



ATL

Ente d'Abastament
d'Aigua Ter-Llobregat

TÍTOL DEL DOCUMENT

**ESPECIFICACIONS I REQUISITS TÈCNICS D'UN PROJECTE
D'AIXECAMENT AMB LÀSER ESCÀNER 3D**

ÍNDEX

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓ..... | 3 |
| 2. OBJECTIU I ANTECEDENTS | 3 |
| 3. OBJECTIU DEL DOCUMENT | 3 |
| 4. DEFINICIÓ DE L'ABAST..... | 4 |
| 4.1. PRESA DE DADES IN SITU | 4 |
| 4.1.1. TREBALLS DE TOPOGRAFIA | 4 |
| 4.1.2. ESCANEJAT 3D | 5 |
| 4.2. PROCESSAT DE DADES | 6 |
| 4.3. INFORME DE TOPOGRAFIA..... | 7 |
| 4.4. LLIURABLES | 7 |
| 4.5. PLA D'ASSEGURAMENT I DE CONTROL DE QUALITAT DE LA PRESA DE DADES IN SITU | 8 |
| 4.5.1. CONTROL TOPOGRAFIA | 8 |
| 4.5.2. CONTROL ESCANEJAT 3D | 8 |
| 4.6. GARANTIA D'ÚS DELS ARXIVS | 9 |
| 4.7. PRECISIONS I TOLERÀNCIES (LEVEL OF ACCURACY)..... | 9 |
| 4.8. MITJANTS HUMANS I MATERIALS DE L'EQUIP DE PRESA DE DADES IN SITU | 9 |
| 5. ANNEX: PROCEDIMENT IPO-002 | 11 |

1. INTRODUCCIÓ

En el marc del contracte de serveis de consultoria per a la formació del personal, assessorament tecnològic i implementació del BIM a ATL es va realitzar un aixecament 3D amb làser escàner que contenia les tasques:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 0 | AIXECAMENT 3D AMB LÀSER ESCÀNER |
| 3 | 3 | 1 | PROPOSTA DE REQUISITS PER A L'AIXECAMENT 3D |
| 3 | 3 | 2 | DESENVOLUPAMENT DE L'AIXECAMENT 3D |
| 3 | 3 | 3 | LLIURAMENT DELS NÚVOLS DE PUNTS I DOCUMENTACIÓ DEL PROJECTE |
| 3 | 3 | 4 | APROVACIÓ DEL LLIURAMENT I ESTANDARITZACIÓ DELS REQUISITS |

Aquest document correspon al lliurable de la tasca 3.3.1: Proposta de requisits per a l'aixecament 3D.

Aquest aixecament 3D va de ser d'una instal·lació amb Dipòsit i Estació de Bombament per a que servís com a exemple que permetés concretar i estandaritzar els termes de l'execució d'aquestes feines a ATL.

2. OBJECTIU I ANTECEDENTS

L'objectiu de l'escanejat 3D és múltiple:

- Disposar d'una font gràfica fiable i actualitzada de l'estat de les infraestructures d'ATL, basada en núvols de punts, per tal de què serveixi pel desenvolupament dels models BIM del projecte pilot dins l'abast del contracte d'implementació del BIM a ATL.
- Disposar d'un document d'especificacions i requisits tècnics als quals haurà de donar compliment un projecte d'aixecament amb làser escàner 3D a ATL.

Es va escollir per a servir de base a l'execució d'un aixecament que permetés la realització d'aquest document l'Estació de Bombament d'Esparreguera 2, que compleix amb el requisit d'ésser una infraestructura prou representativa atès el seu tamany mitjà, i que inclou Dipòsit, Dipòsit auxiliar, Estació de Bombament, cambra de claus, cloració i, fins-i-tot, un edifici de l'empresa d'abastament en baixa.

3. OBJECTIU DEL DOCUMENT

Aquest document, i les seves possibles revisions posteriors, serà emprat com a referència pel Plec de Prescripcions Tècniques Particulars quan ATL hagi de contractar els serveis d'escanejat 3D, partint de la base que els arxius de núvols de punts obtinguts serviran per a desenvolupar els models BIM de la realitat construïda a les infraestructures d'ATL.

4. DEFINICIÓ DE L'ABAST

4.1. PRESA DE DADES IN SITU

4.1.1. TREBALLS DE TOPOGRAFIA

El primer paquet de treball correspon a un aixecament taquimètric, fet amb topografia clàssica, d'un marc de referència, sobre el sistema de referència geodèsic ETRS89, i emprant com a projecció la UTM, per tal de poder geo-referenciar els arxius de núvols de punts.

Aquests treball seguirà, tanmateix el que diu el procediment d'ATL anomenat IPO-002 "Bases tècniques generals per a la redacció de projectes constructius. Versió 7.0". El que estableix aquest procediment específicament pels treballs de topografia, en el seu apartat 2.2.4 s'ha inclòs com a apartat 5 en aquest document, i sempre es consultarà l' IPO-002.

Aquest aixecament inclourà:

- a. La cerca, identificació i encaix de les bases més properes (si n'hi ha) per a la georeferenciació de la infraestructura.
- b. La implantació d'un marc de referència local, el qual constarà d'una poligonal principal amb les bases de replanteig situades a l'exterior i a l'interior dels edificis i/o cossos edificats. Aquest marc de referència servirà de recolzament per tal de poder aixecar unes bases de replanteig, en base a les quals es referenciarà la presa de dades de l'equip de làser escàner 3D.

Caldrà dur a terme una inspecció visual per tal de determinar la millor ubicació de les bases topogràfiques de replanteig, amb el criteri de:

- i. Disposar de la màxima visibilitat.
- ii. Que des de cada base es poguessin observar dues bases més com a mínim.

Depenent de la tipologia de la infraestructura en qüestió, si la parcel·la on aquesta està ubicada disposa de pati exterior, caldrà col·locar bases als paviments (caldrà fer-ho en els paviments de formigó), amb tipus punta d'acer o cargol roscat, perquè actuïn com a bases fixes i perdurin en el decurs del temps. A l'interior (amb el vist i plau sota dels tècnics d'ATL) es col·locaran una sèrie de dianes de control que serviran de referència a les posicions d'escanejat interiors.

Tanmateix a banda de dur a terme l'aixecament del perímetre de la parcel·la on hi hagi la infraestructura d'ATL, també caldrà dur a terme l'aixecament topogràfic de l'exterior immediat de la parcel·la. Caldrà cercar buscar les bases que l'ajuntament tingui en aquesta zona per a incloure-les en aquests treball topogràfic, i en el seu defecte, caldrà identificar elements colindants de vial o d'espai públic, com ara vorera, línia de façana a carrer, xamfrà o bé vèrtex en cantonades d'edificis, si no es disposa de bases de l'ajuntament properes.

Els treballs d'aixecament topogràfic inclouran específicament la presa de dades de:

- a. Arquetes i cambra de claus:
 - i. La cota de solera de formigó.
 - ii. La cota de la generatriu superior de la/les canonada/es d'entrada i de sortida.
- b. Pericons de la xarxa de sanejament i desguàs:
 - i. La cota de solera de formigó.

- ii. Les cotes de fil d'aigua de les canonades d'entrada i de sortida al pericó.

4.1.2. ESCANEJAT 3D

Una vegada s'ha aixecat les bases de replanteig, es durà a terme el procés de presa de dades amb equip tipus làser escàner 3D. Aleshores, aquesta presa de dades 3D es realitzarà amb l'ús de tecnologia Làser Escàner Terrestre, generant un model de Núvol de Punts 3D (COLOR +HDR a interiors de sales i espais amb instal·lacions i equips, i amb escala de grisos a l'exterior i elements d'obra civil), Tanmateix, amb la mateixa presa de dades amb làser escàner 3D caldrà capturar fotografies de 360°.

Requisits tècnics:

- a. Pel que fa a la densitat del núvol de punts es demana:
 - i. Pels elements d'obra civil, un punt cada 5mm a 10 metres.
 - ii. Pels elements d'instal·lacions i equips, un punt cada 3 mm a 10 metres.

Aquest criteri es veurà recolzat en les bones pràctiques per raó d'evitar generar arxius massa voluminosos, i que dificultin (innecessàriament) el treball en la càrrega d'aquests arxius amb les eines de modelat BIM.

Com a criteri general, cal tindre en compte que en els àmbits i espais es detecti que poden haver-hi zones d'ombra en la presa de dades amb làser escàner, arrel de l'elevat nombre i densitat d'equips i d'instal·lacions, o bé per la seva disposició, caldrà dur a terme la presa de dades des de varis punts, per tal de garantir de què l'escàner 3D ha pres dades de la totalitat dels actius.



Il·lustració 1. Exemple de sala de bombes on caldrà, almenys, tres posicionats de l'escàner 3D, amb una densitat de punts de 3 mm cada 10 metres

- b. Precisió de lectura local de $\pm 2\text{mm}$.

- c. En cadascun dels punts de posicionament de l'equip de làser escàner, caldrà anivellar l'equip primer amb el nivell esfèric, i després amb el sistema automàtic per compensació de doble eix.
- d. La precisió de la mesura aïllada serà igual o millor que:
 - a. Posició 3D $\leq 3\text{mm}$ a 50m de distància i no superarà en cap cap els 6mm a 100 metres.
 - i. L'error lineal haurà de ser $\leq 2\text{mm}$.
 - ii. L'abast de l'equip a emprar haurà d'estar comprès entre 1-100 metres com a mínim.
- e. Segons l'envergadura de les sales, espais, i/o infraestructura a escanejar, caldrà dur a terme escanejats base i escanejats complementaris.
 - i. Escanejat 3D base.

Els escanejats base son els mínims a dur a terme, i que permeten donar compliment a la precisió requerida. Tanmateix, cal tindre en compte que a mesura que s'incrementa el nombre de posicions d'escanejat, s'incrementa l'error acumulat. És per això que cal fer un nombre de posicions estratègiques per tal de reduir els errors al mínim, i fer que totes les posicions quedin ajustades a la poligonal tancada de topografia.

Aquesta xarxa de posicions d'escaneig és la xarxa principal que s'utilitzarà per a la fase de registre dels escanejats i la que determinarà, per tant, la precisió global obtinguda.
 - ii. Escanejat 3D (complementari).

Els escanejats complementaris seran una molt bona part del total de les posicions d'escàner 3D del projecte. L'única diferència és que el registre es realitzarà generalment per algoritme ICP (Iterative Closest Point) i no per selecció de dianes de la xarxa topogràfica general.

Es durà a terme a terme els escanejats complementaris sense color (Escala de Grisos) pels elements d'obra civil, i en color per a les zones amb instal·lacions i equips.
- f. Si es lliuren varis arxius de núvols de punts, aquests hauran d'estar subdividits en arxius contenidors, organitzats de manera que el tamany de cadascun d'ells no sigui major de 2 Gbytes.

4.2. PROCESSAT DE DADES

Després dels treballs de camp, es realitza a l'oficina un post-processat de les dades obtingudes, consistent en la unió de les diferents posicions de lectura de l'escàner, garantint el registre amb precisió i en un temps reduït.

Els treballs principals seran:

- Descàrrega i emmagatzematge de còpia de seguretat de les dades obtingudes.
- Registre i/o unió de les diferents posicions d'escaneig.
- Aplicació de filtres.
- Neteja de les dades errònies i redundants.

- Retall i divisió d'unitats: lliurament dels núvols de punts 3D a diferents blocs/contenidors.
- Optimització de les dades i exportació a formats requerits.

4.3. INFORME DE TOPOGRAFIA

Una vegada s'hagi finalitzat els treballs de presa de dades a camp, caldrà redactar un informe específic que inclourà:

- Els arxius obtinguts i la metodologia dels treballs, així com el detall de les casuístiques.
- Plànols CAD amb: l'emplaçament i les posicions del marc de referència, de les bases de replanteig, i totes les ubicacions dels equips de làser escàner 3D.

La redacció d'aquests documents seguirà, tanmateix el que diu el procediment d'ATL anomenat IPO-002 "Bases tècniques generals per a la redacció de projectes constructius. Versió 7.0". El que estableix aquest procediment específicament pels treballs de topografia, en el seu apartat 2.2.4 s'ha inclòs com a apartat 5 en aquest document.

4.4. LLIURABLES

- a. Núvols de punts 3D optimitzats, georefenciats, amb els següents formats:
 - i. E57 (format estandarditzat, norma ASTM E2807).
 - ii. RCS (software Autodesk: AutoCAD, Plant 3D, Recap, Revit, Navisworks).
- b. Núvols de punts 3D optimitzats, amb coordenades capades (ubicats en l'origen de coordenades), amb els següents formats:
 - i. E57 (format estandarditzat, norma ASTM E2807).
 - ii. RCS (software Autodesk: AutoCAD, Plant 3D, Recap, Revit, Navisworks).

Caldrà que aquest lliurament inclogui les dades de translació en X,Y per a la seva correcta georeferenciació.
- c. Infografia 2D/3D amb la representació de subdivisió de contenidors en què s'ha dividit el projecte, format JPG.
- d. Arxiu CAD, en format DWG/DGN i PDF, com a plànol d'emplaçament de les bases i de la totalitat de l'àmbit.
- e. Fotografies:
 - i. Fotos de 360°.
 - ii. Fotografies de l'interior de les arquetes i dels pericons.

- iii. Fotografies dels equips, on es pugi apreciar amb detall el codi del Tag (codi ubicació del GMAO).
- f. Memòria dels treballs de topografia i d'escanejat.
 - i. Especificacions dels equips emprats.
 - ii. Descripció de les casuístiques detectades.
 - iii. Incorporació en la memòria d'una imatge federada de l'arxiu DWG de topografia i dels núvols de punts, assegurant la seva georeferenciació.
- g. Arxiu/s en format de publicació obtinguts a partir de l'equip d'escanejat. Aquests arxius són d'accés via navegador web.

4.5. PLA D'ASSEGURAMENT I DE CONTROL DE QUALITAT DE LA PRESA DE DADES IN SITU

4.5.1. CONTROL TOPOGRAFIA

Les Bases i Dianes s'observen amb estació total aplicant la Regla de Bessel (lectura directa i inversa) a les visuals, això permet eliminar els possibles errors sistemàtics d'ajust així com els accidentals, també s'apliquen a les observacions les correccions d'esfericitat i refracció.

A cadascuna de les bases, en el moment de l'observació, es prenen les dades de temperatura, humitat relativa i pressió atmosfèrica, ja que afecten les visuals i cal contemplar-ho per al càlcul de la poligonal topogràfica.

Pel que fa al càlcul de la xarxa de bases, es realitza un ajust per mínims quadrats aplicant estimadors robustos en bloc (mètode danès), a totes les mesures fetes amb estació total corresponents a les poligonals que conformen la xarxa de bases i dianes de tot l'àmbit.

El control i assegurament de la qualitat dels treballs de topografia seguiran el que diu el procediment d'ATL anomenat IPO-002 "Bases tècniques generals per a la redacció de projectes constructius. Versió 7.0". El que estableix aquest procediment específicament pels treballs de topografia, en el seu apartat 2.2.4 s'ha inclòs com a apartat 5 en aquest document.

4.5.2. CONTROL ESCANEJAT 3D

En el decurs de la fase de registre, durant el post-processat els núvols de punts es sotmeten a algorismes que cerquen la relació espacial exacta entre una sèrie de núvols de punts relatius a un objecte adquirit des de diversos punts de vista, per tal de representar-ho sobre la base d'una vista presa com a referència. El registre es subdivideix en una primera fase d'alineació preliminar dels escanejats (Coarse Registration), seguida d'un afinat del registre (Fine Registration). La fase de registre requereix que els escanejats presentin una bona superposició entre ells. És per això que ha de ser considerat a les fases precedents de planificació i adquisició. El mètode per a l'alineament final dels escanejats més utilitzat comunament és el de l'algorisme ICP (Iterative Closest Point).

L'algoritme ICP es compon de dues passes. Al primer, s'identifiquen parelles d'hipotètics punts corresponents a l'àrea de superposició de dos "Range Map". Successivament es fa el procés d'optimització que computa una transformació rígida que redueix la distància (per mínims quadrats) entre els dos conjunts de punts. El procés és reiterat fins que els criteris de convergència siguin satisfactoris.

Qui desenvolupi l'escanejat haurà de dur a terme la revisió i validació en relació als possibles overlappings.

4.6. GARANTIA D'ÚS DELS ARXIUS

Els arxius de núvols de punts són la informació de base per tal de desenvolupar els models 3D/BIM, i per tant, tindran la capacitat d'ésser importats en les eines de modelat BIM.

Per a l'optimització dels recursos informàtics i la utilització, el responsable del projecte d'escanejat 3D haurà de tindre en compte la necessitat, a criteri del responsable del projecte d'escanejat si s'escau, de dur a terme una partició geogràfica en contenidors i per zones, tenint present que les divisions han de ser d'una mesura de fitxer que permeti l'ús fluid amb les eines de software CAD/BIM, amb l'objectiu d'optimitzar els lliuraments a l'equip de modelat, a més de facilitar-ne l'ús dels fitxers.

Es important esmentar que els arxius no poden superar els 2 Gb de tamany.

4.7. PRECISIONS I TOLERÀNCIES (LEVEL OF ACCURACY)

A continuació assenyallem quines són les toleràncies màximes permeses:

| | |
|---------------------------|---|
| - Obra civil | Local(*) $\pm 30\text{mm}$. General(*) $\pm 50\text{mm}$ |
| - Instal·lacions i equips | Local $\pm 30\text{mm}$. General $\pm 25\text{mm}$ |

(*) Les toleràncies locals es refereixen a les pròpies del procés d'elaboració de plànols, les toleràncies generals són la suma d'aquestes amb què s'arrossegueu de l'escanejat 3D i dels núvols de punts.

Es farà una comprovació "in situ" amb un distànciòmetre laser, per a dos elements (manòmetre i actuator/cabalímetre)

4.8. MITJANTS HUMANS I MATERIALS DE L'EQUIP DE PRESA DE DADES IN SITU

Mitjans materials

Es subministraran tots els equips i materials necessaris per dur a terme els treballs requerits:

- Referències, dianes i esferes per garantir la unió entre les diferents posicions d'escaneig.
- Elements especials necessaris per situar els equips de mesurament en emplaçaments complicats (si fos el cas).
- Equip de mesurament Làser Escàner.

d. Estació topogràfica total i jaló.

L'estació total inclourà els següents components:

- i. Pantalla alfanumèrica LCD.
- ii. Distanciòmetre.
- iii. Calculadora.
- iv. Trackejador.
- v. Programa pel càlcul de coordenades.
- vi. Leds de notificació.

e. Equips de seguretat i EPI's del personal tècnic.

Els equips que hauran de dur el personal per tal d'accedir a les instal·lacions d'ATL quedaran fixats dins la Coordinació d'Activitats Empresarials (CAE).

Mitjans humans

Els perfils requerits seran:

1. Responsable del projecte. Amb experiència acreditada en el desenvolupament d'aixecaments amb làser escàner 3D amb tres anys o més d'antiguitat acreditada.
2. Topògraf amb formació acreditada.
3. Ajudant de topografia a camp.
4. Ajudant de topografia en back-office. Serà el responsable de post-procés dels núvols de punts.

Requisits en matèria de formació:

- a. El personal que hagi d'accedir a les instal·lacions d'ATL haurà d'estar informat i format en matèria de protecció de riscos laborals, fixada en el marc de la coordinació de les activitats empresarials (CAE).

5. ANNEX: PROCEDIMENT IPO-002

ATL disposa d'un procediment (IPO-002) que defineix els estàndards pels treballs de topografia: "Bases tècniques generals per a la redacció de projectes constructius. Versió 7.0".

S'incorpora aquest procediment en la versió esmentada, per la qual cosa, el responsable dels treballs de topografia haurà de sol·licitar a ATL si aquest procediment està en revisió i/o ha estat actualitzat.

Aquest procediment en el seu apartat 2.2.4 diu literalment:

2.2.4. Topografia.

El sistema de referència geodèsic a utilitzar serà el ETRS 89. Seguidament s'estableix com s'ha d'estructurar l'annex i es donen les instruccions i els criteris generals per a la realització dels treballs. (Sempre que el Director del projecte ho consideri oportú es podran adoptar criteris diferents, menys exhaustius, en funció de l'abast, magnitud, naturalesa i particularitats del projecte, i en tot cas el PPTP del concurs per a la contractació dels serveis d'enginyeria corresponents podrà establir-ne d'altres).

L'annex contindrà es següents apartats:

- a. Memòria a. Establiment de les bases de replantejament.*
- b. Procés per a determinar les coordenades "X", "Y" i "Z" de les bases de replantejament.*
- c. Aparells utilitzats a la feina.*
- d. Presa de dades i ampliació de detalls.*

a. Memòria Es farà una descripció breu del treball executat.

b. Establiment de les bases de replantejament. Els vèrtexs de la poligonal es materialitzaran en el terreny amb senyals permanents. La senyalització de les Bases de Replantejament es portarà a terme amb claus d'acer tipus Mess-Punkt, Spit, HitoFeno o fins i tot formigó amb un tub forat, segons ho requereixi el terreny. Totes portaran pintat el seu nom amb pintura vermella i a la feina s'inclourà la corresponent ressenya i fotografia. El pla o croquis haurà de ser prou detallat, perquè resulti fàcil la seva identificació sobre el terreny.

c. Procés per determinar "X", "Y" i "Z" de les bases de replantejament. S'indican els vèrtexs geodèsics de la Xarxa Nacional amb les seves coordenades que serveixen de base per a l'establiment de coordenades de les bases de replantejament. S'indica el procediment utilitzat (GPS o altres). Les coordenades seran UTM; les coordenades "Z" s'ajustaran a cotes establertes en instal·lacions de ATL. Les coordenades "X" i "Y" tindran almenys 4 decimals i les coordenades "Z" tres decimals. La distància entre bases no serà superior a 500 metres.

d. Presa de dades i ampliació de detalls. La presa de dades per elaborar els plànols taquimètrics de traçat de canonada, així com d'implantació de dipòsit, estacions de bombament i altres edificis o instal·lacions es farà a escala 1/500. Per a aquests treballs es fixa una densitat de punts mínima de 50 punts/Ha. Per als treballs de detall com encreuaments de carreteres, sifons, aqüeductes, xemeneies d'equilibri, obres de fàbrica i altres, el treball es farà a escala 1/200. La densitat de punts no serà inferior a 100 punts/Ha. L'escala de presentació per als treballs d'escala 1/500 serà 1/1000 i per a la d'1/200 serà 1/500 en general, encara que pot variar en alguns casos si així ho decideix el Director del Projecte. Situacions especials que puguin presentar-se durant la redacció del Projecte les decidirà el Director del mateix. Per als plànols de traçat de canonada es prendrà una banda de terreny de 50 metres o aquella, superior, que s'indiqui al PPTP del contracte; l'amplitud de la banda a cada costat de la canonada la indicarà el Director del Projecte. En els

plànols es grafiarà sempre el nord. Per als plànols a escala de detall 1/200 la distància entre corbes serà de 0,5m i es distingirà metro a metro. En el grafiat dels talussos cal mantenir el corbat, encara que només sigui de les línies mestres. Si el terreny és excepcionalment pla es permetrà no corbar el topogràfic.

Elements a topografiar:

a. Serveis Es recolliran amb tota precisió els serveis existents, fins i tot els que estan en construcció en aquests moments. Es grafiaran totes les línies elèctriques tant d'AT com de BT, indicant el final de les línies aèries, pals i torres, ET i si fora possible les línies soterrades. El mateix per a les línies telefòniques, conduccions de gas, oleoductes i aigua potable indicant les fites corresponents i seguint el traçat soterrat sempre que sigui possible. Les sèquies, canals, basses, cisternes, pous, fins i tot mines d'aigua si fora possible quedaran clarament identificades. En zones urbanitzades es marcaran col·lectors, embornals, arquetes de registre indicant la seva profunditat, etc., En el cas de les línies d'AT s'indicarà l'altura de diversos punts dels cables més baixos de la catenària i el voltatge de la línia. En el cas de sèquies i col·lectors es prendran les dimensions sempre que sigui possible. (El treball de completar la identificació de serveis correspon a un altre Annex del Projecte).

b. Construccions Hauran de quedar definides amb claredat, distingint entre construccions sòlides i barraques o patis descoberts. Els murs, tanques i marges de pedra han de quedar perfectament grafiats.

c. Cultius, arbrat i usos del terra. En els plànols s'indicaran els tipus de cultius, horts, terrenys erms, llocs d'amuntegament o extracció de terres, etc., delimitant perfectament les diferents zones. Quant a l'arbrat es marcaran amb exactitud els arbres aïllats o que formin petits grups i quan es tracti de masses boscoses es marcaran perfectament les vores. Si es coneix el tipus d'arbre, s'indicarà en el plànol.

d. Vialitat. Quan la canonada vagi a transcórrer al llarg d'una carretera és indispensable marcar la línia blanca més pròxima, així com la línia extrema de cap de desmunt o base de talús (incloses les cunetes) amb la finalitat de complimentar la legislació vigent en el moment de procedir al traçat. S'indicarà el número de la carretera o autovia o autopista, així com els punts quilomètrics i el nom i la direcció de les poblacions més pròximes. En zones urbanitzades es marcarà el límit del paviment, vorades, voreres, guals, etc., Les cotes del límit de calçada correspondran a la part superior de la mateixa. Per a escala de detall 1:500 es prendran punts de límit de calçada almenys cada 15 m i en el cas d'escala de detall 1:200, cada 10 m. Es grafiaran els noms de carrers i places. Quant a les línies de ferrocarril, es marcaran tots els carrils (fins i tot el tercer carril si n'hi hagués, indicant clarament la seva naturalesa), balast, pals, o torres de catenàries, caixes de senyals, etc., Es grafiaran les catenàries, indicant la seva cota fins a la cara superior del carril. Les cotes corresponents a les vies corresponen a la cara superior del carril. Quedarà totalment grafiada la plataforma (en talús o desmunt) incloses les cunetes. Es marcaran els punts quilomètrics i les direccions i el nom de les estacions més pròximes, així com l'entitat explotadora de la línia. Quan no es pugui accedir per qualsevol motiu, a zones a topografiar s'avisarà al Director del Projecte que decidirà el que cal fer. Treballs especials de topografia que requereixin l'execució de vols seran objecte d'un Plec Particular.