

# ANNEX 3

---

## GUIA DE REDACCIÓ DE L'APARTAT TIC EN ELS PROJECTES D'OBRES



INSTITUT MUNICIPAL INFORMÀTICA

HABITAT URBÀ



# GUIA DE REDACCIÓ DE L'APARTAT DE TIC EN ELS PROJECTES D'OBRES

## Índex

---

<b>1.- Introducció</b>	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.- Objecte</b>	<b>3</b>
<b>3.- Actuacions afectades per aquestes condicions</b>	<b>3</b>
<b>4.- Dimensionat de les infraestructures</b>	<b>4</b>
4.1.- Característiques generals de la xarxa	4
4.2.- Dimensionat dels elements i dispositius	4
4.3.- Característiques dels elements i dispositius	5
4.3.1.- <i>Prisma de la canalització</i>	5
4.3.2.- <i>Elements de registre</i>	6
4.3.3.- <i>Fibra òptica</i>	7
4.3.4.- <i>Armaris</i>	7
4.3.5.- <i>Alimentació elèctrica</i>	7
4.3.6.- <i>Bàculs</i>	8
4.3.7.- <i>Sensors</i>	8
<b>5.- Seguiment i recepció de les infraestructures</b>	<b>9</b>

## 1.- Introducció

Aquest document proposa una planificació de desplegament al subsòl de la via pública pel que fa referència a la distribució de les xarxes de comunicació.

Les xarxes de comunicacions incloses serien les dels serveis municipals propis de la via pública:

- Xarxa semafòrica.
- Xarxa d'enllumenat públic.
- Xarxa de vídeo.
- Xarxa de panells informatius.
- Xarxes de dades.
- Xarxes de dades sense fils (WiFi).
- Xarxa de radars de trànsit.
- Xarxa de sensors.
- ...

Així com altres serveis que es presten i que podrien arribar a utilitzar la infraestructura:

- Zones d'aparcament regulat.
- Transports públics.
- Bicing.
- Bol·lards.
- Control de reg.
- Ascensors i escales mecàniques.
- Marquesines
- ...

## 2.- Objecte

L'objecte del present document és descriure els diferents elements que han de formar part de les xarxes de comunicacions, caracteritzant les seves canalitzacions, arquetes i establint els criteris bàsics per a la seva ubicació.

Es plantegen 2 tipus d'infraestructures:

- a) **Infraestructura passiva:** Es presenta una solució de xarxa d'infraestructura compartida per a les comunicacions dels serveis municipals, i que fomenti el creixement vegetatiu de les mateixes.
- b) **Infraestructura activa:** que inclou l'electrònica associada, equips i sensors.

Aquest document es complementa amb les **“Especificacions Tècniques”** que detalla les característiques d'aquestes infraestructures.

## 3.- Actuacions afectades per aquestes condicions

Pel primer tipus de infraestructures, canalitzacions per cables, estaran incloses en aquestes condicions totes aquelles actuacions en la via pública que afectin tant la zona de vorera com de calçada, i que actuïn en el subsòl i/o el paviment en un tram no inferior a 25 metres.

Pel segon tipus, infraestructures per xarxes sense fils, estaran incloses, a més de les actuacions anteriorment descrites, les actuacions sobre renovació d'enllumenat (bàculs i canalitzacions).

## 4.- Dimensionat de les infraestructures

### 4.1.- Característiques generals de la xarxa

Es descriuen a continuació les característiques constructives dels elements d'obra civil. Per a incorporar aquestes definicions als projectes d'obra caldrà construir les diferents unitats d'obra amb les especificacions corresponents i la valoració econòmica.

Qualsevol actuació haurà d'incorporar els següents elements:

- Construcció del **prisma perimetral**, que és el que ha de permetre connectar els elements que anem trobant per l'espai públic i les necessitats futures, que com a mínim estarà format per **2 tubulars de Ø125mm**. Per un dels tubulars s'instal·larà el **cable de fibra òptica** per la connexió dels routers (xarxa d'AGREGACIÓ), i per l'altre el **cable de fibra òptica** per la connexió dels diferents dispositius i/o sensors (xarxa d'ACCÉS).
- Instal·lació dels **routers i punts d'accés WiFi** d'acord amb els criteris d'aquest document.
- Instal·lació dels **sensors de soroll i contaminació** definits per l'Ajuntament coincidint amb la instal·lació d'antenes WiFi.
- **Connexió a la xarxa corporativa de l'IMI i connexió de tots els elements urbans** que prestin serveis amb necessitat de comunicacions (ascensors, bol·lards, marquesines, control de reg, ...)

### 4.2.- Dimensionat dels elements i dispositius

Els criteris a considerar pel dimensionat de la xarxa i l'emplaçament dels routers i les antenes WiFi, més que per distàncies, s'originen en el **tipus de teixit urbà** a equipar. L'equip que redacta el projecte d'urbanització haurà d'indicar l'emplaçament de cada dispositiu i, arribat el cas, la forma de mimetitzar-los.

Les característiques i dimensionat per tipologies són les següents:

#### **TIPOLOGIA EIXAMPLE BARCELONA**

El teixit es caracteritza per una estructura repetitiva i distribuïda uniformement al territori (illa Cerdà), amb amplada de carrer  $\leq 20$ m. En aquest cas el nivell dotacional és el bàsic, és a dir:

- Prisma de **2 tubulars de Ø125mm**, als 2 costats del carrer.
- 1 router per xamfrà o illa (mínim 1 cada 130 m de carrer).
- Cable de **32 fibres** per la xarxa d'agregació i de **16 fibres** per la xarxa d'accés.
- Emplaçament d'un punt d'accés WiFi als creuaments alterns (1 sí i 1 no).

#### **TIPOLOGIA EIX SINGULAR O PLAÇA**

Més que un teixit és un eix o una plaça, amb amplada de carrer  $> 20$ m. Es caracteritza perquè pot incorporar un nivell molt elevat de demanda. Per assegurar la garantia de subministrament caldrà adequar el nivell dotacional a les característiques de l'espai. Amb caràcter general els routers de les illes es posaran en el xamfrà de l'eix i es duplicarà el nombre d'antenes WiFi en relació a la tipologia eixample.

- Prisma de **4 tubulars de Ø125mm**, als 2 costats del carrer.
- 1 router per xamfrà o illa, a tots dos costats (2 per creuament).
- Cable de **32 fibres òptiques** per la xarxa d'agregació i per la xarxa d'accés.
- Emplaçament d'un punt d'accés WiFi a cada creuament.



### TIPOLOGIA CASC ANTIC

El teixit es caracteritza per la seva irregularitat i manca d'uniformitat. En aquest cas el criteri es fonamenta en la garantia de subministrament del servei WiFi on cal garantir que hi ha visuals entre els diferents nodes WiFi.

- Prisma de **2 tubulars de Ø125mm** a un costat del carrer.
- Possibilitat d'esteses de cables per façanes al casc antic de la ciutat, quan n'hi ha d'altres operadors, no hi ha espai al subsòl i sota autorització dels responsables corresponents de l'Ajuntament de Barcelona.
- 1 router a instal·lar coincidint amb els punts d'accés WiFi, mínim 1 cada 130 m de carrer.
- Cable de **32 fibres** per la xarxa d'agregació i de **16 fibres** per la xarxa d'accés.
- Emplaçament d'un punt d'accés WiFi, segons les visuals, mínim 1 cada 130 m de carrer.

Queden resumides a la taula següent:

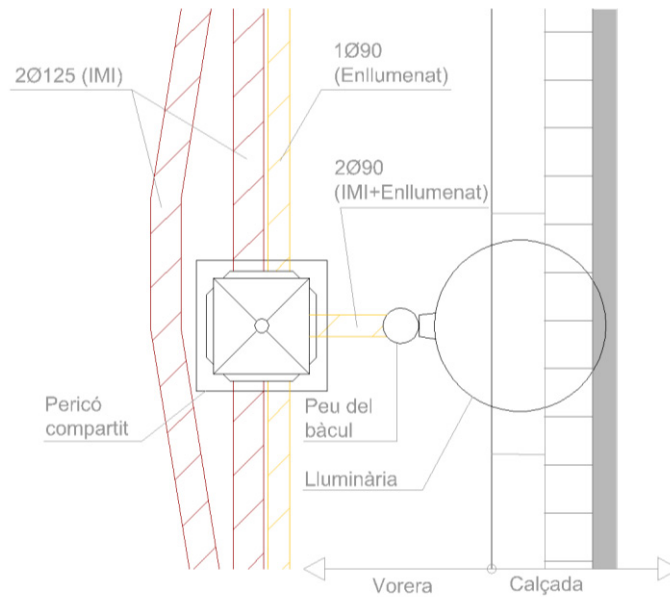
Tipus	Amplada carrer	Prisma	AP - WiFi	Router
A	Inferior a 20 m	2 conductes de Ø125mm	1 als creuaments alterns	1 per creuament
B	Més de 20 m	4 conductes de Ø125mm	1 per creuament	2 per creuament
C	Casc Antic	2 conductes de Ø125mm	Segons les visuals	Coincidint amb el WiFi

### 4.3.- Característiques dels elements i dispositius

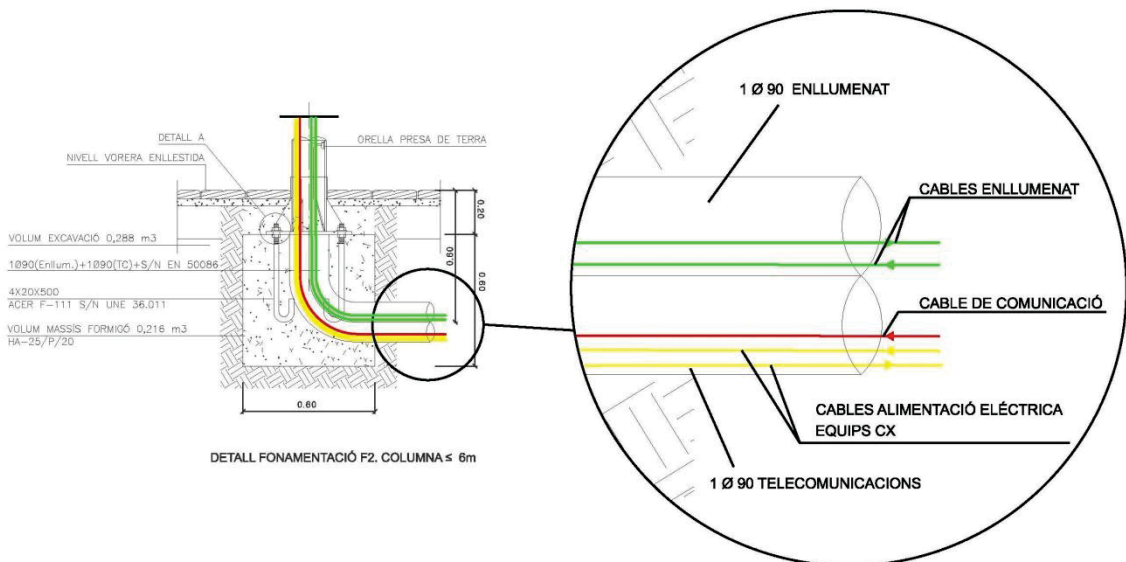
#### 4.3.1.- Prisma de la canalització

S'acompliran les següents definicions pel projecte i construcció de les xarxes:

- El prisma perimetral es connectarà als prismes de la xarxa semafòrica i de l'enllumenat, a través d'arquetes i es construirà amb tubs de polietilè corrugat doble cara de Ø125mm.
- El prisma estarà constituït, amb caràcter general, per dos tubulars. En el cas de tipologia EIX SINGULAR, el nombre de tubulars serà de 4 (segons especificacions de l'apartat anterior).
- El prisma s'instal·larà al costat del d'enllumenat a una profunditat mínima (part superior del cable) de 60 cm quant discorri per la vorera i excepcionalment, quant ho faci per sota la calçada, de 80 cm.
- El tub s'haurà de poder subconduir, tot i que es podran admetre solucions basades en l'estesa de cordes prèvies per a la seva administració.
- En els cascs antics, quan no hi ha espai al subsòl ni tubs d'altres operadors o d'enllumenat públic, existirà la possibilitat d'esteses de cables per façanes al casc antic de la ciutat. Els cables s'instal·laran de forma paral·lela als existents i prenent les mesures necessàries per minimitzar-ne l'impacte visual. En cap cas s'admetran creuaments de carrers aeris.
- La interconnexió de les canalitzacions es farà a peu de bàcul, amb una arqueta compartida que permeti fer l'entrada des de les dues canalitzacions. Per realitzar la connexió amb els dispositius ubicats al mobiliari urbà, a l'enllumenat o als semàfors, només s'interceptarà el tub corresponent al cable d'accés i es deixarà passant el tub del cable d'agregació. La figura següent il·lustra el cas de connexió a un bàcul d'Enllumenat (el cas de semàfors es resol de forma anàloga):



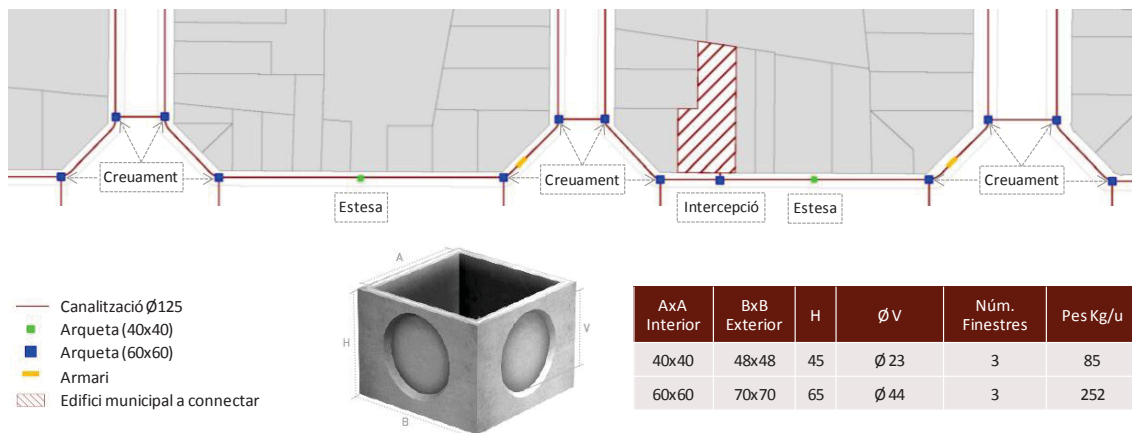
- El cablejat TELCO (dades i alimentació elèctrica) anirà per les tubulars corresponents fins embocar al bàcul.



#### 4.3.2.- Elements de registre

Pel que fa als elements de registre ens trobem de 3 tipus, segons la seva funció:

- **Arquetes de creuament:** necessàries per fer canvis de direcció en l'estesa del cable, es col·locaran en tots els canvis de direcció puntuals de més de 20°. Mides 60x60 cm. Construïdes amb fosa de ferro. Sempre en voreres o excepcionalment a la part interior del xamfrà en el teixit Eixample.
- **Arquetes d'estesa:** necessàries per poder fer l'estesa amb facilitat amb medis manuals. Típicament cada 50 metres i de mides 40x40 cm.
- **Arquetes d'intercepció:** aquestes compleixen una funció poc coneguda. Es construeix a posteriori de la canalització per interceptar la tubular (o prisma en cas d'estendre més d'un conducte) i poder fer una derivació de la línia. Situació que es presentarà en voler entrar amb la xarxa a un edifici, per exemple de titularitat municipal. Típicament seran de 60x60 cm però podrien ser diferents, sovint allotjaran una caixa d'empuïament.



Els elements de registre s'ubicaran en els següents emplaçaments:

- A l'inici i el final del tram de canalització soterrada.
- Cada 80 metres, com a màxim, sense elements de registre.
- En els canvis de direcció de la canalització soterrada.
- En ambdós costats del creuament d'una via.

Sempre que les condicions constructives ho permetin, els elements de registre s'ubicaran en emplaçaments que siguin fàcilment accessibles.

#### 4.3.3.- Fibra òptica

La canalització per la què es donarà comunicació als elements de les xarxes sense fils i els sensors ha d'anar ocupada, com a mínim, amb **cable de 32 o 16 fibres monomode** d'acord amb les especificacions d'apartats anteriors, i amb coberta anti-rosegadors. En tot cas, el prescriptor podrà definir altres dimensionats de cables, si així ho considera.

#### 4.3.4.- Armaris

Es considerarà que la posició dels equips de concentració es tria coincidint amb una escomesa elèctrica d'altre servei (enllumenat públic o semaforització) i que tots els equips i elements necessaris TELCO (repartidor, router/switch, coca del cable, ...) s'ubicaran en un mòdul adjunt a l'armari d'aquests serveis (*pendent definició de l'armari compartit*).

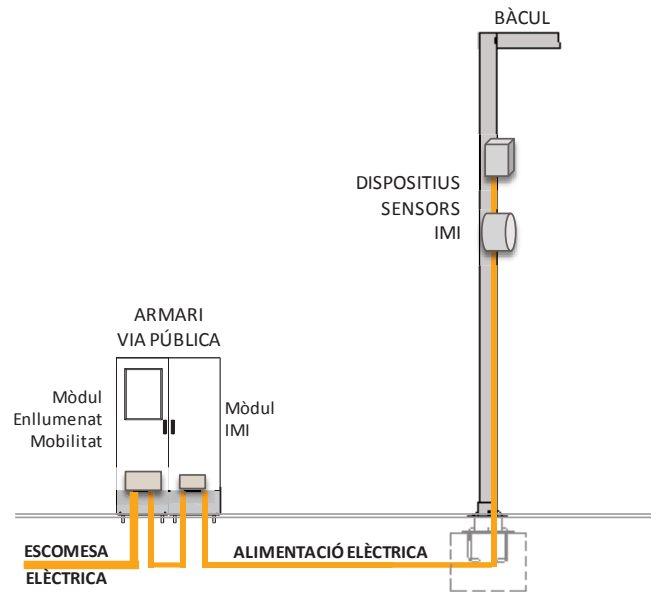
A l'armari s'han d'analitzar i controlar les condicions de temperatura, condensació i del camp electromagnètic dins de l'armari.

Es deixarà **coca de 20 m de fibra** per poder fer les arquetes d'intercepció. Eventualment es pot col·locar una caixa d'empulaments dins de l'armari.

#### 4.3.5.- Alimentació elèctrica

Des de l'armari es disposarà el prisma compartit fins als dispositius, discorrent en paral·lel a la tubular d'enllumenat públic o semaforització, segons el cas. Des d'aquest prisma es podrà enllaçar amb els armaris i amb els bàculs d'enllumenat i/o semaforització, on es preveu posar la major part dels sensors.

La figura següent mostra un esquema de la solució proposada:



L'alimentació elèctrica dels dispositius TELCO haurà d'acomplir amb les següents especificacions:

- S'instal·larà una línia independent que sortirà des del quadre elèctric del mòdul d'Enllumenat o Mobilitat de l'armari fins al mòdul TELCO. Disposarà dels elements de protecció pertinents segons la normativa vigent.
- Des del mòdul TELCO sortiran les línies elèctriques que alimentaran els diferents dispositius. Aquestes línies seran totalment independents de les utilitzades pel servei d'Enllumenat i compliran amb la normativa vigent.

#### 4.3.6.- Bàculs

A l'hora d'instal·lar els dispositius TELCO aprofitant els bàculs d'Enllumenat o semàfors, caldrà tenir en compte les següents consideracions:

- Com a màxim s'instal·laran **dos elements per bàcul**.
- S'haurà de garantir que el pes dels dispositius TELCO instal·lats en un bàcul no posi en risc el **comportament mecànic** del bàcul.
- S'haurà de garantir que el procediment d'instal·lació dels dispositius TELCO al bàcul no posi en risc el **comportament físic** del bàcul.
- A l'**interior del bàcul**, per raons d'ordre i seguretat, el cablejat TELCO (cable elèctric i cable de dades) anirà entubat. En el cas dels bàculs d'Enllumenat, amb la indicació de "*Tensió 24h*". Així mateix, caldrà identificar clarament la caixa de proteccions.
- L'accés als bàculs d'Enllumenat es farà amb **dobles portelles**, independitzant al màxim la part d'Enllumenat de la part TELCO.

#### 4.3.7.- Sensors

Cada espai té els seus requeriments (medi ambient, trànsit, seus corporatives, problemàtica local, ...). El projecte d'urbanització detallarà el nivell d'equipament necessari segons el cas.





Amb **caràcter general** incorporarà un **sensor de contaminació acústica** i un **sensor de contaminació atmosfèrica (PM10)**, incloent-hi tots els elements i dispositius necessaris i els treballs d'instal·lació i comprovació

Altres sensors a incorporar segons l'actuació:

- Comptatge de persones
- Control de reg
- Temperatura i humitat
- Cas particular per la sensorització d'obres en execució
- Altres: fonts, escales, bol·lards, aparcaments, ...

Es **requereix que els sensors i actuadors** que es despleguin a la ciutat ho facin d'una forma estàndard i, en concret, **enviïn sempre les dades a través de la plataforma SentiloBcn**.

El principal objectiu de SentiloBCN és **abaratar costos de desplegament i manteniment de sensors** i, per tant, l'Ajuntament de Barcelona valora la reducció i/o simplificació dels equipaments intermedis i l'alineació de la solució de comunicacions plantejada amb la infraestructura de Telecomunicacions dissenyada a la ciutat de Barcelona.

En concret, es valorarà:

- La **simplificació o eliminació** dels possibles **equipaments locals o servidors** a utilitzar **per processar les dades** mesurades "en cru". Aquests equipaments poden ser substituïts per mòduls específics (càlcul d'informació, conversió de dades, generació d'alarmes, ...) desenvolupats seguint les pautes d'arquitectura modular i desacoplada definides per l'arquitectura Smart City de Barcelona. Aquests mòduls addicionals s'instal·laran dins de la infraestructura TIC de l'Ajuntament de Barcelona i han d'incloure la documentació suficient per poder fer la seva gestió.
- Que l'**enviament de les dades** dels sensors es realitzi a través de **mecanismes via PUSH**. És a dir que les dades vagin des dels sensors a SentiloBCN i d'allà a les aplicacions i així reduir els mecanismes tipus PULL on les aplicacions demanen periòdicament les dades als sensors i que fan més difícil garantir el creixement i escalabilitat de la plataforma.
- La **simplificació o eliminació** dels possibles **elements de telecomunicacions** a instal·lar addicionalment en el terreny per fer possible la solució plantejada. En aquesta línia, es valorarà que es prioritzin les xarxes de comunicacions pròpies de l'Ajuntament (fibra òptica, xarxa WiFi) minimitzant la utilització d'elements de comunicació addicionals com poden ser la xarxa 3G, gateways propis, etc.
- La **simplificació o eliminació** dels possibles **elements que proporcionin tensió elèctrica**. Això vol dir que es prioritzarà la utilització d'alimentació elèctrica (sempre que es pugui disposar de punt de connexió elèctrica) o amb plaques solars (sempre que aquest mitjà permeti garantir les freqüències d'enviament desitjades). En cas d'utilitzar bateries es valorarà que tinguin la màxima durada possible i que SentiloBCN rebi informació sobre el nivell de bateria disponible.

Més informació disponible al web [www.sentilo.io](http://www.sentilo.io)

## 5.- Seguiment i recepció de les infraestructures

Per tal de garantir el correcte funcionament d'aquest nou servei és necessari encabir-ho en tots els processos de l'Ajuntament com a organització i en totes les fases (planificació, execució, operació, explotació, manteniment, ...).

El **responsable de les noves infraestructures** construïdes per a la seva recepció, validació, gestió i utilització serà l'**Institut Municipal d'Informàtica** de l'Ajuntament de Barcelona (en endavant IMI).



Serà necessari complir les següents condicions:

- El promotor de l'actuació haurà de comunicar l'inici d'una actuació i les característiques de la mateixa.
- En el procés de redacció del projecte, l'equip projectista consultarà amb la direcció responsable dels projectes de Smart City de l'IMI. **L'IMI emetrà els informes oportuns** abans de l'aprovació del Projecte.
- Igual que es fa amb d'altres serveis, les partides corresponents als equips actius i elements de la xarxa de sensorització s'incorporaran al Pressupost per al Coneixement de l'Administració en un capítol independent, per garantir la **dotació econòmica**. L'operador executarà els treballs amb l'empresa especialitzada corresponent.
- L'IMI es reserva el **dret de visitar l'actuació** durant la seva execució per revisar-ne la construcció de la **infraestructura**.
- L'IMI participarà en la **recepció de l'obra**, validant la infraestructura construïda.
- L'IMI rebrà de part del promotor una **documentació final d'obra** que reflecteixi fidelment l'estat de la infraestructura en el moment de la recepció definitiva.

## **ANNEX 3**

---

### **ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE L'APARTAT TIC EN ELS PROJECTES D'OBRES**



# **ESPECIFICACIONS TÈCNiques DE L'APARTAT TIC EN ELS PROJECTES D'OBRES**

## **Índex**

---

<b>1.- ESPECIFICACIONS GENERALS</b>	<b>13</b>
1.1.- <i>Seguiment i recepció de les infraestructures</i>	13
<b>2.- INFRAESTRUCTURES</b>	<b>14</b>
2.1.- <i>Obra civil</i>	14
2.1.1.- Elements de registre	15
2.1.2.- Tubulars	16
2.1.3.- Subconductes	17
2.1.4.- Execució i validació	18
2.2.- <i>Xarxa fibra òptica</i>	18
2.2.1.- Cables de fibra òptica	18
2.2.2.- Caixes d'empuladures	23
2.2.3.- Repartidors òptics	24
2.2.4.- Pigtailes	24
2.2.5.- Jumpers	25
2.2.6.- Assignació de fibres	25
<b>3.- DISPOSITIUS DE LA XARXA D'AGREGACIÓ</b>	<b>26</b>
3.1.- <i>Especificacions elèctriques, mecàniques i d'estanqueïtat de l'equip electrònic</i>	26
3.2.- <i>Especificacions de l'equip electrònic de xarxa</i>	26
3.3.- <i>Especificacions de nivell de xarxa, networking i servei de l'equip electrònic</i>	27
3.4.- <i>Configuració dels dispositius</i>	27
<b>4.- DISPOSITIUS DE LA XARXA D'ACCÉS</b>	<b>28</b>
4.1.- <i>Xarxa sense fils</i>	28
4.1.1.- Especificacions elèctriques, mecàniques i d'estanqueïtat de l'equip sense fils	28
4.1.2.- Especificacions de radiofreqüència de l'equip sense fils	28
4.1.3.- Especificacions de nivell de xarxa, networking i servei de l'equip sense fils	29
4.1.4.- Instal·lació i posada en marxa dels equips	30
4.2.- <i>Xarxa de sensors</i>	30
4.2.1.- Magnituds físiques mesurables	31
4.2.2.- Clients del sistema	31
4.2.3.- Requeriments funcionals dels dispositius	32
4.2.4.- Especificacions del sensor de contaminació acústica	33

## 1.- ESPECIFICACIONS GENERALS

Tots els dubtes i consultes respecte a l'execució dels treballs que componen l'obra es dirigiran per escrit a l'**Institut Municipal d'Informàtica** de l'Ajuntament de Barcelona (en endavant IMI), que contestarà a aquestes per el mateix procediment, quedant constància en els documents de les dates en què es realitzi la seva remesa i expedició.

En aquest document es defineixen les característiques i requeriments mínims a complir pel material i dispositius. En tot cas, es consideraran totes aquelles propostes que millorin aquestes condicions.

### 1.1.- Seguiment i recepció de les infraestructures

Per tal de garantir el correcte funcionament d'aquest nou servei és necessari encabir-ho en tots els processos de l'Ajuntament com a organització i en totes les fases (planificació, execució, operació, explotació, manteniment, ...).

El **responsable de les noves infraestructures** construïdes per a la seva recepció, validació, gestió i utilització serà l'IMI.

Serà necessari complir les següents condicions:

- El promotor de l'actuació haurà de comunicar l'inici d'una actuació i les característiques de la mateixa.
- En el procés de redacció del projecte, l'equip projectista consultarà amb la direcció responsable dels projectes de Smart City de l'IMI. L'IMI emetrà els informes oportuns abans de l'aprovació del Projecte.
- Igual que es fa amb d'altres serveis, les partides corresponents als equips actius i elements de la xarxa de sensorització s'incorporaran al Pressupost per al Coneixement de l'Administració en un capítol independent, per garantir la **dotació econòmica**. L'operador executarà els treballs amb l'empresa especialitzada corresponent.
- L'IMI es reserva el **dret de visitar l'actuació** durant la seva execució per revisar-ne la construcció de la **infraestructura**.
- L'IMI participarà en la **recepció de l'obra**, validant la infraestructura construïda.
- L'IMI rebrà de part del promotor una **documentació final d'obra** que reflecteixi fidelment l'estat de la infraestructura en el moment de la recepció definitiva.

## 2.- INFRAESTRUCTURES

### 2.1.- Obra civil

Tots els materials instal·lats (llosetes, vorades, rigoles, formigó, terres, asfalt i altres) seran dels models normalitzats per l'Ajuntament de Barcelona.

#### A. Llosetes de morter comprimit (panots)

En general, les llosetes a utilitzar seran iguals a les existents en el punt on s'hagi de realitzar l'obra en qüestió o les indicades en el projecte d'urbanització, si es el cas.

#### B. Formigó

Els formigons a emprar es defineixen per la seva resistència característica, la mida màxima de l'àrid i la seva consistència, definida pels assentament corresponents en cons d'Abrams, d'acord amb la instrucció EHE-08 "Instrucción Española de Hormigón Estructural" i la seva compactació serà per vibració.

S'empraran per aquesta infraestructura els tipus de formigó següents:

Destí del formigó	Tipus i $f_{ck}$ (resistència de projecte del formigó a compressió) N/mm <sup>2</sup>	Tipus i $f_{ckf}$ (resistència de projecte del formigó a flexotracció) N/mm <sup>2</sup>	Tamany màxim de l'àrid (mm)	Assentament en cm con d'Abrams	Consistència
Subbase de paviments de llambordes prefabricats de formigó i sota llosetes de panot en voreres	HM-20 20	--	40	5<A<8	Plàstica-toba
Reforç vorades	HM-20 20	--	20	3<A<9	Plàstica-toba
Rigoles, lloses cimentació pous i armats marcs	HM-25 25	--	20	5<A<8	Plàstica-toba
Paviment	HM-25 / HM-30 25- 30	HP-40 40	40	5<A<8	Plàstica-toba
Pous imbornals i de registre	HM-20 20	--	40	5<A<8	Plàstica-toba

La densitat dels formigons en massa no serà inferior a dos amb tres tones per metre cúbic (2,3 tn/m<sup>3</sup>).

Els únics components dels morters i formigons seran ciment, aigua i àrids, de manera que no s'admetran en aquesta Infraestructura, additius ni addicions als morters i formigons, llevat que el Contractista justifiqui per medi dels oportuns assajos, que la substància afegida en les proporcions i condicions previstes produeixi l'efecte desitjat, sense pertorbar excessivament les

restants característiques del formigó ni representar perill per la durabilitat del morter o formigó ni per la corrosió de les armadures.

Els formigons preparats en planta compliran la normativa de l'EHE-08.

### 2.1.1.- Elements de registre

Pel que fa als elements de registre ens trobem de 3 tipus, segons la seva funció:

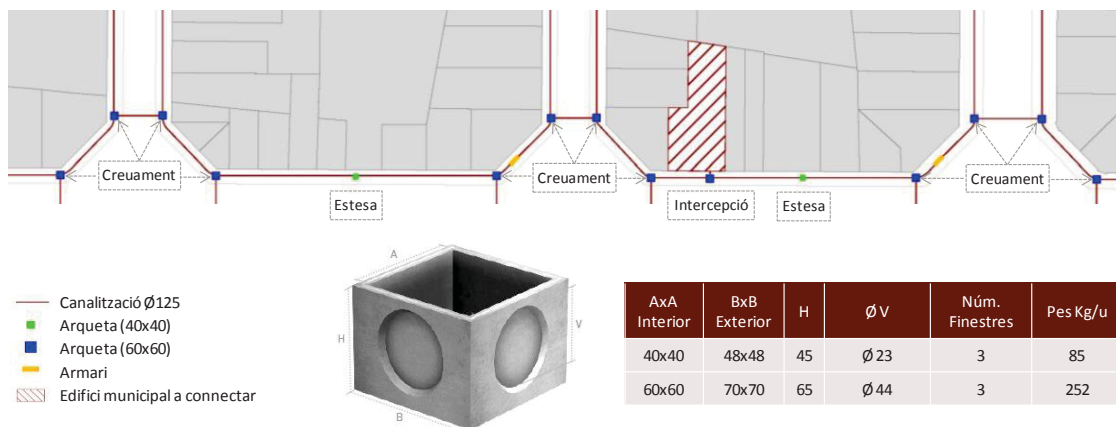
- **Arquetes de creuament:** necessàries per fer canvis de direcció en l'estesa del cable, es col·locaran en tots els canvis de direcció puntuals de més de 20°. Mida mínima 60x60 cm. Construïdes amb fosa de ferro. Sempre en voreres o excepcionalment a la part interior del xamfrà (en tipologia Eixample Barcelona).
- **Arquetes d'estesa:** necessàries per poder fer l'estesa amb facilitat amb medis manuals. Típicament cada 50 metres i de mida mínima 40x40 cm.
- **Arquetes d'intercepció:** aquestes compleixen una funció poc coneguda. Es construeix a posteriori de la canalització per interceptar la tubular (o prisma en cas d'estendre més d'un conducte) i poder fer una derivació de la línia. Situació que es presentarà en voler entrar amb la xarxa a un edifici, per exemple de titularitat municipal. Típicament seran de 60x60 cm però podrien ser diferents, sovint allotjaran una caixa d'empuïament.

Els elements de registre s'ubicaran en els següents emplaçaments:

- A l'inici i el final del tram de canalització soterrada.
- Cada 80 metres, com a màxim, sense elements de registre.
- En els canvis de direcció de la canalització soterrada.
- En ambdós costats del creuament d'una via.

Sempre que les condicions constructives ho permetin, els elements de registre s'ubicaran en emplaçaments que siguin fàcilment accessibles.

Les dimensions mínimes i tipologies a utilitzar queden resumides en el següent dibuix:



Si no es disposa d'espai per a la seva ubicació, es construiran de totxana de fàbrica massissa arrebossada amb morter de ciment, prèvia autorització de la Direcció Facultativa.

El **marc i tapa** seran de fosa i aniran enrasats amb el paviment, amb anagrama identificatiu del servei, sempre d'acord amb la Norma UNE EN-124.

El tancament de les arquetes es realitzarà mitjançant un marc– tapa fosa de perímetre quadrat.

El material de què estaran constituïdes serà de fosa gris ordinària tipus GE 18.91 colada en motlles de sorra. La Composició química aproximada de la fosa utilitzada serà la següent:

- Carboni \_\_\_\_\_ 3,25%
- Silici \_\_\_\_\_ 1,75%
- Sofre \_\_\_\_\_ 0,015%
- Manganès \_\_\_\_\_ 0,6%
- Fòsfor \_\_\_\_\_ 0,4%

Les característiques mecàniques del material seran:

- Resistència \_\_\_\_\_ 18Kg/mm<sup>2</sup>
- Resistència a la flexió \_\_\_\_\_ 34Kg/mm<sup>2</sup>
- Resistència a la compressió \_\_\_\_\_ 55Kg/mm<sup>2</sup>
- Duresa Binell \_\_\_\_\_ 150HB

### 2.1.2.- Tubulars

Els tubs de PE seran llisos i rígids, arribant a obra sense curvatures superiors a les que donin fletxes de cinc centímetres en tres metres, seran de gruix nominal 3'2 mm.

S'utilitzaran conductes ASAFLEX de polietilè de doble paret de color vermell amb les següents característiques:

- \* Conducte tipus ASAFLEX o similar: polietilè doble paret
  
- \* Propietats del Polietilè Alta Densitat:
  - Pes específic: 0'95 kg/dm<sup>3</sup>
  - Resistència de ruptura a la tracció: 18 Mpa
  - Allargament a la ruptura: 350%
  - Mòdul d'elasticitat: 800 N/mm<sup>2</sup>
  - Resistència a l'aixafament: 750 N ≤ 10%
  - Coeficient de dilatació lineal: 11\*10<sup>-5</sup>%, °C
  - Conductivitat tèrmica: 0'36 Kcal/m.h. °C
  - Rigidesa dielèctrica: 17-24 kV/mm
  - Resistència elèctrica superficial: 10<sup>16</sup> Ω cm
  - Resistència a productes químics: UNE 53404
  - Temperatura màxima d'utilització: 60 °C
  - Radi de curvatura del PEHD curvable: 15 vegades el diàmetre
  
- \* Normes:
  - NF C 68-171: conductes per a la protecció de canalitzacions elèctriques enterrades i els seus accessoris d'unió.
  
- \* Dimensions i característiques:
  - DN: Diàmetre Nominal (mm) 125
  - DE: Diàmetre Exterior (mm) 125
  - DI: Diàmetre Interior (mm) 106'2
  - EA: Gruix Aparent (mm) 9'4





- RA: Rigidesa anular (KN/m<sup>2</sup>) 60'5
- RCP: Rigidesa a curt termini (KN/m<sup>2</sup>) 7'56
- RPL: Rigidesa a llarg termini (KN/m<sup>2</sup>) 3'78
- PT: Pes del tub (kg/ml) 0'720
- TUB PE Compacte equival. Ø 121'7
- Gruix: 7
- RA: Rigidesa anular SR24 segons sèrie 7 Norma DIN 16961
- RCP i RLP: Classe de rigidesa segons Norma ISO TC 138 SC1
- E: Mòdul elasticitat = 800 N/mm<sup>2</sup>

### 2.1.3.- Subconductes

Els conductes estaran extrusionats amb polietilè verge d'alta densitat (PEAD), admetent l'ús d'additius distribuïts homogeniament del tipus i continguts que s'anomenen a continuació:

- Estabilitzador ultravioleta en proporció inferior al 0,2%
- Antioxidant en proporció inferior al 0,1% (UNE 53-151)
- Colorant en proporció inferior a l'1%

El contingut en negre de carboni segons la norma UNE 53-375 serà de 2,5 +/- 0,5% en pes.

La dispersió del negre de carboni (tub negre) segons la norma UNE 53-375 no haurà de superar el valor de la microfotografia 5 i la mitjana en 6 mostres no superarà el valor 4.

Els tubs estaran exempts de fissures i bombolles, presentant la superfície exterior, i fonamentalment la interior dels tubs, un aspecte llis sense ondulacions o d'altres defectes.

No s'admetran en els tubs porus, inclusions, taques, falta d'uniformitat en el color o qualsevol altre defecte o irregularitat que pogués perjudicar la seva correcta utilització.

Els extrems dels tubs es tallaran fent una secció perfectament perpendicular al eix del tub i els seus extrems es deixaran nets, sense retalls ni rebaves.

Els tubs hauran de complir les especificacions següents:

- Dimensions i característiques:
  - DN: Diàmetre Nominal (mm) 40
  - DE: Diàmetre Exterior (mm) 40
  - DI: Diàmetre Interior (mm) ≤ 38
  - Densitat > 0.945 gr/cm<sup>3</sup> UNE 53020 o ISO1183
  - Resistència a tracció > 200 kg/cm<sup>2</sup> UNE 53133-82
  - Resistència a l'enfonsament >1800 kpa recp. 95% 2,5 mi ASTM 2412
  - Allargament al trencament mínim 350%
  - Resistència a tracció després envelliment: (48h/100°C) 80% segons origen
  - Allargament trencament després envelliment: (48h/100°C) 80% segons origen
  - Índex de fluïdesa 0.40 gr/10 min UNE 53200 o ISO 1133
  - Temperatura de Vicat 1 kg °C >110°C UNE 53118
  - Conductivitat tèrmica (kcal/m°C) 0.35
  - Retracció (mm/m°C) 0.2
  - Estanquitat sense pèrdues 3.6 kg/cm<sup>2</sup> 1min. UNE 53133

#### 2.1.4.- Execució i validació

Es tracta de la construcció de canalitzacions, tant en calçada com en vorera, i construcció d'elements de registre.

Davant dels equips tècnics dels treballs, hi haurà un aparellador o similar, sempre amb el títol oficial.

No es podrà començar cap obra sense que estiguin aprovats per la inspecció Facultativa els plans que corresponguin.

- \* *Prisma*: es construirà el prisma sobre una base de formigó HM-18 o superior de 5 cm de gruix, 8 cm entre parets de la rasa excavada, i que envoltarà el/s tubular/s de Ø125 mm (tubs de PE rígid de pressió o de polietilè corrugat de doble paret, color vermell). Es deixarà estès el fil guia i posats els obturadors en els conductes de Ø125mm.
- \* *Connexió als registres existents*: es realitzaran passamurs en els pericons existents, de diàmetre 150 mm, per a connexió de les tubulars. S'hi col·locaran els extrems del conducte perpendicularment i es segellaran. Els conductes sobresortiran un mínim de 3 cm respecte a les parets.
- \* *Reblert de rases*: el reblert de les rases excavades s'efectuarà després de l'adormiment del formigó del prisma. Es podrà realitzar emprant el mateix material procedent de l'excavació, sempre que la qualitat de les terres ho permeti, i amb l'aprovació expressa de la Direcció Facultativa.
- \* *Compactat de rases*: El compactat de les terres es realitzarà per tongades de com a màxim 25-30 cm.
- \* Es col·locarà cinta de senyalització del servei a 55 cm. de profunditat en calçada i a 40 cm en vorera.
- \* *Reposició de paviments*: Prèviament a la reposició, tant de calçada com vorera, s'efectuarà el procés de demolició de les bases de recolzament d'aquests, fins a assolir els sobreamples reglamentats, especificats en plànols de projecte.

Per a la construcció de canalitzacions, pericons i cambres de registre s'aplicarà l'Ordenança sobre "Obres, Instal·lacions i Serveis en Domini Públic Municipal", sempre sota les indicacions dels diferents organismes competents i la Direcció Facultativa. Per a la correcta interpretació de l'Ordenança s'assimilarà el servei a conduccions de telefonia i comunicacions.

## **2.2.- Xarxa fibra òptica**

Per mantenir la homogeneïtat de la xarxa per facilitar les tasques de gestió i manteniment, s'utilitzaran elements de terminació de fibres (caixes d'empalme i repartidors) com els que ja es troben instal·lats en la part de la xarxa existent.

### 2.2.1.- Cables de fibra òptica

Els cables de fibra òptica que s'instal·laran seran, com a mínim de 16, 32 o 64 fibres òptiques monomode amb coberta antirrosegadors de fil de vidre de color negre, sense cap altra etiqueta que les de composició del cable i nom del fabricant.



Com a criteri general, s'utilitzaran, en funció dels trams de la xarxa, els següents cables:

- \* Xarxa TRONCAL: Cable a partir de 64 fibres òptiques
- \* Xarxa d'AGREGACIÓ: Cable de 32 fibres òptiques
- \* Xarxa d'ACCÉS: Cable de 16 fibres òptiques

En tot cas, el prescriptor podrà definir altres dimensionats de cables, si així ho considera.

#### Característiques de les fibres

Les fibres del cable seran de dispersió nul·la entorn als 1500 nm, optimitzades pel seu ús a la regió dels 1550 nm i que també poden fer-se servir a les longituds de la regió de 1300 nm, i presentaran les següents característiques:

- \* Definició de paràmetres, mètodes d'assaig, i característiques no especificades s'establiran d'acord amb les recomanacions CCITT G.652.
- \* Característiques de transmissió:
  - Tipus de fibres: Monomode.
  - Fibres per tub: 8 fibres/tub.
  - Atenuació màxima: 0.40 dB/Km en 1310 nm.  
0.25 dB/Km en 1550 nm.
  - Diàmetre de camp modal en 1300 nm: 8.8-9.6  $\mu\text{m}$ .
  - Longitud d'ona de tall (m de trans.): 1190-1320  $\mu\text{m}$
  - Màxima dispersió total en 1285-1330 nm: 3.5 ps/nm Km
  - Màxima dispersió total en 1550 nm: 18 ps/nm Km
  - Diàmetre sobre 1<sup>a</sup> protecció: 245  $\pm$  10  $\mu\text{m}$

Característiques físiques del cable de fibra òptica:

- \* El cable de fibra òptica estarà dissenyat per la seva instal·lació en canalització o galeria de serveis.
- \* El cable haurà de disposar d'un element central resistent, metàl·lic o dielèctric (E.C.R.). Les fibres s'agruparan en tubs folgats reblerts amb compost antihumitat (8 fibres per tub).
- \* El color dels tubs i del recobriment de les fibres serà tal que permeti la identificació inequívoca de totes i cadascuna de les fibres que componen el cable.
- \* Sota la coberta externa es disposarà un fil esquinçat per facilitar els treballs d'empulament.
- \* La coberta externa del cable a instal·lar en canalització, serà polietilè de baixa densitat i alt pes molecular.
- \* El recobriment del cable contindrà caps de fibra d'aramida d'alt mòdul elàstic, com element de reforç resistent a tracció.

### Instal·lació del cable de fibra òptica

Per la instal·lació del cable de fibra òptica.

- \* El cable quedarà degudament etiquetat a l'entrada i sortida de l'arqueta i de qualsevol altre element al que s'accedeixi.
  
- \* Estesa del cable de fibra òptica en canalització:
  - Inclou tots els treballs necessaris per realitzar l'estesa del cable de fibra òptica per l'interior del conducte de polietilè d'alta densitat.
  
  - Les esteses del cable es realitzaran entre pericó i consecutius, i entre pericons i els interiors d'armaris.
  
  - En els pericons propers als punts de connexió es deixarà una coca de cable d'aproximadament d'uns 20 m.
  
  - En cas d'empulament per motius d'estesa, es deixaran un mínim de 10 m per extrem, si no s'indica altre longitud en memòria o especificacions de projecte.
  
  - Els bucles es fixaran a les parets dels pericons, formant bucles verticals sobre la paret oposada a l'entrada del cable i en la que s'instal·larà la caixa d'empalmaments si n'hi hagués.
  
  - Es garantirà sempre un radi mínim de curvatura de 20 vegades el seu diàmetre, per als cables de fibra òptica.

### Mesures del cable de fibra òptica

A continuació es defineixen les mesures a realitzar en instal·lacions de fibra òptica monomode, durant les diferents fases d'execució de les obres.

Es mesuraran tots els cable instal·lats, tants els acabats a repartidor com els que acaben en caixes d'empulament, un cop finalitzats els treballs de fusió.

Les mesures de transmissió per comprovar la qualitat i realitzar l'acceptació de la instal·lació del cable de fibra òptica seran de dues classes.

#### Mesures de reflectometria:

- \* Aquesta mesura permet avaluar la continuïtat de la fibra, detectar defectes, i mesurar empalmaments, connectors, atenuació lineal i longitud.
  
- \* Per a la seva realització s'utilitzen ecomètres òptics (OTDR) els quals hauran d'estar acceptats per l'Ajuntament. Com a norma general totes les mesures ecomètriques hauran de realitzar-se en 1300 i 1550 nm (2<sup>a</sup> i 3<sup>a</sup> finestra), les mesures en 2<sup>a</sup> finestra permet avaluar la instal·lació, en 3<sup>a</sup> finestra els resultats de les proves són més sensibles als efectes de tensions residuals i curvatures en la fibra, el que permet detectar defectes de la instal·lació, així com avaluar la instal·lació per la seva possible utilització amb equips.



- \* És important conèixer la longitud d'ona de treball dels equips, en general serà la nominal (1300nm, 1550 nm), amb una tolerància de  $\pm 35$  nm.
- \* El nivell de la senyal òptica de reflectometria utilitzada pels OTDR per les mesures és molt baixa, el marge d'atenuació de senyal per una relació S/N=1, és el que denominem rang dinàmic de l'equip, aquesta característica s'expressa en dB i en sentit de transmissió (meitat del total), depenent de la potència de sortida, condicions d'injecció de senyal, ample d'impulsos, etc...
- \* La precisió de la mesura en un determinat punt, depenent de la relació senyal/soroll en el mateix, per a garantir la seva fiabilitat, totes les mesures han de realitzar-se 7dB per sobre del rang dinàmic de l'equip per les condicions escollides de prova.
- \* Degut a l'efecte Fresnel els OTDR presenten a l'inici de les traces una "zona cega", en la qual no pot realitzar-se cap tipus de mesura, tant mateix poden presentar-se fenòmens de relaxació o saturació que falsegin els resultats, quan s'ha d'intercalar una fibra de almenys 800 m de longitud, acabada en connectors en ambdós extrems, en la connexió d'aquesta fibra amb el cable sota proves podrà utilitzar-se líquid igualador quan les condicions de mesura ho requereixin, en aquest cas, es procedeix a una curosa neteja dels connectors al finalitzar la prova.
- \* En totes les mesures ecomètriques en les que s'analitzen atenuacions (p.e. empalmaments), hauran de mesurar-se en els dos sentits essent el valor real la mesura aritmètica d'ambdues mesures, això és degut a que els diferents coeficients de reflectometria que pugui presentar cada fibra, pot donar lloc a variacions de l'ordre de dècimes de dB en la mesura d'un sentit, que es compensa amb la variació en la mateixa quantia però amb signe oposat al realitzar la prova en l'altre. Degut a aquest efecte al mesurar en un sentit poden presentar-se punts amb guany aparent que es compensaran amb majors pèrdues en l'anàlisi del sentit oposat.
- \* La resolució especial de les mesures depenen de l'ample dels impulsos utilitzats, existeix un compromís entre una millor resolució i el rang dinàmic. En general l'impuls utilitzat serà el menor possible sempre que es compleixi la condició dels 7 dB del rang dinàmic, i que permeti resoldre la distància mínima existent en la instal·lació sota proves entre dos punts a analitzar. No s'utilitzaran impulsos majors de:

<u>Longitud</u>	<u>Ample impuls</u>
L <sup>3</sup> 20km	£5 mseg
20km <sup>3</sup> L <sup>3</sup> 10km	£2 mseg
L<10km	£1 mseg

- \* Les mesures de distàncies han de realitzar-se en les condicions de major precisió i resolució, en l'equip s'ajustarà l'índex de refracció a 1,645 quan no es conegui el seu valor real per la fibra sota prova.

#### Mesures de potència:

- \* Les mesures de potència en la instal·lació, seran efectuades pel mètode de "Inserció" a les longituds d'ona de 1300 nm i/o 1550 nm.



- \* La longitud d'ona d'emissió de la font de llum (làser), serà la nominal (1300, 1550 nm), amb una desviació màxima de  $\pm 35$  nm.
- \* El detector serà de gran àrea i la seva resposta espectral haurà d'ésser uniforme i tenir característiques lineals.
- \* El rang dinàmic de l'equip serà almenys 10 dB superior a l'atenuació a mesurar, per a garantir una correcta relació senyal/soroll en el nivell de mesura.
- \* Abans d'iniciar la mesura es realitzarà l'ajust de l'equip, per lo qual es col·locaran l'emissor i receptor en un mateix extrem de la instal·lació .
- \* Les connexions 1 i 4 romandran fixes sense "desconnectar-se" al llarg de tota la prova. Solament les connexions 2 i 3 seran desconnectades per permetre la inserció de la instal·lació.
- \* L'atenuació de la instal·lació vindrà donada per:

$$A \text{ (dB)} = 10 \log (P_0(W)/P_1(W))$$

$$A \text{ (dB)} = P_0(\text{dB}) - P_1(\text{dB})$$

- \* Un cop mesurada l'atenuació de les fibres, es farà una comprovació de l'ajust, no havent sofert una variació major de 0'3 dB del primer valor de la referència, en cas contrari es repetiran les proves.

#### Mesures finals:

- \* Mesures finals són les que es realitzen en acabar l'obra, per comprovar les característiques de la mateixa, així com la seva correcta realització.
- \* El contractista estarà obligat a realitzar i presentar a la Propietat, les mesures que a continuació s'enumeren, adaptant la descripció general al cas particular que ens ocupa:

a) Mesures ecomètriques en seccions de control: es realitzaran proves ecomètriques en 2<sup>a</sup> i 3<sup>a</sup> finestra de trams, connectors a totes les seccions de regeneració o control i a totes les fibres. En general s'entén com a secció de control per a cada fibra la secció compresa entre 2 punts amb connectors.

b) Mesures de potència: es mesurarà l'atenuació total en seccions compreses entre connectors acabats en repartidors òptics, mitjançant la tècnica d'inserció sobre cada fibra òptica en un sentit i en la longitud d'ona de treball, aquesta serà presa com 1300 nm quan no s'especifiqui en el projecte. El valor màxim d'atenuació admissible estarà determinat per la següent fórmula:

$$A = (L * At) + (NE * Ae) + (NC * Ac)$$



Essent:

L = longitud de la fibra

aT = 0'5 dB/km per 1330 nm i 0'4 per 1550 nm

NE = número d'empalmaments (ha d'incloure els empalmaments entre cordons monofibra i els cables)

aE = 0'1

NC = número de connectors (en cas de realitzar-se les proves a través de connexions han de considerar-se com 2 connectors)

aC = 0'5

El número de seccions o proves a considerar en la mesura de potència, pot no coincidir amb el de les proves de reflectometria donat que la secció de control definida en aquesta pot contenir prolongacions o bucles en repartidors, o estar acabada en punts de prova.

#### Mesures d'acceptació:

- \* La Propietat o el personal que designi, realitzarà una mostra de les mesures finals aportades pel contractista, al menys sobre un 10% de les fibres amb un mínim de 10 fibres, sobre la resta es comprovarà, amb l'ecòmetre, que no existeixi cap anomalia.
- \* En cas de no obtenir la recepció positiva de la instal·lació, el contractista realitzarà els treballs necessaris per reparar les deficiències sense cost addicional per a la Propietat.
- \* Mencionar un cop més que no s'admetrà el canvi d'un tram aïllat de cable que presenti defectes de fabricació o d'instal·lació, sinó que s'haurà de substituir tot el tram entre empalmaments o tota la bobina defectuosa.

#### 2.2.2.- Caixes d'empuladures

Característiques generals de les caixes d'empuladures que s'utilitzaran:

- \* Equipada amb tots els elements per la correcta instal·lació en interior d'arquetes, càmeres, galeries, sales tècniques, ..., on quedarà fixada a paret.
- \* Estructura modular escalable de safates a l'interior on poder ubicar les fusions amb les corresponents reserves de cable. Mòduls per emmagatzematge de fusions de 8 ó múltiples de 8 unitats.
- \* Equipada amb tanca aïllant per evitar la penetració de l'aigua.
- \* Capacitat per realitzar una sangria de cable en el seu interior.

Disposarà d'espai per emmagatzemar les fibres restants del cable que no es fusionin.

S'utilitzaran caixes d'empuladures amb capacitat suficient per allotjar les fusions de les fibres dels cables que s'hi instal·len, incloent una reserva de capacitat del 50%.

S'utilitzaran caixes d'empuladures amb 4 ó més boques per entrada de cables i 1 boca per sangria, com a mínim, degudament preparades pel posterior segellat estanc, un cop introduït el cable. Es preveurà que en acabar els treballs del projecte es disposi almenys d'una boca lliure, a més de la boca per la sangria.

Totes les caixes subministrades inclouran tots els elements necessaris per a la seva correcta instal·lació i per assolir la capacitat d'empuladures indicada.

Per la instal·lació de caixes d'empuladures i repartidors caldrà tenir en compte:

- \* La instal·lació dels elements es realitzarà d'acord amb els manuals de muntatge que es subministren amb cada un.
- \* L'element ha de quedar clarament identificat amb la seva corresponent etiqueta, i les fusions degudament numerades a les safates.
- \* Un cop acabats els treballs es deixaran les caixes fixades a les parets de l'arqueta, càmera o galeria, i les coques de cable degudament replantejades i taquejades.

### 2.2.3.- Repartidors òptics

S'utilitzaran repartidors amb les següents característiques:

- \* Hauran de complir amb els requeriments necessaris per poder ser instal·lats als armaris de via pública definits al projecte: dimensions, condicions d'intempèrie, subjecció, ...
- \* Accessibles per porta frontal i posterior, i elements laterals registrables.
- \* Equipats amb mòduls o safates per empulament.
- \* Equipats amb elements de distribució i ordenació de bobines de pigtails.
- \* Dimensionats per a la gestió de les fibres dels cables que s'administrin des de l'armari. Cal preveure un excedent de capacitat del 25%.
- \* Els repartidors seran exclusius per a l'administració de les fibres dels cables de cada xarxa (troncal, agregació i accés).

Tots els repartidors subministrats inclouran tots els elements necessaris per a la seva correcta instal·lació i per assolir la capacitat d'empuladures indicada en cada cas.

### 2.2.4.- Pigtails

Aplicació: s'utilitzen per la terminació de cables de fibra òptica fusionant-los amb la fibra del cable. L'altre extrem acaba amb un connector al patch panel o directament a l'equip.

Necessari amb connector SC i polit PC.

Coberta de protecció de poliamida.

- |                              |             |
|------------------------------|-------------|
| * Longitud:                  | 2, 5 ó 10 m |
| * Tipus fibra:               | monomode    |
| * Tipus connector:           | SC          |
| * Tipus polit:               | PC          |
| * Pèrdua mitjana d'inserció: | 0,25 Db     |
| * Pèrdua mitjana de retorn:  | 30 Db       |





### 2.2.5.- Jumpers

Característiques: es l'estàndard de facte en el món de les telecomunicacions. Es subministraran amb connector SC i polit PC en els 2 extrems.

Disseny rectangular de baioneta, ferrula aïllada i inserció en "click".

Coberta de protecció de poliamida.

* Longitud:	2 ó 5 m
* Tipus fibra:	monomode
* Tipus connector:	SC
* Tipus polit:	PC
* Pèrdua mitjana d'inserció:	0,25 dB
* Pèrdua mitjana de retorn:	30 dB

### 2.2.6.- Assignació de fibres

L'assignació de fibres es realitzarà d'acord amb les indicacions dels responsables de l'IMI, d'acord amb els criteris descrits en els documents corresponents.

### 3.- DISPOSITIUS DE LA XARXA D'AGREGACIÓ

L'electrònica de xarxa estarà formada per equips actius d'enrutament ubicats a espais de l'Ajuntament o armaris de via pública.

L'electrònica de xarxa es comunicarà amb la resta d'elements actius de la xarxa de l'IMI a través de la xarxa de fibra òptica existent i de nova construcció.

Com a criteri general, l'equip principal (enllaç amb la xarxa troncal) estarà instal·lat en un node d'agregació a designar pels responsables de l'IMI. Aquests equips disposaran de funcions MPLS i serà l'encarregat d'incorporar la nova electrònica a la xarxa corporativa.

Els equips de la xarxa d'agregació aniran ubicats als armaris de via pública. Seran dispositius amb capacitat de nivell 3, que agregaran les connexions amb els diferents dispositius electrònics de la xarxa d'accés, ubicats en el corresponent mobiliari urbà.

Per la connectivitat dels equips:

- \* Es proveiran interfícies de fibra òptica a 10 Gbps per les connexions de la xarxa troncal.
- \* Es proveiran interfícies de fibra òptica a 1 Gbps per les connexions de la xarxa d'agregació.
- \* Es proveiran interfícies de fibra òptica a 1 Gbps o 100 Mbps per les connexions de la xarxa d'accés, depenent de les característiques del dispositiu final.

Al final de cada projecte, aquesta electrònica de xarxa estarà perfectament integrada en la xarxa de l'IMI actual.

#### 3.1.- Especificacions elèctriques, mecàniques i d'estanqueïtat de l'equip electrònic

Característiques dels equips actius:

- \* Hauran de complir amb els requeriments necessaris per poder ser instal·lats als armaris de via pública definits al projecte: dimensions, condicions d'intempèrie, subjecció, ...
- \* Capacitat de treballar en el rang de temperatures de -20°C a +55°C.
- \* L'alimentació elèctrica 220V AC.

#### 3.2.- Especificacions de l'equip electrònic de xarxa

Característiques de l'electrònica de xarxa:

- \* Suport d'entrades de sincronisme BITS, ToD i GPS.
- \* Oscil·lador OCXO de nivell Stratum 3 o superior integrat.
- \* Plena garantia per part del licitador de tot el material subministrat així com ple suport de qualsevol "bug" que es pogués produir tant a nivell de IOS com de Hardware.
- \* Suport de ports SFP amb possibilitat d'1 G o 10 Gigaethernet per a les connexions de la xarxa troncal i d'agregació.



- \* Suport de ports d'1 Gigaethernet BaseT o 1 Gigaethernet SFP per a la xarxa d'accés amb capacitat mínima pels dispositius finals i un excedent d'un 25%.
- \* Cadascun dels equips disposarà de les llicències necessàries per tal que tots els ports disponibles estiguin actius.
- \* S'inclouran els dispositius SFP necessaris per a totes les connexions.

### **3.3.- Especificacions de nivell de xarxa, networking i servei de l'equip electrònic**

Característiques de nivell de xarxa dels equips actius:

- \* Suport de MPLS, MPLS L2 VPNs i MPLS L3 VPNs, per als dispositius de connexió amb la xarxa troncal.
- \* Suport de SyncE en tots els ports.
- \* Suport de 16.000 adreces MAC com a mínim.
- \* Carrier Ethernet: EVC, E-OAM, Y.1731 FM, HQoS
- \* Nivell 3: OSPF, BGP, IPv4, IPv6, IS-IS, MPLS VPN, VPLS
- \* QoS: ToS, DSCP, WRED, HQoS, ingress/egress stats

### **3.4.- Configuració dels dispositius**

La configuració de funcionament dels diferents dispositius es realitzarà d'acord amb les indicacions dels responsables de l'IMI, d'acord amb els criteris descrits en els documents corresponents.

## 4.- DISPOSITIUS DE LA XARXA D'ACCÉS

La finalitat en els treballs d'aquesta xarxa és la de poder instal·lar els dispositius finals: els Punts d'Accés Wifi, els sensors i tots aquells altres elements instal·lats a la via pública que requereixi una connexió de comunicacions (marquesines, ascensors, reguladors, bol·lards, CCTV, ...).

### 4.1.- Xarxa sense fils

La finalitat és que els diferents punts d'accés WiFi formin un clúster integrat en una xarxa mallada actualment existent.

El dimensionat del nombre de punts d'accés queda definit en els documents corresponents. La ubicació a definir en els projectes haurà de permetre la cobertura més òptima del territori. El prescriptor es reserva la facultat de sol·licitar en fase de projecte un major nombre de dispositius per millorar la cobertura.

#### 4.1.1.- Especificacions elèctriques, mecàniques i d'estanqueïtat de l'equip sense fils

L'equipament seleccionat ha de disposar com a mínim de dos tipus de versions d'alimentació: AC50Hz entre 90 i 400 Volts DC entre 12 i 48 Volts, amb almenys un port Ethernet amb funcions de PoE (Power over Ethernet) a 12VDC i 24 VDC.

L'opció d'alimentació triada no consumiran més de 20W sense fer servir funcions de PoE, ni 48 W si es fa servir la funció de PoE i disposarà d'un suport d'alimentació d'almenys 2 hores front talls de corrent elèctric.

Les connexions elèctriques seran tripolars amb endoll contra l'escomesa amb anclatge de seguretat per evitar desconexions accidentals i disposaran de proteccions front descàrregues elèctriques i de connexió a terra segons la normativa comunitària.

Cada equip WIFI Mesh complirà l'estàndard IEC 60529 IP67 i podrà operar entre -20°C i +55°C.

#### 4.1.2.- Especificacions de radiofreqüència de l'equip sense fils

L'equipament disposarà de diferents antenes per recepció de client que podran fer-se servir amb simultaneïtat. Preferentment es faran servir antenes omnidireccionals, llevat de les instal·lacions sobre paret que requeriran sectorials entre 120° i 150°.

La potència d'emissió té que acomplir EN301893 versió 1.6.1 i disposar de regulació automàtica i manual en totes les bandes del pla de freqüències en increments de 1 dB.

Les Sensibilitats mínimes de Recepció de l'equipament WIFI Mesh serà: -90dBm tant a la banda de 2.4 GHz. com a la banda de 5.8 GHz, incloent la possibilitat de treballar en les bandes habilitades per la modificació del CNAF: UN143 (5,725-5,795 GHz i 5,815-5,855 GHz).

El pla de freqüències en accés i en transport té que generar-se automàticament existint la possibilitat de configuració manual de canals.

Davant una caiguda de tensió l'equipament WIFI Mesh té que fer un autodiscovery automàticament.

L'equipament WIFI Mesh té que seleccionar automàticament el millor canal de transport mesh permetent l'alternança entre les bandes WIFI i WIMAX.

Per assegurar l'ús eficient de l'espectre, els equips Mesh treballaran preferentment a nivell 3.

Se suportaran els protocols IEEE 802.11i and 802.1x (incloent EAP-TLS i EAP-TTLS) i diversos mètodes d'encriptació (com a mínim WPA2 i AES).

Tot l'equipament complirà amb la legislació i normativa vigent de la CE.

#### 4.1.3.- Especificacions de nivell de xarxa, networking i servei de l'equip sense fils

L'equipament Mesh podrà disposar com a mínim de 16 SSIDs visibles o ocults encriptables amb WEP i WPA/WPA2-compatible amb PSK o 802.1x. El sistema ha de suportar almenys 32 VLAN IDs que podran ser definides en base a subneting permetent que diversos SSIDs s'associïn a la mateixa VLAN.

El sistema ha de suportar roaming entre subnets sense interrupció a nivell d'aplicació. En concret té que permetre que un cop autenticat un client VPN no es perdi la connexió amb velocitats de desplaçament fins a 60 Km/h.

El protocol Mesh té que maximitzar l'ample de banda disponible minimitzant missatges de gestió a un 6% de l'ample de banda disponible sobre un canal de radio segur. Té que haver capacitat de limitar l'ample de banda i/o bloquejar clients en els canals wireless d'accés.

Els Routers tenen que disposar de capacitats de millora de la Qualitat de Servei i d'assignació d'Ample de Banda. En aquest sentit, suportaran el protocol 802.11e i estaran configurats per proveir almenys quatre nivells de prioritat assignats a: veu, vídeo, best effort i reste amb latència inferior a 50 mseg.

El protocol de routing Mesh avaluarà moltes vegades per segon el camí adequat per mantenir la comunicació davant situacions de roaming, excess de soroll i/o excés de tràfic entre nodes i entre subxarxes. Existiran mecanismes de control de situacions de frontera de cobertura mitjançant tècniques de cicle d'histeresi. El sistema té que tenir capacitat d'estendre les seves capacitats dissenyades de routing fin a més de 5 hops per preveure la caiguda d'un Gateway.

Tots els Nodes, Gateways i Mòduls de controls podran fer servir SNMP directament, tenint possibilitat d'autenticar-se tant per MAC com per IP sota RADIUS i 802.1x. A més disposarà de funcions DHCP incorporades i possibilitat d'ús dels protocols SSH i HTTPS per configuració i manteniment.

Els equips Mesh tindran capacitats de detecció d'atacs i un primer nivell de reacció. Com a mínim: Eliminaran atacs "Denial of Service", Detectaran "frame flooding", Detectaran "MAC spoofing", Detectaran "Evil Twin" i Detectaran atacs "Rogue AP".

Tots els equips WIFI Mesh han de tenir almenys un port Ethernet lliure (al marge de tasques de monitorització) per connectar serveis. Aquest port tindrà accés directe al Back-haul radio i/o fibra.

L'equipament Mesh seguirà funcionant encara que caigui tota la xarxa de transport i el CPD.

#### 4.1.4.- Instal·lació i posada en marxa dels equips

A l'hora d'instal·lar els dispositius aprofitant els bàculs d'enllumenat o semàfors, caldrà tenir en compte les següents consideracions:

- Com a màxim s'instal·laran **dos elements per bàcul**.
- S'haurà de garantir que el pes dels dispositius instal·lats en un bàcul no posi en risc el **comportament mecànic** del bàcul.
- S'haurà de garantir que el procediment d'instal·lació dels dispositius al bàcul no posi en risc el **comportament físic** del bàcul.
- A l'**interior del bàcul**, per raons d'ordre i seguretat, el cablejat TELCO (cable elèctric i cable de dades) anirà entubat. En el cas dels bàculs d'Enllumenat, amb la indicació de "*Tensió 24h*". Així mateix, caldrà identificar clarament la caixa de proteccions.
- L'accés als bàculs d'Enllumenat es farà amb **dobles portelles**, independitzant al màxim la part d'Enllumenat de la part TELCO.
- El dispositiu ha d'instal·lar-se a una alçada orientativa entre 5 i 7 m. Donada la varietat de suports existents al mobiliari urbà serà necessari que els accessoris de sujecció permetin que les antenes formin un angle de 90° respecte l'horitzontal. Els elements tindran que poder suportar vents inferiors a 180Km/h.
- Tots els cables d'escomesa elèctrica i de fibra s'instal·laran amb elements obturadors i protectors front humitats i fregaments en tots els forats de pas que es realitzin als suports.

La execució final haurà de mantenir els condicionants estètics i arquitectònics proposats pels responsables corresponents de l'Ajuntament i, si s'escau, s'inclourà un element de mimetització.

El desplegament de la xarxa inclourà la configuració i incorporació dels nous elements a la controladora centralitzada i el sistema de gestió i de realització d'informació de reports d'us existents.

Per a tal efecte el sistema ha de contemplar les llicències, i els treballs de configuració i programació corresponents. La configuració de funcionament dels diferents dispositius es realitzarà d'acord amb les indicacions dels responsables de l'IMI, d'acord amb els criteris descrits en els documents corresponents.

## **4.2.- Xarxa de sensors**

Cada espai té els seus requeriments (medi ambient, trànsit, seus corporatives, problemàtica local, ...). El projecte d'urbanització detallarà el nivell d'equipament necessari segons el cas.

Amb **caràcter general** s'incorporarà un **sensor de contaminació acústica** i un **sensor de contaminació atmosfèrica (PM10)**, incloent-hi tots els elements i dispositius necessaris i els treballs d'instal·lació i comprovació

#### 4.2.1.- Magnituds físiques mesurables

Hi ha diferents magnituds físiques que es considera interessant de mesurar-les, algunes d'elles són:

- So
- Temperatura
- Luminositat
- Humitat
- COx (òxids de carboni)
- NOx (òxids de nitrogen)
- PMx: partícules en suspensió
- Vibracions
- Flux de trànsit
- Cabdal
- Volums de pluja
- Velocitat del vent
- pH
- CH4
- Cl
- Compta persones

Igualment, es podran incloure totes aquelles altres magnituds físiques que es puguin considerar d'interès.

Totes aquestes magnituds donen informació sobre diferents sistemes de la ciutat i poden ser utilitzades per interpretar comportaments sobre:

- Contaminació acústica
- Clima
- Contaminació atmosfèrica
- Gestió del trànsit
- Composició de l'aigua

#### 4.2.2.- Clients del sistema

S'entén com a client del sistema de sensors aquella entitat o entitats que sol·liciten un servei associat a dades obtingudes del magatzem d'informació.

Aquests ho sol·licitaran a la Direcció de Ciutats Intel·ligents i Telecomunicacions de l'IMI.

Aquest servei inclou la captura de dades a través d'una xarxa de sensors, la comunicació, emmagatzematge i tractament de les dades, i la presentació de les mateixes al client, en un format predeterminat.

Els possibles Clients potencials d'aquest servei són:

- Direcció del Cicle de l'Aigua (composició de l'aigua)
- Departament de Control i Reducció de la Contaminació Acústica (Contaminació acústica, Patrons sonors: alarmes, sirenes, ...)

- Direcció d'Inversions i Espais Vials (Vibracions del sòl, Esquerdes, Flux de trànsit)
- Direcció de Serveis de Neteja i Recollida d'Escombraries (Mobilitat dels vehicles de recollida d'escombraries, Estat dels contenidors)
- Agència de Salut Pública (Contaminació atmosfèrica)

I tots aquells altres departaments o entitats de l'Ajuntament de Barcelona, o externs, que ho sol·licitin i ho justifiquin adequadament, d'acord amb les condicions establertes.

Els requisits dels dispositius a instal·lar, així com els paràmetres i condicions a mesurar, hauran de ser definits i facilitats pel corresponent departament de l'Ajuntament de Barcelona a través de l'IMI.

#### 4.2.3.- Requeriments funcionals dels dispositius

Es **requereix que els sensors i actuadors** que es despleguin a la ciutat ho facin d'una forma estàndard i, en concret, **enviïn sempre les dades a través de la plataforma SentiloBcn**.

El principal objectiu de SentiloBCN és **abaratar costos de desplegament i manteniment de sensors** i, per tant, l'Ajuntament de Barcelona valora la reducció i/o simplificació dels equipaments intermedis i l'alineació de la solució de comunicacions plantejada amb la infraestructura de Telecomunicacions dissenyada a la ciutat de Barcelona.

En concret, es valorarà:

- La **simplificació o eliminació** dels possibles **equipaments locals o servidors** a utilitzar **per processar les dades** mesurades "en cru". Aquests equipaments poden ser substituïts per mòduls específics (càlcul d'informació, conversió de dades, generació d'alarmes, ...) desenvolupats seguint les pautes d'arquitectura modular i desacoplada definides per l'arquitectura Smart City de Barcelona. Aquests mòduls addicionals s'instal·laran dins de la infraestructura TIC de l'Ajuntament de Barcelona i han d'incloure la documentació suficient per poder fer la seva gestió.
- Que l'**enviament de les dades** dels sensors es realitzi a través de **mecanismes via PUSH**. És a dir que les dades vagin des dels sensors a SentiloBCN i d'allà a les aplicacions i així reduir els mecanismes tipus PULL on les aplicacions demanen periòdicament les dades als sensors i que fan més difícil garantir el creixement i escalabilitat de la plataforma.
- La **simplificació o eliminació** dels possibles **elements de telecomunicacions** a instal·lar addicionalment en el terreny per fer possible la solució plantejada. En aquesta línia, es valorarà que es prioritzin les xarxes de comunicacions pròpies de l'Ajuntament (fibra òptica, xarxa WiFi) minimitzant la utilització d'elements de comunicació addicionals com poden ser la xarxa 3G, gateways propis, etc.
- La **simplificació o eliminació** dels possibles **elements que proporcionin tensió elèctrica**. Això vol dir que es prioritzarà la utilització d'alimentació elèctrica (sempre que es pugui disposar de punt de connexió elèctrica) o amb plaques solars (sempre que aquest mitjà permeti garantir les freqüències d'enviament desitjades). En cas d'utilitzar bateries es valorarà que tinguin la màxima durada possible i que SentiloBCN rebi informació sobre el nivell de bateria disponible.





#### 4.2.4.- Especificacions del sensor de contaminació acústica

Els sensors de contaminació acústica hauran de complir, com a mínim, amb els següents requeriments:

- Temps d'integració d'1 minut
- Paràmetre a emmagatzemar: nivell equivalent ponderat A (LAeq) en dB(A)
- Desviació màxima acceptada  $\pm 2$  dB(A)
- Rang de mesura mínim: 40-100 dB(A)
- Transmissió de dades segons les especificacions de sentilo.io
- El sensor ha de permetre realitzar la verificació de la calibració "in situ" mitjançant un calibrador acústic que compleixi els requisits establerts per calibradors de classe 1 a l'Ordre de 25 de setembre de 2007 per la qual es regula el control metrològic de l'estat dels aparells destinats a mesurar els nivells de so audible i els calibradors acústics.
- El sensor ha de ser resistent a les inclemències meteorològiques (temperatura, pluja i vent)

En concret, haurà de complir amb els següents requeriments:

#### Influència de les condicions ambientals

- **Nivell de protecció contra l'ingrés d'objectes sòlids estranys i l'ingrés d'aigua segons IEC 60529:**  
IP66 protecció forta contra la pols i protecció contra dolls molt potents d'aigua
- **Rang de temperatura de correcte funcionament acústic:**  
- 10°C a +50°C
- **Rang de temperatura amb càrrega i descàrrega de bateria:**  
0°C a +40°C
- **Protecció del micròfon en vers les inclemències meteorològiques i agents externs:**  
Pantalla antivent, protecció en vers pluja i neu, disseny anti-ocells. Els efectes de les proteccions del micròfon no faran variar les especificacions de mesurament del nivell sonor.

#### Mesurament del nivell sonor

- **Rang de mesurament lineal segons IEC 61672-1:**  
Rang únic de mesurament de 40 a 120 dBA
- **Rang de linealitat sense canvi d'escales:**  
80 dB
- **Magnitud acústica de mesurament:**  
Nivell sonor continu equivalent d'1 minut segons IEC 61672-1
- **Ponderació freqüencial segons 61672-1:**



Ponderació freqüencial A

- **Marge freqüencial pel compliment de les toleràncies com a classe 2 de la resposta freqüencial segons IEC 61672-1:**

de 10 a 20,000 Hz

- **Calibratge:**

L'equip permetrà ser calibrat amb un calibrador acústic segons norma IEC 60942. L'equip permetrà la introducció de senyals elèctrics per a la seva verificació elèctrica segon IEC 61672-3.

#### Alimentació

- **Xarxa elèctrica:**

85-264 VAC  
47-63 Hz

- **Bateria interna:**

- Autonomia mínima: 19 hores
- Temps de càrrega màxim per obtenir l'autonomia mínima: 5 hores

#### Transmissió de dades

- **Interfície:**

Port de xarxa local LAN (RJ45)  
Port USB (intern)

- **L'instrument permetrà configurar:**

- El host on envia la informació
- L'identificador del proveïdor
- L'identificador del sensor
- El token d'autenticació

#### Normatives

- **UNE-EN 60942 Electroacústica. Calibradores acústicos.**
- **UNE-EN 61672-1 Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.**
- **UNE-EN 61672-3 Electroacústica. Sonómetros. Parte 3: Ensayos periódicos.**
  
- **NOTA:** La norma internacional IEC 61672-1 coincideix amb la norma UNE-EN 61672-1, La norma internacional IEC 61672-3 coincideix amb la norma UNE-EN 61672-3, la norma internacional IEC 60942 coincideix amb la norma UNE-EN 60942