110651O	UD	ARRENCADA DE COLUMNA	25,54	5,00	127,68
	110652O	M3	DEMOLICIÓ DE FORMIGÓ	120,94	0,80	96,76
	112200O	UT	FONAMENT BÀCUL.	228,36	0,00	0,00
	112301O	UT	FONAMENT COLUMNA 2400.	28,72	5,00	143,62
	112302O	UT	FONAMENT COLUMNA 4000.	33,65	0,00	0,00
	241330D	UT	DESM. COLUMNA POLIÈSTER-FIBRA 2,40 m.	14,79	5,00	73,93
	241330SI	UT	SUBM. I INST. COLUMNA POLIÈSTER-FIBRA 2,40 m.	205,75	5,00	1.028,76
	242430D	UT	DESM. COLUMNA ACER 4 m.	14,79	0,00	0,00
	242430SI	UT	SUBM. I INST. COLUMNA ACER 4 m.	198,25	0,00	0,00
	241360S	UT	SUBM. PEÇA TAPAJUNTES COLUMNA.	30,52	5,00	152,62
	246270D	UT	DESM. SUPORT 270 mm.	8,63	4,00	34,51
	246270SI	UT	SUBM. I INST. SUPORT 270 mm.	43,18	4,00	172,70
	246050D	UT	DESM. SEIENT BÀCUL.	6,42	0,00	0,00
	246050SI	UT	SUBM. I INSTAL. SEIENT BÀCUL.	24,61	0,00	0,00
	246500D	UT	DESM. SUPORT 500 mm CENTRAT.	8,63	2,00	17,26
	246500SI	UT	SUBM. I INSTAL. SUPORT 500 mm CENTRAT.	58,00	2,00	115,99
	252250D	UT	DESM. BÀCUL ACER 6055.	65,27	0,00	0,00
	252250SI	UT	SUBM. I INST. BÀCUL ACER 6055.	809,45	0,00	0,00
	253100D	UT	DESM. BAIXANT BÀCUL.	4,17	0,00	0,00
	253100SI	UT	SUBM. I INST. BAIXANT BÀCUL.	28,69	0,00	0,00
	F21B2V20	UT	RETIRADA DE SENYAL TIPUS P, R i S i PLAQUES COMPLEMENTÀRIES	3,38	7,00	23,65
	F21B2V60	UT	RETIRADA MÈNSULA ACER GALVANITZAT SUBJECCIÓ DE SENYAL A COLUMNA DE SEMÀFORS O D'ALTRES	6,72	3,00	20,17
	FBBYUV10	UT	MUNTATGE DE SENYALS TIPUS P, R i S i PLAQUES COMPLEMENTÀRIES	3,38	7,00	23,65
	FBBYUV64	UT	INSTAL·LACIÓ DE MÈNSULA D'ACER GALVANITZAT PER A SUBJECCIÓ DE SENYAL AL PAL DE SUPORT DE SEMÀFORS O ELTRES	7,37	3,00	22,10
	FBBZUV41	UT	SUBM. I INST. MÈNSULA GALVANITZADA PER A SUBJECTAR SENYAL A PAL SUPORT SEMÀFORS O SIMILARS	12,39	3,00	37,16
	FBBZUV61	ML	SUBM. I INST. FLEIX ACER INOXIDABLE PER SUBJECTAR SENYAL A FANAL ENLLUMENAT O SIMILAR	0,90	2,00	1,80
	FBCZUV10	UT	INSTAL·LACIÓ TALL DE CARRIL AMB LA SENYALITZACIÓ CORRESPONENT	168,92	1,00	168,92
						<b>2.261,28</b>
<b>CAP. 08: AMPLIACIÓ DE FUNCIONALITATS DEL CENTRE DE CONTROL</b>						
	PN-0028S	UT	SUBM. I INST. EQUIPAMENT I SOFTWARE PER AMPLIACIÓ FUNCIONALITATS AL CCTU.	3.230,00	1,00	3.230,00
						<b>3.230,00</b>
<b>CAP. 09: PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR</b>						
	PAJ010SI	PAJ	PARTIDA ALÇADA A JUSTIFICAR PER ADEQUACIÓ D'ESCOMESSES	680,00	1,00	680,00
	PAJ021SI	PAJ	PARTIDA ALÇADA A JUSTIFICAR PER PROVES I ASSAJOS DE CONTROL DE QUALITAT.	3.250,00	1,00	3.250,00
						<b>3.930,00</b>

**RESUM:**

CAP. 01: SUBSTITUCIÓ DE REGULADORS ACTUALS PER REGULADORS DE 42 VCA		20.879,38
CAP. 02: RENOVACIÓ COMUNICACIÓ EN REGULADORS ACTUALMENT CENTRALITZATS		11.361,73
CAP. 03: PUNTS DE MESURA		4.918,69
CAP. 04: RENOVACIÓ COMUNICACIÓ PANELL JICA		1.684,32
CAP. 05: ADAPTACIÓ A SEMÀFORS DE LED's		7.853,59
CAP. 06: ADAPTACIÓ DE CABLEJAT A REBT		24.324,82
CAP. 07: ELEMENTS DE SUPORT		2.261,28
CAP. 08: AMPLIACIÓ DE FUNCIONALITATS DEL CENTRE DE CONTROL		3.230,00
CAP. 09: PARTIDES ALÇADES A JUSTIFICAR		3.930,00
<b>Execució Material</b>		<b>80.443,81</b>
IVA	21,00%	16.893,20
<b>SUBTOTAL</b>		<b>97.337,01</b>
Seguretat i Salut		1.460,06
<b>TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE</b>		<b>98.797,07</b>

## 10. BENEFICIS OBTINGUTS

Tal i com s'explica a la introducció del present projecte, aquesta actuació redunda en una millora, no només d'una renovació a nivell local, sinó que implica que s'obtenen beneficis mediambientals i econòmics directes.

Pel que fa a l'aspecte mediambiental, l'anàlisi energètic ens permet entendre en quina mesura aquesta renovació implica un benefici pel medi ambient donat el seu estalvi energètic.

### 10.1 ÀMBIT SOCIAL

La renovació del material semafòric de la cruïlla, implica per defecte la inclusió dels mòduls d'invidents a tots els capçals semafòrics de vianants.

Si bé és cert que en els models antics també es podia introduir aquest element, s'havia de fer mitjançant un mòdul extra, a sobre dels actuals semàfors. Aquest mòdul era relativament car, i no implicava la seva necessària instal·lació. Tanmateix, el seu índex de fallada era relativament alt.

En els mòdul nou, en canvi, el mòdul ve instal·lat de fàbrica (concretament en el mòdul verd de vianants), fet que implica que per una banda el seu funcionament estigui més afinat, i d'altra que el seu impacte ambiental sigui nul.

Tanmateix, el seu funcionament s'ha millorat. L'antic mòdul, actuava en funció de si directament detectava l'emissor que l'invident porta a la ma.

En aquest nou model, els sensors d'ambdós costats actuen com a receptors i repetidor. Això implica que si només un dels dos sensors detecta el senyal de l'invident, aquest automàticament li envia un senyal en freqüència pròpia que fa que també s'activi el seu equivalent al semàfor de l'altra banda del carrer. D'aquesta manera el funcionament es troba optimitzat respecte els anteriors models.

En qualsevol cas, la millora més evident és que amb aquesta renovació s'assegura la instal·lació per defecte del mòdul, fet que fins ara no es produïa.

Amb tot, es millora en la seguretat d'ús per un col·lectiu amb minusvàlua física, com és el dels invidents.

En afegit, voldria afegir a mode d'aclariment de conceptes, que els mòduls d'invidents només s'activen a demanda, mitjançant un control remot que els hi és subministrat als ciutadans invidents que prèviament ho hagin sol·licitat. Per aquest objectiu, hi ha un acord amb la fundació ONCE per gestionar aquest fet. El control remot és tecnològicament equiparable als controls dels aparcaments convencionals.



## 10.2 MILLORA ENERGÈTICA I MEDIAMBIENTAL

Aquest document és elaborat a partir de les dades de camp obtingudes corresponents al projecte de *Inspecció i inventariat de les escomeses elèctriques dels reguladors de trànsit de la ciutat de Barcelona (Nov'13)*, del que tanmateix en sóc autor redactor. Les dades d'anàlisis obtingudes en aquell projecte, són recollides en el present i es fan servir per estudiar i analitzar en aquest annex de mode que es pugui obtenir un estudi energètic, que a continuació es descriu.

Per tal d'obtenir les dades energètiques contingudes en aquest document, al llarg dels mesos de Novembre i Desembre de 2013, es va efectuar una inspecció intensiva de les instal·lacions elèctriques que donen servei a totes les cruïlles semaforitzades de la ciutat de Barcelona.

Aquestes instal·lacions, bàsicament estan formades pels reguladors en tot els casos, els SAls en la majoria dels casos i les escomeses que els hi donen servei, que en determinades ocasions donen servei a més de una escomesa.

Així doncs, les inspeccions de camp a totes i cadascuna de les cruïlles es va desenvolupar de manera que es van obtenir tots els elements de camp que poden estar alimentats de les escomeses destinades als reguladors semafòrics, majorment a través de la escomesa. Aquestes inspeccions, han posat de manifest un inventariat d'elements possibles, que tot seguit es passen a detallar.

Tots aquests ítems es van identificar i posteriorment inventariar. Aquest inventari es presenta en l'annex G del present projecte. Forma part del present projecte analitzar i projectar el seu impacte en la globalitat de la ciutat de Barcelona.

El llistat d'elements que es poden trobar en dependència energètica tot connectant-se a les escomeses dels reguladors de trànsit, és el següent:

- BALISA BOMBERS
- BICING
- CÀMERA TV
- CARRIL MULTIÚS

- CENTRAL
- DETECTOR ESPIRA
- DETECTOR INFRAROIG
- DETECTOR VISIÓ ARTIFICIAL
- ENLLUMENAT NADAL
- ENLLUMENAT PÚBLIC
- FOTOROJO
- MARQUESINA BUS
- NODE
- PANELL INFORMACIÓ VARIABLE
- PILONA
- PUNT RECÀRREGA ELÈCTRIC
- QUIOSC
- RADAR
- REGULADOR
- SENYAL APARCAMENT
- SENYAL INFORMATIU
- WI-FI (ROUTER)

### 10.2.1 INFORME DELS ELEMENTS DE CAMP

En el present apartat es presenta un resum elaborat a partir de les 1727 cruïlles que conformen el total del projecte.

Aquesta informació individualitzada es pot comprovar a l'Annex G. *Base de Dades*, inclòs en el present projecte.

La informació es va generar en visita individualitzada a cada cruïlla, tot obrint els armaris tant del regulador com del SAI, si n'hi ha. Per poder obrir els armaris en qüestió, que n'hi ha de diferents tipus, prèviament l'Ajuntament de Barcelona va proporcionar un joc complet de claus a tal efecte.

Per poder enregistrar les dades de camp, es va fer servir un sistema de presa de dades en temps real, amb emmagatzemament remot, mitjançant l'aplicació

FileMaker™ i el suport físic iPad de Apple™. Aquest sistema ha permès una presa de dades molt dinàmica, facilitant posteriorment el tractament de les mateixes amb altres aplicacions d'ofimàtica clàssica com ara Excel de Microsoft™ o l'Acrobat d'Adobe™, que de fet són les eines que es fan servir per presentar aquest projecte.

#### **Mètode de presa de dades:**

Un cop a la cruïlla la manera de procedir va ser la següent:

- Revisió visual dels elements semafòrics de la cruïlla que es veuen a simple vista, tot omplint els camps corresponents amb la tauleta.
- Col·locació dels elements de protecció individual del tècnic responsable abans de cada armari a inspeccionar.
- Obertura de la porta del Regulador i del SAI, si n'hi ha.
- Revisió visual dels elements interiors, comparant-ho quan calgués amb els elements reals de camp que depenen elèctricament de la escomesa del regulador en qüestió.
- Valoració de possibles correccions o millores.
- Fotografia dels armaris oberts i de la seva ubicació aproximada.
- Presa de les coordenades UTM de la escomesa, en cas que es trobi localitzada.
- Realització de termografies, per detectar possibles punts calents o malfuncionaments dels elements elèctrics.
- Tancament dels armaris amb cura que quedin ben tancats.

Tota aquesta informació recopilada a camp, i inventariada s'ha tractat en el decurs del present projecte, de manera que s'han elaborat els informes globals energètics que tot seguit es presenten.

Tanmateix, s'ha elaborat un full Excel complet, amb les dades obtingudes, a mode de resum i d'accés ràpid a la informació desitjada.

## 10.2.2 AUDITORIA ENERGÈTICA

### Antecedents

Aquest annex pretén complementar, des de la perspectiva energètica, la documentació lliurada en el present projecte.

Les dades extretes de camp, es van obtenir de revisions reals a carrer. Aquestes dades unitàries es fan servir en aquest projecte per avaluar el consum energètic, però des d'un punt de vista global, i amb visió d'estalvi energètic futurible.

### Objecte

L'apartat d'Avaluació Energètica es compon com a document principal un arxiu Excel que trobaran en el suport digital que acompanyarà a aquest lliurament.

En aquesta línia, aquest annex pretén recopilar una breu descripció dels aspectes destacats i que s'han tingut en compte en l'elaboració dels càlculs energètics, complementant d'aquesta manera el suport digital, i amb l'ànim de facilitar la comprensió de certs aspectes i consideracions energètiques.

## 2.1 Premisses per a l'Aproximació Energètica

### Unitats emprades

A la fulla de càlcul que s'adjunta en digital, la unitat energètica emprada pels valors unitaris és "Wh".

Comentar que en gran part de les càrregues, la potència elèctrica instantània del dispositiu consumidor (normalment expressada en "W") no coincideix amb el consum energètic que aquest "item" registra en 1h, ja que no es troba sempre a règim nominal, el que porta inherent una variació de la energia absorbida al llarg de la unitat "hora".

Per tant, s'ha escollit aquesta unitat de energia consumida "Wh", únicament amb objecte de diferenciar-la de l'habitual potència instantània expressada habitualment en "W".

### **Sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI)**

S'ha considerat que, en aquelles cruïlles que en tenen, el SAI cobreix només el regulador i el switch de fibra òptica (en els casos en que s'en disposa). És a dir, el subministrament de qualsevol servei addicional no es troba cobert per SAI.

### **Pilona mòbil**

En aquest cas, s'ha enregistrat el consum energètic que produeix un cicle de "pujada i baixada" de una piona mòbil (concretament Plaça d'Artós). Donada la dificultat de conèixer la quantitat de cicles que es poden produir en un dia i la repetitivitat dels mateixos, s'ha optat per considerar que cada piona registra un cicle per hora.

### **Bicing**

Val a dir que el consum del Bicing és directament proporcional al nº de places que hi ha a cada estació, i aquest rati és molt estable. Així doncs, s'ha obtingut un valor promig de gran part del parc d'estacions de Bicing, que ha resultat un valor de 25. En el càlcul s'ha estimat que cada estació de Bicing identificada té 25 places de bicicletes, i d'aquí el consum resultant.

### **Panells informatius**

Donada la variabilitat dels valors enregistrats en aquest casos, que oscil·len d'entre 40W a 700W, s'ha considerat incrementar la mitja obtinguda del 6 panells efectuats (326W) en un 15%, resultant el valor de 376W que figura als càlculs.

### **Bluetooth**

Tot i que el consum d'un emissor de Bluetooth s'ha observat variable en el temps (no és un consum completament "lineal") sí que es pot considerar que les mitjanes dels element estudiats són prou similars entre ells i s'observa certa repetibilitat en els seus valors de consum projectat.

### **Serveis descartats**

És necessari comentar que en el totals de consum energètic no s'inclouen certs serveis o receptors que donada la seva naturalesa no previsible o estacional, haguessin aportat excessiva alteració a les dades resultants. Les càrregues descartades són:

Llums de nadal (10 casos)

Punts de recàrrega elèctrics (6 casos)

Enllumenat públic (2 casos)

Per compensar l'absència d'aquests receptors, el resultat final es majorarà segons l'explicació del següent apartat.

### **Factors de majoració**

S'han considerat dos factors de majoració aplicats, un aplicat sobre el consum dels reguladors, i l'altre als serveis com s'ha comentat en l'apartat de "serveis descartats". A la primera fulla de l'Excel es poden trobar aquest factors, motivats pel següent:

MAJ1: Serveis i càrregues descartades segons allò exposat

MAJ2: Desviació del rendiment del diferents SAI's instal·lats als reguladors, en els que s'han detectat casos de rendiments inferiors al promig emprat com a estàndard mesurat.

### **Factors d'emissió i d'energia primària**

#### **Factors d'emissió**

El factor de conversió de les emissions de CO<sub>2</sub> emprat ha estat el de 300gCO<sub>2</sub>/kWh, valor publicat al 2012 per l'organisme Oficina Catalana del Canvi Climàtic (OCCC).

#### **Mostra emprada**

Les mesures s'han portat a terme en els següents reguladors, consensuats juntament amb l'Ajuntament.

714 AV. JOSEP TARRADELLAS - C. PARÍS - C. D' ENTENÇA - C. BERLÍN

719 C. CÒRSEGA - C. D' ENTENÇA

734 C. MARQUÈS DE SENTMENAT - C. NICARAGUA

801 AV. MADRID - C. BERLÍN - PL. CENTRE

118 C. CASANOVA - C. PARÍS

121 AV. DIAGONAL - C. MUNTANER

2238 PL. D' ARTÓS

5710 AV. J V FOIX - C. MONESTIR

5319 C. BALMES - PG. DE SANT GERVASI - AV. TIBIDABO

2214 C. MANDRI - C. L' EMANCIPACIÓ

2226 C. MUNTANER - C. SANT MÀRIUS

4114 C. CASANOVA - TRAV. GRÀCIA - C. SANTALÓ

2220 RONDA DEL GENERAL MITRE - C. GANDUXER

2118 C. MUNTANER - PL. D' ADRIÀ

7116 PUJADES - CIUTAT DE GRANADA

7111 LLULL - LLACUNA

3108 AV. D' ICÀRIA - C. DE FREDERIC MOMPOU

7127 LLACUNA - DR. TRUETA

3018 C. DE JOAN D'AUSTRIA - AV. D' ICÀRIA

3011 MARINA - DR. TRUETA

506 C. D' ARAGÓ - C. SICÍLIA

### 10.2.3 ANÀLISI DE RESULTATS

De les dades de camp i els valors energètics obtinguts es poden obtenir tota una sèrie de resultats de consums, tant d'anàlisi a nivell local (la cruïlla que forma part del present projecte) com a nivell global, gràcies a l'anàlisi conjunt de dades.

Per fer el càlcul global s'han fet servir els següents valors, extrets amb analitzador de xarxes, en visites reals a carrer.

Valors energètics unitaris:

<b>Capçals Semafòrics</b>		
3 Òptiques (13/200) - LED Clàssic	Wh/u	11,26
3 Òptiques (13/200) - LED S9	Wh/u	9,73
3 Òptiques (13/200) - Incandescent	Wh/u	65,47
2 Òptiques (12/200) - LED Clàssic	Wh/u	7,46
2 Òptiques (12/200) - LED S9	Wh/u	5,97
2 Òptiques (12/200) - Incandescent	Wh/u	65,27
1 Òptica (11/200) - LED Clàssic	Wh/u	9,01
1 Òptica (11/200) - LED S9	Wh/u	7,79
1 Òptica (11/200) - Incandescent	Wh/u	52,25
Bus - LED Clàssic	Wh/u	11,26
Bus - LED S9	Wh/u	9,73
Bus - Incandescent	Wh/u	65,47
Bici - LED Clàssic	Wh/u	7,46
Bici - LED S9	Wh/u	5,97
Bici - Incandescent	Wh/u	65,27
Acústic Invidents	Wh/u	3,50
<b>Serveis</b>		
Balisa bombers	Wh/u	0,59
Bicing	Wh/u	120,13
Bluetooth	Wh/u	22,00
Càmera TV	Wh/u	23,76
Càrrega / Descàrrega Var.	Wh/u	399,07
Carril multiús	Wh/u	399,07
Central	Wh/u	134,07
Detector visió artificial	Wh/u	40,00
Detector espira	Wh/u	4,59
Detector infraroig	Wh/u	22,00
Fotorojo	Wh/u	2,50
Marquesina BUS	Wh/u	87,58
Node	Wh/u	12,54



Panell infor. variable	Wh/u	375,74
Pilona	Wh/u	60,28
Quiosc	Wh/u	264,00
Radar	Wh/u	105,16
Senyal aparcament	Wh/u	73,48
Senyal informatiu	Wh/u	375,74
Switch Fibra Òptica	Wh/u	13,64
WiFi	Wh/u	34,87
Altres	Wh/u	100,00

Els factors de càlcul que s'han fet servir són els següents:

<b>FACTORS I PARÀMETRES</b>		
<b>Factor de potència</b>		
COS $\phi$ regulador incandescència	tpu	1,00
COS $\phi$ regulador LED	tpu	0,96
<b>Factor de majoració</b>		
Serveis/Càrregues no considerats (MAJ1)	%	5%
Desviació rendiment SAI's i Reguladors (MAJ2)	%	3%
<b>Factors d'Emissió i Energia Primària</b>		
Emissions de CO <sub>2</sub>	gCO <sub>2</sub> /kWh	300
Energia Primària	Tep/MWh	0,213
<b>Cost energia</b>		
Electricitat	€/kWh	0,15 €
Electricitat	€/MWh	150,00 €

A continuació es mostren els resultats de la cruïlla local, objecte del projecte, a on es compara el consum abans de la renovació, amb òptiques d'incandescència, en front de la cruïlla un cop renovada, amb òptiques tipus LED.

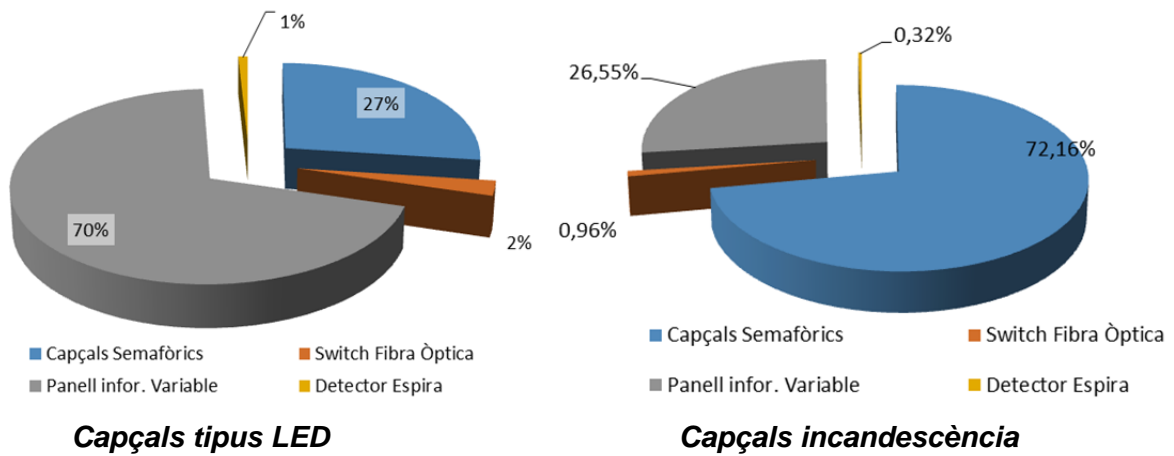
**Amb alimentació LED:**

<b>Capçals Semafòrics</b>		<b>Nº</b>	
Capçal Vehicular	3 Òptiques (13/200) - LED S9	4	
Capçal Vianants	2 Òptiques (12/200) - LED S9	8	
Capçal Intermitent	1 Òptica (11/200) - LED S9	4	
Acústic Invidents	Acústic Invidents	8	
<b>Regulador</b>			
Model	CITY		
<b>Centralitzat</b>			
Es troba centralitzat?	SÍ		
Tipus de centralització	Switch Fibra Òptica		
<b>Serveis addicionals</b>		<b>Nº</b>	
Servei 1	Panell infor. Variable	1	
Servei 2	Detector Espira	1	
<b>Alim. Ininterrumpuda (SAI)</b>			
Disposa de SAI?	SÍ		
Cobertura SAI	Regulador		
<b>CONSUM ELÈCTRIC</b>			
<b>Capçals Semafòrics</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cons/Unit</b>	<b>Cons/Tot</b>
Capçal Vehicular	Wh	9,73	<b>38,93</b>
Capçal Vianants	Wh	5,97	<b>47,74</b>
Capçal Intermitent	Wh	7,79	<b>31,15</b>
Acústic Invidents	Wh	3,50	<b>28,00</b>
<b>Regulador</b>			
Model	tpu	0,90	
<b>Centralitzat</b>			
Switch Fibra Òptica	Wh	13,64	<b>13,64</b>
<b>Serveis addicionals</b>			
Servei 1	Wh	375,74	<b>375,74</b>
Servei 2	Wh	4,59	<b>4,59</b>
<b>Alim. Ininterrumpuda (SAI)</b>			
Cobertura SAI	tpu	0,88	
<b>TOTAL HORARI</b>			
Conjunt Semafòric	Wh	177,18	
Serveis addicionals	Wh	380,33	
<b>Consum total cruïlla</b>	<b>Wh</b>	<b>581,67</b>	
<b>TOTAL ANUAL</b>			
Conjunt Semafòric	kWh/any	1.552	
Serveis addicionals	kWh/any	3.332	
<b>Consum total cruïlla</b>	<b>kWh/any</b>	<b>5.095</b>	
<b>TOTAL ANUAL</b>			
Emissions CO2	TonCO <sub>2</sub> /any	1,53	
Energia primària	Tep/any	1,09	

**Amb alimentació INCANDESCÈNCIA:**

<b>Capçals Semafòrics</b>		<b>Nº</b>	
Capçal Vehicular	3 Òptiques (13/200) - Incandescent	4	
Capçal Vianants	2 Òptiques (12/200) - Incandescent	8	
Capçal Intermitent	1 Òptica (11/200) - Incandescent	4	
Acústic Invidents	Acústic Invidents	8	
<b>Regulador</b>			
Model	CITY		
<b>Centralitzat</b>			
Es troba centralitzat?	SÍ		
Tipus de centralització	Switch Fibra Òptica		
<b>Serveis addicionals</b>		<b>Nº</b>	
Servei 1	Panell infor. Variable	1	
Servei 2	Detector Espira	1	
<b>Alim. Ininterrumpuda</b>			
Disposa de SAI?	SÍ		
Cobertura SAI	Regulador		
	<b>CONSUM ELÈCTRIC</b>		
<b>Capçals Semafòrics</b>	<b>Unitats</b>	<b>Cons/Unit</b>	<b>Cons/Tot</b>
Capçal Vehicular	Wh	65,47	261,87
Capçal Vianants	Wh	65,27	522,18
Capçal Intermitent	Wh	52,25	209,00
Acústic Invidents	Wh	3,50	28,00
<b>Regulador</b>			
Model	tpu	0,90	
<b>Centralitzat</b>			
Switch Fibra Òptica	Wh	13,64	13,64
<b>Serveis addicionals</b>			
Servei 1	Wh	375,74	375,74
Servei 2	Wh	4,59	4,59
<b>Alim. Ininterrumpuda</b>			
Cobertura SAI	tpu	0,88	
<b>TOTAL HORARI</b>	<b>Unitats</b>	<b>Total</b>	
Conjunt Semafòric	Wh	1.149,66	
Serveis addicionals	Wh	380,33	
<b>Consum total cruïlla</b>	<b>Wh</b>	<b>1.686,77</b>	
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>Unitats</b>	<b>Total</b>	
Conjunt Semafòric	kWh/any	10.071	
Serveis addicionals	kWh/any	3.332	
<b>Consum total cruïlla</b>	<b>kWh/any</b>	<b>14.776</b>	
<b>TOTAL ANUAL</b>			
Emissions CO2	TonCO <sub>2</sub> /any	4,43	
Energia primària	Tep/any	3,15	

Comparació dels resultats:



Com es pot observar, el consum en el cas de les òptiques amb LED, el consum responsable dels propis semàfors és el 27%, en front del consum quan era incandescència, que era del 72%.

En qualsevol cas, aquestes xifres, que són relatives i depenen i molt dels equips annexes existents a la cruïlla semafòrica, queden més clares si s'observen els valors absoluts en cada cas.

Comparació:

	LED	INCANDESCÈNCIA	Estalvi
Consum horari (Wh)	177,18	1.149,16	971,98
Consum anual (kWh)	1.552	10.071	8.519

El que equival a un consum de 15,41% entre un sistema a un altre (reducció del 84,59%).

Econòmicament, i suposant un preu pel kWh de 15 cts.€, l'estalvi anual directe és **1.277,85 €** només pel canvi de capçals semafòrics.

Mediambientalment, suposant un rati de 300 gCO<sub>2</sub>, per kWh, l'estalvi d'emissions és de **2,55 Tm/CO<sub>2</sub>**.

### Càlcul del consum global.

A continuació es mostren els consums globals, comparats entre l'estat actual real i l'estat simulat, en el que totes les cruïlles semaforitzades disposen ja de la tecnologia LED instal·lada.

<b>CONSUM ELÈCTRIC GESTIÓ VIAL - ESTAT ACTUAL</b>		
<b>Despesa energia elèctrica</b>		
Conjunt Semaforic		11.243
Serveis addicionals	MWh/any	756
<b>Total Ciutat</b>		<b>11.999</b>
<b>Despesa econòmica estimada</b>		
Conjunt Semaforic		1.686.441 €
Serveis addicionals	€/any	113.461 €
<b>Total Ciutat</b>		<b>1.799.902 €</b>
<b>Factors ambientals totals</b>		
Emissions de CO2	tonCO <sub>2</sub> /any	3.600
Energia Primària	Tep/any	2.556

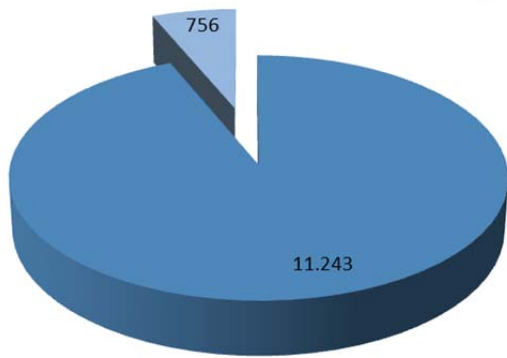
<b>CONSUM ELÈCTRIC GESTIÓ VIAL – TOT LED</b>		
<b>Despesa energia elèctrica</b>		
Conjunt Semaforic		3.841
Serveis addicionals	MWh/any	756
<b>Total Ciutat</b>		<b>4.597</b>
<b>Despesa econòmica estimada</b>		
Conjunt Semaforic		576.127 €
Serveis addicionals	€/any	113.461 €
<b>Total Ciutat</b>		<b>689.589 €</b>
<b>Factors ambientals totals</b>		
Emissions de CO2	tonCO <sub>2</sub> /any	1.379
Energia Primària	Tep/any	979

Del que es desprèn:

Un estalvi energètic de **7.402 kWh/any**

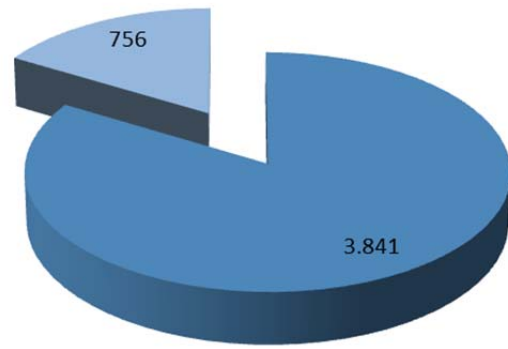
Un estalvi econòmic de **1.110.313 €/any**

I una millora mediambiental equivalent a **2.221 tonCO<sub>2</sub>/any**



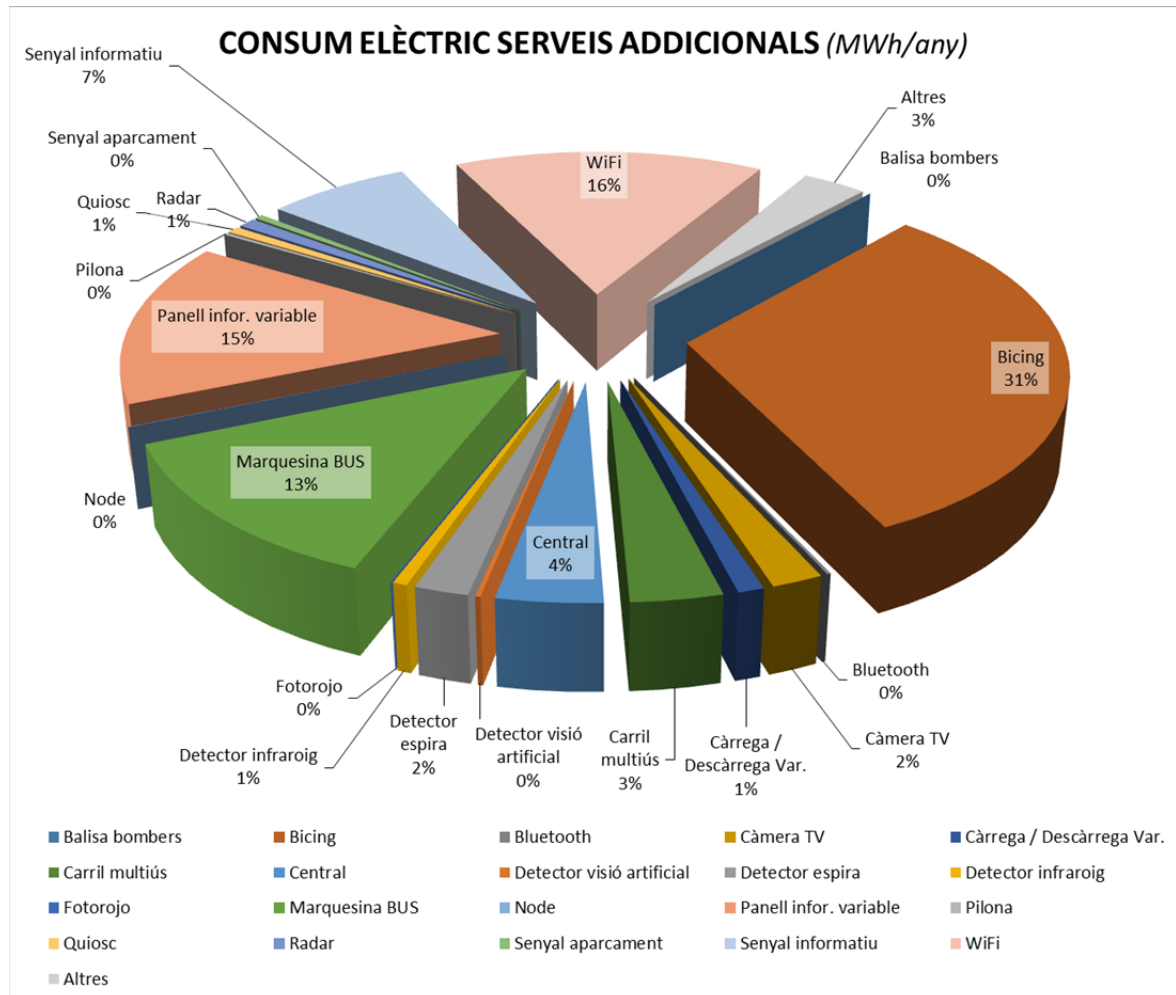
■ Conjunt Semafòric ■ Serveis addicionals

**Estat actual (MWh/any)**



■ Conjunt Semafòric ■ Serveis addicionals

**Tot LED (MWh/any)**



### 10.3 CONTROL REMOT DELS TEMPS. VELOCITATS.

#### INTRODUCCIÓ

Una de les característiques afegides que implica la renovació de les cruïlles semafòriques i que podria emmarcar-se dins el concepte *Barcelona Smart City*, és el fet que, des del moment que es centralitzen amb FO i es renova el seu processador, els reguladors es poden controlar a distància.

Això implica que les programacions poden ser aplicades en remot i a demanda. S'ha de dir però, que lo habitual és programar una sèrie de patrons, i que actuin en períodes horaris determinats. Tanmateix no és menys cert que aquesta possibilitat existeix.

Aquesta característica cobra sentit, sobretot, pel fet de disposar d'un *feedback* des dels sensors instal·lats a carrer que indiquen, en tot moment, l'estat del trànsit en temps real. Quant més sensors a camp hi hagin, més acurada serà la informació a tractar, i més adients seran les decisions a prendre, en quant a les programacions dels reguladors.

També en aquest cas, s'ha de dir que, en la major part dels casos, el tractament de les dades de camp, no es fa en temps real. Aquestes dades, que són una quantitat ingent de dades, s'analitzen en quant a mode "històric" i a partir d'aquí es prenen les decisions que, mitjançant l'enginyeria del trànsit corresponent, es transformen en les programacions i plans més adients. Aquestes programacions, ja implantades a carrer, s'estudien durant un període de temps adient, i en funció del resultat, es modifiquen i adapten, o bé es deixen tal qual si es que el resultat és prou satisfactori.

Barcelona en aquest moment disposa de 358 detectors d'espina (com el que s'inclou en aquest projecte), 20 detectors d'infraroig, 4 de visió artificial, i aproximadament uns 10 punts de detecció inalàmbrics (Bluetooth embegut a l'asfalt), instal·lats en fase de proves, no inclosos en aquest projecte.

Com es pot comprovar, el total amb prou feines arriba a 400, i per posar-ho en perspectiva, cal dir que, València, per exemple, en té més de 1500, ja que és pionera en l'ús d'aquestes tecnologies.

## CÀLCUL DE VELOCITATS/TEMPS

Dit això, una de les aplicacions més importants que permet dur a terme aquest control remot, o programat per plans, és el control de velocitats màximes mitjanes, en determinades vies, que pel seu interès o característiques, en siguin objecte d'aquesta implantació.

Abans d'explicar aquesta característica, és important aclarir que els reguladors no només estan comunicats entre ells i amb el centre de control, sinó que a més, disposen d'un rellotge intern, el qual de manera remota es va actualitzant constantment. Això permet que, en cas d'una eventual caiguda de les comunicacions, mitjançant les seves programacions internes i gràcies a una actualització horària acuradament comuna, el funcionament a carrer no en rep les conseqüències.

Així doncs, és possible programar no només una cruïlla, sinó un grup de les mateixes, per que tinguin comportaments grupals, amb un objectiu concret, com és el cas del control de la **velocitat**.

Per explicar aquest fet, observi's la següent figura:

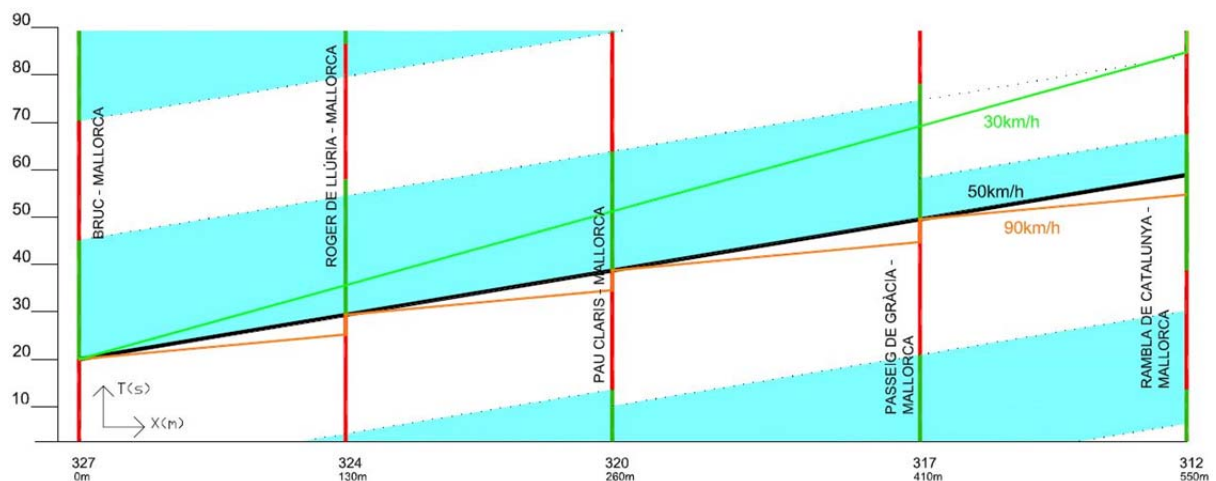


Figura 1. Coordinació de velocitats. 50 km/h

Aquesta gràfica mostra a l'eix Y, el temps, expressat en segons.

A l'eix X es presenta la ubicació de les línies d'aturada a cada una de les cruïlles que formen part de les vies que es volen controlar.

Així doncs, les línies aquí representades indiquen desplaçaments, més veloços quant menys inclinats són, doncs triguen menys temps (Y) en fer un cert recorregut (X). (Noti's que els eixos estan invertits respecte altres gràfiques representades amb el temps en l'eix X i la distància a l'Y, com a representacions més habituals).

A l'eix X, s'observen les cruïlles que s'analitzen, amb el seu codi intern. Pel cas que ens ocupa, és un tram del carrer de Mallorca:

- 327 - C. BRUC - C. MALLORCA



- 324 - C. ROGER DE LLÚRIA - C. MALLORCA
- 320 - C. PAU CLARIS - C. MALLORCA
- 317 - PG. DE GRÀCIA - C. MALLORCA
- 312 - C. MALLORCA - RBLA. DE CATALUNYA

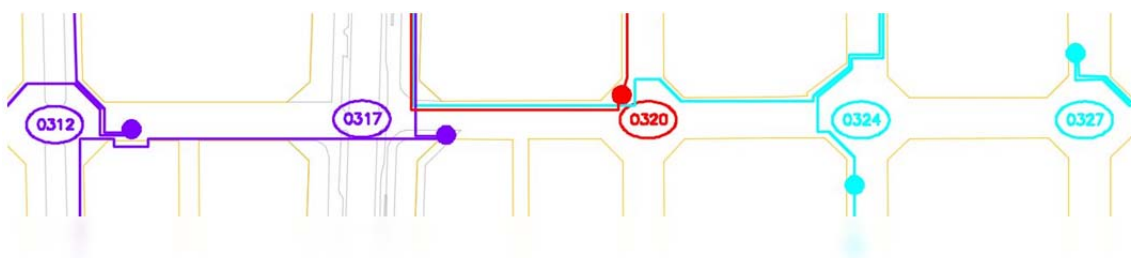


Figura 2. Disposició de les cruïlles incloses al càlcul de velocitats

Tanmateix s'indiquen les distàncies recorregudes, en aquest cas, des de la primera cruïlla considerada com a origen, que és la de Bruc.

A l'eix Y imaginari a sobre de cada cruïlla, s'ubica l'estat (color) del semàfor en el període de temps indicat al gràfic (l'ombre es considera vermell a efectes).

Així doncs, la franja, en aquest cas color turquesa, indica l'espai de la gràfica a on les corbes de velocitat incloses podrien circular sense aturar-se a semàfor. Òbviament, el límit superior (inferior de la gràfica en aquest cas) de velocitat, el marca el límit de velocitat seleccionat, en aquest cas 50 km/h (13,89m/s).

Si la velocitat és superior a 50 km/h, com per exemple 90 km/h, indicat al gràfic en color carbassa, es pot observar fàcilment que quant arriba a la següent cruïlla, en tot cas s'ha d'aturar en el semàfor en vermell i esperar a que es posi en verd.

D'altra banda, es troba el cas de vehicles que vagin a una velocitat inferior a la de càlcul, que es poden trobar el cas que el semàfor es posi en vermell, si la via és prou llarga, doncs s'ha esgotat el temps de verd a les cruïlles a les quals va arribant amb cert "retard".

Pel cas que ens ocupa, suposant que el semàfor es posa en verd a la primera cruïlla de l'estudi al  $t= 0s$ , els següents temps serien les següents:

50km/h	327	324	320	317	312
Temps (s)	0	9,36	9,36	10,8	10,08
T acum. (s)	0	9,36	18,72	29,16	39,24
Distància (m)	-	130	130	150	140

D acum. (m)	-	130	260	410	550
-------------	---	-----	-----	-----	-----

Taula 5. Taula de temps a 50km/h

De la taula prèvia, es poden extreure els temps relatius en els quals els semàfors es posaran en ver. Això és, a la segona cruïlla, als 9,36 segons, respecte la primera, a la segona, 9,36s respecte la seva prèvia i 18,72s respecte la primera, etc...

De la mateixa manera, es podria fer el mateix càlcul per, per exemple, passar la velocitat a 30 km/h a demanda. D'aquesta manera, els temps quedarien de la següent manera:

30km/h	327	324	320	317	312
Temps (s)	0	15,6	15,6	18,0	16,8
T acum. (s)	0	15,6	31,2	49,2	66,0
Distància (m)	-	130	130	150	140
D acum. (m)	-	130	260	410	550

Taula 6. Taula de temps a 30km/h

Les utilitats més òbvies són les de adaptar la velocitat d'una via a una determinada circumstància, bé sigui de manera programada bé sigui a demanda.

Una utilitat concreta i que es fa servir fa temps, tot i que es va millorant constantment, és la de activar els corredors de bombers.

Per cada un dels corredors de bombers establerts, es calcula una via, amb el mètode que acabem de conèixer. D'aquesta manera, s'extreu una gràfica *teòrica* del desplaçament dels vehicles de bombers.

En qualsevol cas, no deixa de ser una ruta *teòrica*, com ja s'ha indicat. Si la programació dels reguladors, un cop activada l'alerta de bombers, esdevingués fixa, sense més intervenció que la programació aplicada base, podria succeir que per motius aliens, els camions s'endarrerissin i perdessin el ritme de les programacions, tot començant a arribar en vermell a les cruïlles per les quals han de passar, tot i que ja hi eren en verd fa uns instants per permetre'ls-hi el pas.

Per evitar això, aquesta programació del corredor de bombers el combina amb una balisa que duu instal·lada l'últim vehicle del comboi, capaç de comunicar-se amb els reguladors mitjançant uns receptors instal·lats a tal efecte.

Aquesta balisa activa el contacte de pas al tancament del comboi, de manera que la programació del corredor de bombers s'actualitza a cada pas per cada cruïlla.

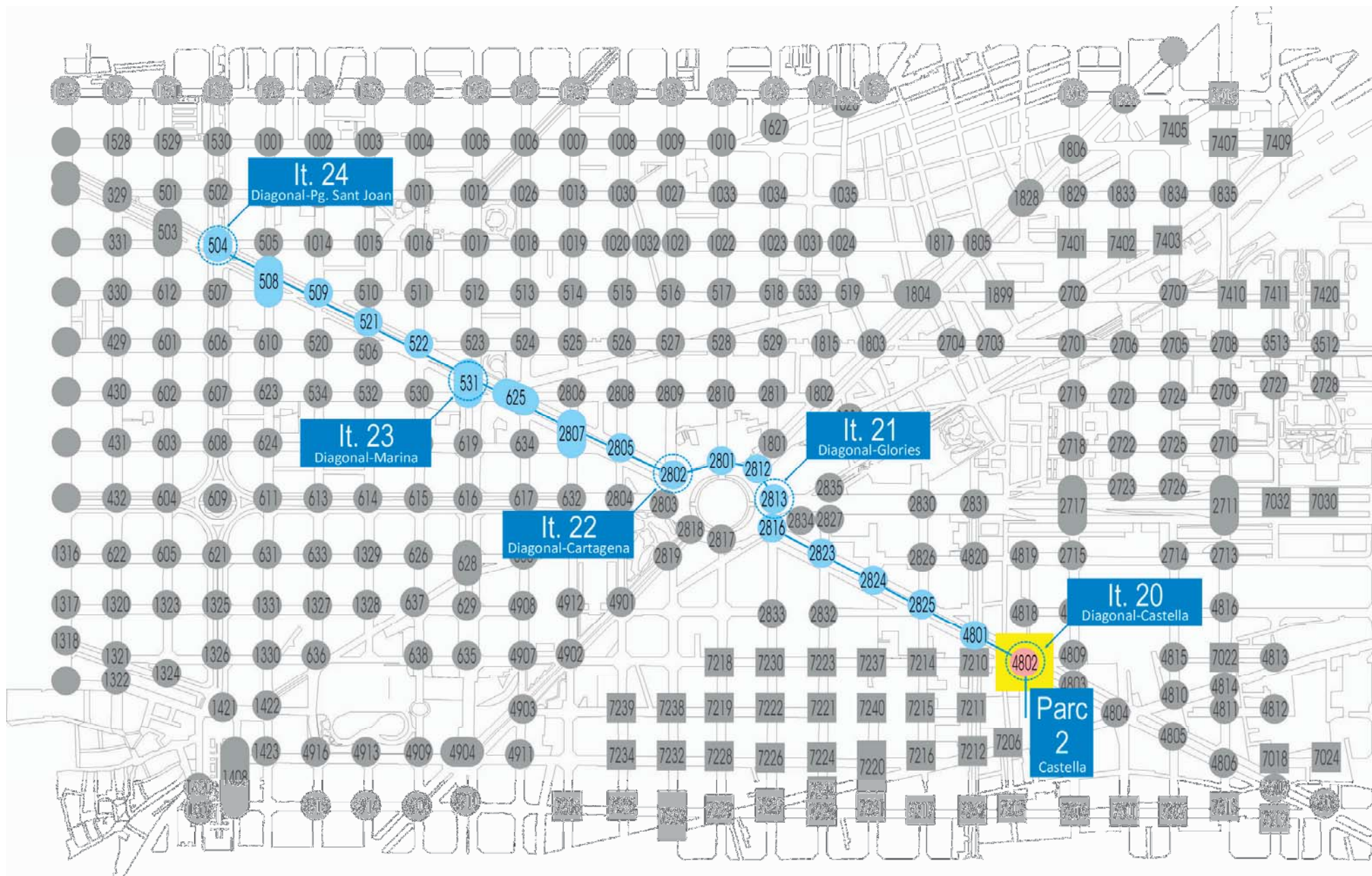
D'aquesta manera, la programació, tot i que és la mateixa i no canvia, actualitza el seu temps de pas per a cada cruïlla, de mode que es redueix molt les possibles variacions de temps i errors, que deixaran de ser acumulats. Els errors només es produiran entre cruïlla i cruïlla amb detector, i no s'acumularan pas.

Antigament, els corredors de bombers, únicament rebien un senyal d'inici, però no tenien la capacitat d'actualitzar-se constantment.

## **EXEMPLE REAL CORREDORS DE BOMBERS**

A continuació s'ajunta un exemple real d'un corredor de bombers, a on s'ha aplicat aquesta tècnica de control de velocitats.

# PLÀNOL EMPLAÇAMENT CORREDOR C/CASTILLA





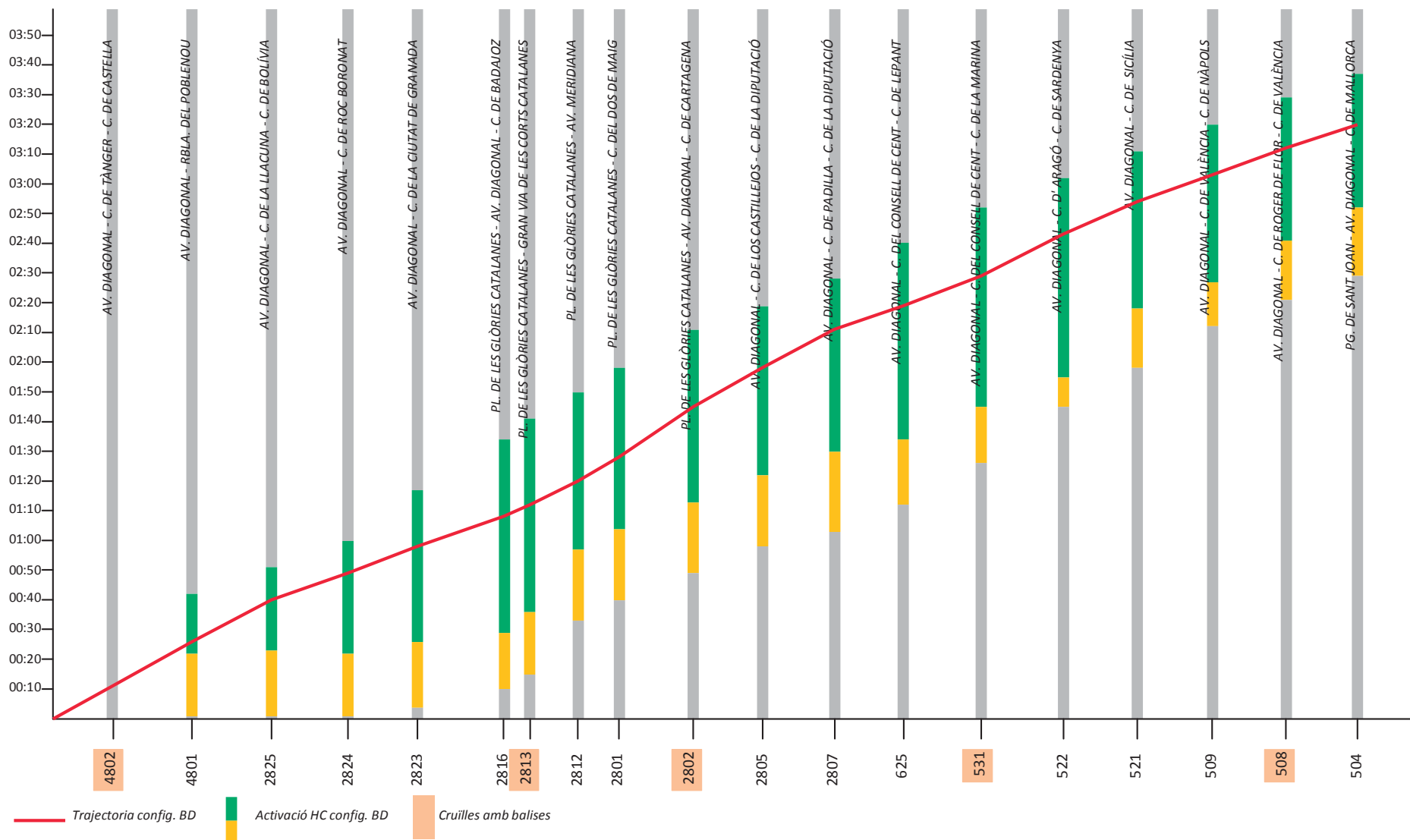
## LLISTAT CRUÏLLES CORREDOR C/CASTILLA

Cruce	Ubicació	Itineraris	Baliza	Panel	Distancia total (m.)	Paso (seg.)	Apertura (m.)	Cierre (m.)	Tiempo de apertura a paso (seg)	Tiempo de paso a cierre (seg)	Tiempo en segundos activado HC
4802	AV. DIAGONAL - C. DE TÀNGER - C. DE CASTELLA	20,21,22,23,24	SI	SI	122	11	1	1	0	0	0
4801	AV. DIAGONAL - RBLA. DEL POBLENOU	21,22,23,24			282	26	1	482	25	16	41
2825	AV. DIAGONAL - C. DE LA LLACUNA - C. DE BOLÍVIA	21,22,23,24			442	40	1	642	39	11	50
2824	AV. DIAGONAL - C. DE ROC BORONAT	21,22,23,24			597	49	1	797	48	11	59
2823	AV. DIAGONAL - C. DE LA CIUTAT DE GRANADA	21,22,23,24			737	58	37	1037	54	19	73
2816	PL. DE LES GLÒRIES CATALANES - AV. DIAGONAL - C. DE BADAJOZ	21,22,23,24			911	68	111	1211	58	26	84
2813	PL. DE LES GLÒRIES CATALANES - GRAN VIA DE LES CORTS CATALANES	21,22,23,24	SI		965	72	165	1265	57	29	86
2812	PL. DE LES GLÒRIES CATALANES - AV. MERIDIANA	22,23,24			1061	80	361	1361	47	30	77
2801	PL. DE LES GLÒRIES CATALANES - C. DEL DOS DE MAIG	22,23,24			1144	88	444	1444	48	30	78
2802	PL. DE LES GLÒRIES CATALANES - AV. DIAGONAL - C. DE CARTAGENA	22,23,24	SI		1294	105	594	1594	56	26	82
2805	AV. DIAGONAL - C. DE LOS CASTILLEJOS - C. DE LA DIPUTACIÓ	23,24			1434	118	734	1734	60	21	81
2807	AV. DIAGONAL - C. DE PADILLA - C. DE LA DIPUTACIÓ	23,24			1580	131	830	1880	68	17	85
625	AV. DIAGONAL - C. DEL CONSELL DE CENT - C. DE LEPANT	23,24			1719	139	969	2019	67	21	88
531	AV. DIAGONAL - C. DEL CONSELL DE CENT - C. DE LA MARINA	23,24	SI		1877	149	1127	2177	63	23	86
522	AV. DIAGONAL - C. D' ARAGÓ - C. DE SARDENYA	24		SI	2042	163	1292	2342	58	19	77
521	AV. DIAGONAL - C. DE SICÍLIA	24			2192	174	1442	2492	56	17	73
509	AV. DIAGONAL - C. DE VALÈNCIA - C. DE NÀPOLS	24			2343	183	1593	2643	51	17	68
508	AV. DIAGONAL - C. DE ROGER DE FLOR - C. DE VALÈNCIA	24	SI		2491	192	1741	2791	51	17	68
504	PG. DE SANT JOAN - AV. DIAGONAL - C. DE MALLORCA	24			2637	200	1887	2937	51	17	68





# ESQUEMA VELOCITATS CORREDOR C/CASTELLA





## 11. NORMATIVES DE REFERÈNCIA

A continuació s'enumeren les normatives que s'han fet servir, bé pel document de la memòria com pels annexos.

### **Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (2002) i ITCs complementàries.**

#### **Ordenances municipals de Barcelona:**

- Circulació de Vianants i de Vehicles (15-01-1999)
- Obres i Instal·lacions de Serveis en el Domini Públic Municipal (22-05-1991)
- Procediments d'intervenció Municipal en les Obres (25-03-2011)
- Supressió de Barreres Arquitectòniques a la Via Pública (11-12-1980)

**Manual de Senyalització Urbana per a la Ciutat de Barcelona** (Ed. Ajuntament de Barcelona - 2014)

#### **En quant a normes UNE:**

[1] UNE-HD 638 S1:2001

*Sistemes de senyalització del trànsit viari*

[2] UNE 135401-1 EX

*Equipament per a la senyalització vial – Reguladors de trànsit*

*Part 1: Característiques funcionals*

[3] UNE 135401-2 ex

*Equipament per a la senyalització vial – Reguladors de trànsit*

*Part 2: Mètodes de prova*

[4] UNE 135401-3

*Equipament per a la senyalització vial – Reguladors de trànsit*

*Part 3: Característiques elèctriques*

[5] UNE 135401-5 IN

*Equipament per a la senyalització vial – Reguladors de trànsit*

*Part 4: Protocol de comunicacions, tipus V*

[6] UNE 135401-6

*Equipament per a la senyalització vial – Reguladors de trànsit*

*Compatibilitat electromagnètica*

[7] UNE-EN 12675:2001

*Semàfors. Requisits funcionals de seguretat*

[8] UNE-EN 50293:2001

*Compatibilitat electromagnètica*

*Sistemes de senyalització del trànsit per carretera*

*Norma de producte*

[9] UNE-EN 60068-2-64

*Assajos ambientals*

*Part 2: Mètodes d'assaig*

*Assaig Fh: Vibració aleatòria de banda ampla (control digital) i guia*

[10] EN 50102:1995

*Graus de protecció proporcionats per les envoltants de materials elèctrics contra els impactes mecànics externs (codi IK)*

[11] EN 60068-2-75

*Assajos ambientals.*

*Part 2: Assajos. Assaig Eh: Assajos de martells*

[12] EN 60259:1991

*Graus de protecció proporcionats per les envoltants (codi IP)*

[13] UNE 20324

*Erratum Graus de protecció proporcionats per les envoltants (codi IP)*

[14] EN 60068-2-2:1993

*Assajos ambientals*

*Part 2: Assajos*

*Assaig B: Calor seca*

[15] EN 60068-2-1:1993

*Assajos ambientals*

*Part 2: Assajos*

*Assaig B: Fred*

[16] EN 60068-2-30:1999

*Assajos ambientals*

*Part 2: Assajos*

*Assaig Db i guia: Assaig cíclic de calor humida (cicle de 12+12 hores)*

[17] EN 60068-2-5:1999

*Assajos ambientals*

*Part 2: Assajos*

*Assaig SA: Radiació solar artificial al nivell de la superfície terrestre*

[18] UNE 20460-5-54:1990

*Instal·lacions elèctriques en edificis. Elecció i instal·lació dels materials elèctrics.*

*Posada a terra i conductors de protecció*

[19] CEI 60536

*Classificació dels equips elèctrics i electrònics respecte a la protecció contra xocs elèctrics*

[20] CEI 60-1

*Tècniques d'assaig d'alta tensió*

*Part 1: Definicions i prescripcions generals relatives als assajos*

[21] UNE-EN 61008-1:1996

*Interruptors automàtics per a actuar per corrent diferencial residual, sense dispositiu de protecció contra sobreintensitats, per a usos domèstics i anàlegs (ANEU)*

[22] UNE-EN 55022

*Equips de tecnologia de la informació*

*Característiques de les pertorbacions radioelèctriques*

*Límits i mètodes de mesura*

[23] UNE-EN 55014

*Compatibilitat electromagnètica*

*Requisits per a aparells electrodomèstics, ferramentes elèctriques i aparells anàlegs*

*Part 1: Emissió*

[24] UNE-EN 61000-4-2

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4: Tècniques d'assaig i mesura*

*Secció 2: Assajos d'immunitat a les descàrregues electrostàtiques*

*Norma bàsica de CEM*

[25] UNE-EN 61000-4-3

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4-3: Tècniques d'assaig i mesura*

*Assajos d'immunitat als camps electromagnètics, radiats i de radiofreqüència*

[26] UNE-EN 61000-4-4

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4: Tècniques d'assaig i mesura*

*Secció 4: Assajos d'immunitat als transitoris elèctrics ràpids en ràfegues*

[27] UNE-EN 61000-4-5

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4: Tècniques d'assaig i mesura*

*Secció 5: Assajos d'immunitat a les ones de xoc*

[28] UNE-EN 61000-4-6

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4: Tècniques d'assaig i mesura*

*Secció 6: Immunitat a les perturbacions conduïdes, induïdes per camps de radiofreqüència*

[29] UNE-EN 61000-4-8

*Compatibilitat electromagnètica*

*Part 4: Tècniques d'assaig i mesura*

*Secció 8: Assaig d'immunitat als camps magnètics a la freqüència industrial*

*Norma bàsica de CEM*

[30] UNE 21308-1:1994

*Assajos en alta tensió.*

*Part 1: definicions i prescripcions generals relatives als assajos*

[31] HD 588.1 S1:1991

*High-voltage test techniques*

*Part 1: General definitions and test requirements*

[32] UNE-EN 60950-1:2003

*Equips de tecnologia de la informació. Seguretat. Part 1: Requisits generals*

[33] UNE-EN 61000-3-2:2001

*Compatibilitat electromagnètica (CEM).*

*Part 3-2: Límits.*

*Límits per a les emissions de corrent harmònica (equips amb corrent d'entrada  $\leq 16$  A per fase).*

[34] UNE-EN 61000-3-3:1997

*Compatibilitat electromagnètica (CEM).*

*Part 3: Límits.*

*Secció 3: Limitació de les variacions de tensió, fluctuacions de tensió i flicker en les xarxes públiques de subministrament de baixa tensió per a equips amb corrent d'entrada  $\leq 16$  A per fase i no subjectes a una connexió condicional*



## 12. GLOSSARI I ACRÒNIMS

### Glossari

El següent llistat aclaratori de termes fa referència a les normes abans descrites i als annexes adjunts a la present memòria.

Nom	Definició	Comentaris
Cap semafòric <i>Signal head</i>	Part d'un semàfor consistent en una armadura on s'ha muntat tot el dispositiu de senyalització lluminós	
Capçal de semàfor <i>Signal head</i>		Veure <i>Cap semafòric</i>
Cara de semàfor <i>Signal face</i>		Veure <i>Unitat òptica</i>
Cicle (semafòric) <i>Cycle</i>	Seqüència completa d'indicacions d'un conjunt de semàfors governats pel mateix regulador de trànsit	
Color	Cadascuna de les 3 sortides independents d'un mateix grup	
Coordinació de semàfors <i>Traffic signal coordination</i>	Regulació semafòrica en un itinerari o en una xarxa viària, en la qual les indicacions dels semàfors estan relacionades entre si	
Control semafòric accionat pel trànsit <i>Traffic-actuated signal control</i>	Control semafòric de cicle variable en el qual els cicles i les fases varien d'acord amb la demanda del trànsit registrada per detectors o per l'actuació de polsadors de contacte	

Control semafòric accionat pels vianants <i>Pedestrian-actuated signal control</i>	Sistema. Sistema de control semafòric de cicle variable per mitjà d'un polsador de contacte que els vianants poden prémer per a fer canviar la indicació d'un semàfor	
Control semafòric de cicle fix <i>Fixed-time signal control</i>	Sistema de control semafòric que la duració de les fases és fixa i les indicacions se succeïen alternativament a intervals constants	
Control semafòric de cicle variable <i>Variable-estafe signal control</i>	Sistema de control semafòric que la duració de les fases varia d'acord amb les necessitats del trànsit.	La regulació del cicle es pot fer per mitjà de rellotges, detectors, des d'una sala de control, etc.
Detector <i>Detector</i>	Dispositiu que serveix per a descobrir la presència d'un fenomen físic, una circumstància, un paràmetre, etc., que afecta la circulació	
Estructura	Seqüència prefixada de fases principals	
Diagrama de fases <i>Phase diagram</i>	Representació gràfica de l'esquema de funcionament dels moviments de vehicles i vianants en una intersecció regulada per semàfors.	
Estructura	Seqüència de fases estables	
Fase <i>Phase</i>	Estat d'una intersecció regulada per semàfors en la qual estan permesos una sèrie de moviments compatibles entre si.	
Fase principal	Correspon a aquells intervals o fases que representen un estat estable d'adjudicació de temps d'ús de la intersecció a uns moviments de trànsit	Correspon al temps de verd d'accés a una intersecció
Fase saturada	Fase en què el nombre de vehicles que vol passar una intersecció durant el	

<i>Saturated phase</i>	temps de verd és major que el nombre de vehicles que pot fer-ho	
Fase secundària	Correspon als estats intermedis necessaris com a transició entre les fases principals	Correspon als temps de seguretat
Fase transitòria		Veure <i>Fase secundària</i>
Grup semafòric <i>Signal group</i>	Conjunt de semàfors que controlen un moviment independent de vehicles o vianants, i en els que coincideix sempre el mateix estat de color.	
Indicació de semàfor <i>Signal indication</i>	Llum que emet un semàfor, d'un color o de més d'un simultàniament, que serveix per a donar o prohibir el pas a vehicles i vianants.	
Interval semafòric <i>Signal interval /Signal 'stage'</i>	Període de temps durant el qual totes les indicacions d'un grup de semàfors són constants.	
Línia de detenció <i>Stop line</i>	Marca vial transversal consistent en una línia blanca de traç continu que cap vehicle ni la seva càrrega pot travessar mentre es mantinguem l'obligació de parar imposada per un senyal de <i>stop</i> , un pas de vianants, un pas a nivell, un semàfor o un senyal d'un agent de circulació	
Lluminositat atenuada <i>Dimming</i>	Reducció de la intensitat lluminosa proporcionada per una unitat òptica basada en LEDs que s'obté a l'aplicar-li una tensió compresa entre el 65% i el 75% de la tensió nominal corresponent a la lluminositat plena	

Lluminositat plena	Intensitat lluminosa d'una unitat òptica basada en LEDs que s'obté a l'aplicar-li la tensió nominal de funcionament.	
Macrorregulació Àrea control / Macrocontrol / Strategic control	Mètode de regulació del trànsit que considera les condicions mitjanes del trànsit en períodes llargs i en una àrea àmplia a fi d'assegurar l'estabilitat de les actuacions de gestió del trànsit i establir la coordinació de semàfors adequada.	
Microrregulació / Regulació tàctica Tactical control	Mètode de regulació del trànsit que considera la circulació individual de vehicles, generalment en una intersecció o en períodes curts, i que adapta la coordinació de semàfors per a respondre a una situació immediata	
Ona verda Green wave	Resultat d'un sistema progressiu de coordinació de semàfors que permet a un vehicle recórrer tot un trajecte regulat semafòricament sense tindre que detenir-se.	
Pla semafòric Traffic signals program	Conjunt de la duració del cicle, l'orde de desenrotllament de les fases i els desfasaments necessaris en una intersecció, un itinerari o una xarxa de funcionament de semàfors	
Regulació semafòrica Traffic signal control	Regulació del trànsit per mitjà de l'ús de semàfors	
Regulador semafòric Traffic signal controller	Dispositiu que governa els canvis de llums d'un conjunt de semàfors controlant el pas dels diversos fluxos de circulació de vehicles o de vianants.	
Semàfor Traffic 'light'/Traffic	Aparell de senyalització lluminosa per a regular la circulació de vehicles i vianants, especialment en nuclis urbans	

<i>signal</i>		
Semàfor de presenyalització	Semàfor amb dos llums ambre intermitents que avisa els conductors de la presència d'un semàfor a la pròxima intersecció.	
Semàfor sonor	Semàfor per a vianants que emet senyals sonors perquè les persones invidents puguin identificar la fase en què es troba	Els senyals sonors poden ser <i>bips</i> de diferent freqüència segons la fase o missatges parlats que donen, a més, alguna altra informació
Senyal no desitjat	no volguda la intensitat lluminosa del qual no compleix amb els requisits de senyal "apagada"	
Senyal Temps d'espera/Temps de parada  <i>Delayed estafe/ Stop' estafe/Waiting estafe</i>	Interval de temps durant el qual una unitat de trànsit ha d'esperar-se en un semàfor vermell o davant d'un obstacle abans de poder continuar la marxa.	
Temps mort  <i>Lost estafe</i>	Temps durant el qual tots els semàfors d'una intersecció tenen encesa només la llum roja.	
Tot vermell  <i>All-red period</i>	Situació en què tots els semàfors d'una intersecció tenen encesa només la llum roja.	
Transició	Seqüència de fases secundàries entre dos fases principals	

Unitat òptica  <i>Signal face</i>	Acoblat de components (joc de lents, peretes, etc.) dissenyat per a produir una llum, amb una mida nominal, un color, una intensitat òptica i una forma específics.	
---	---	--

### Acrònims

GMT	Greenwich Meridian Time
GPS	Global Positioning System
SAI	Sistema d'alimentació ininterrompuda
USB	Universal Serial Bus
LED	<i>Light</i> Emitting Diode
ASCII	American Estàndard Code for Information Interchange
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
OCIT	<i>Open</i> Communication Interfície for Road Traffic Control Systems
ODG	OCIT Developer Group
ASTRET	Association of Traffic Industries <i>in</i> the Netherlands

### 13. AGRAÏMENTS I RECONeixEMENTS

Als tècnics del Servei de Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona, amb els que he treballat estretament en els últims anys. La seva col·laboració i indicacions han estat cabdals.

Al meu director de projecte, que ha estat clau per poder lliurar quelcom tècnicament vàlid i en un temps raonable.

A tots els professors, tant de la UPC com de la meva anterior Universitat, UdG, que van fer que això tan feixuc hagi pogut arribar fins aquí, encara que per motius diversos, no hagi estat en els terminis previstos inicialment.

A qui ara no puc recordar, però que, en aquest camí tan llarg, han tingut quelcom a veure.

I a la meva mare, per motius més enllà dels evidents.

Signat, a Barcelona, el 28 de Setembre de 2016.

Francisco Gámez Rodríguez





## **ÍNDEX D'ANNEXOS A LA MEMÒRIA**

### *Volum 1.*

**Annex A – PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES**

**Annex B – REGULADOR**

**Annex C – SEMÀFOR**

**Annex D – DETECTOR**

**Annex E – LEGALITZACIÓ**

**Annex F – CÀLCULS**

**Annex G – BASE DE DADES**

### *Volum 2.*

**Annex H – PLÀNOLS**

**Annex I – SERVEIS AFECTATS**

