

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Estudi de la implementació d'un tramvia a la ciutat de Girona

**Document:** Resum

**Alumne:** Oriol Roura Vidal

**Tutor:** Josep Daunis i Estadella, Remei Calm Puig  
**Departament:** Informàtica i Matemàtica aplicada  
**Àrea:** EOI i MA

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2017

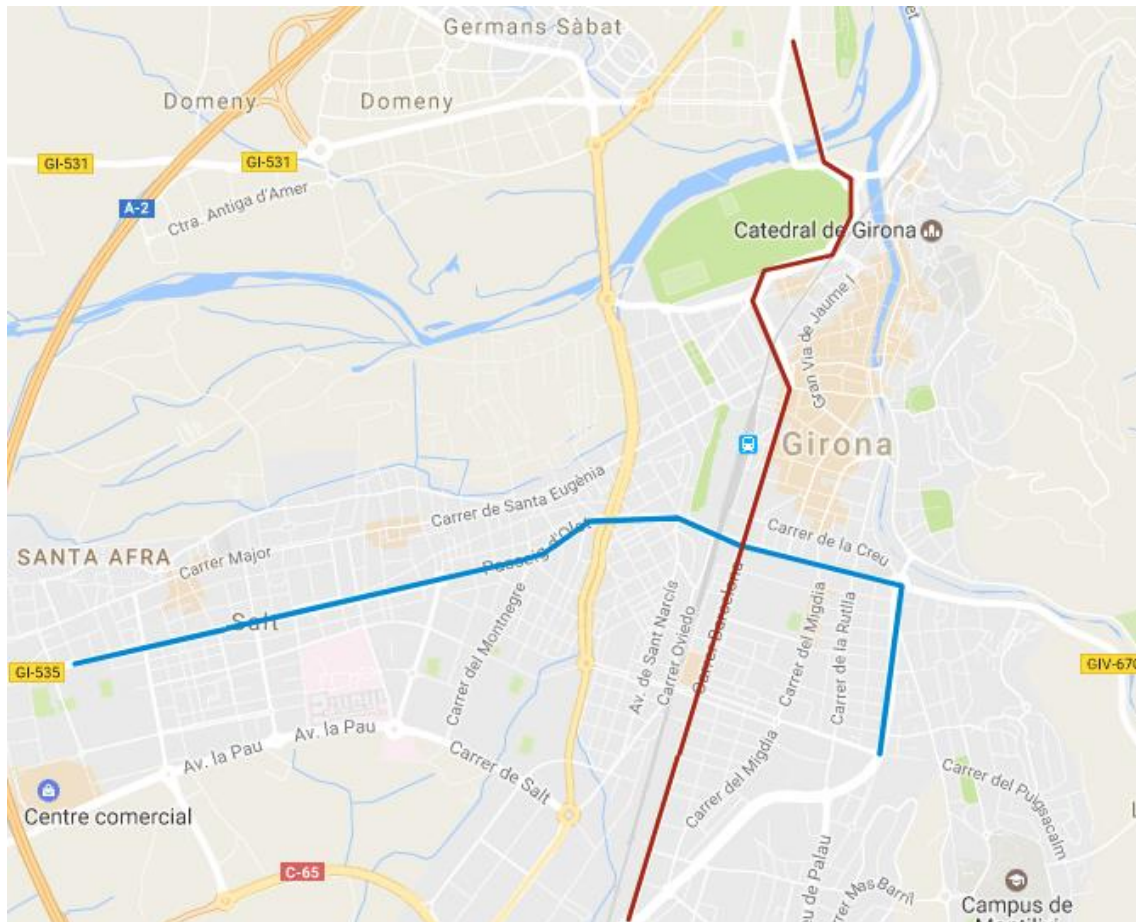
Davant l'increment del nombre d'habitants que s'està produint actualment en les ciutats, el transport públic sorgeix com un mitjà de transport accessible a tota la població, oferint-los trajectes amb gran comoditat. Però els nivells de contaminació als quals s'està arribant ha posat en alerta la majoria de grans ciutats, que s'estan decantant per l'ús del tramvia com a solució sostenible per al medi ambient.

Encara que actualment les ciutats de l'estat espanyol on s'ha implementat el tramvia tenen una xifra d'habitants superior a les 500.000 persones, excepte Vitòria, hi ha un gran nombre de ciutats arreu d'Europa on la població és d'aproximadament 150.000 persones i han optat pel tramvia. A Girona i la seva conurbació, al tenir un potencial de creixement molt alt, es considera necessari el plantejament d'un sistema de tramvies.

En la proposta d'implementació del tramvia, en primer lloc hem estudiat quina seria el recorregut que més s'adapta a la ciutat. Per això hem tingut en compte que ha de circular per trams rectilinis, evitant corbes tancades, i donar accés als punts més importants de la ciutat. Els carrers candidats a albergar la via, els quals s'observen a la figura 1, serien el Passeig de Països Catalans, el Passeig d'Olot, el carrer Emili Grahit, l'avinguda Lluís Pericot, l'avinguda Montilivi i la carretera Barcelona.

El tramvia estaria format per dues línies. La línia 1 tindria com a origen el Pavelló Municipal d'Esports de Salt i com a destí el campus de Montilivi, formant part d'aquest trajecte el Passeig de Països Catalans, el Passeig d'Olot, el carrer Emili Grahit, l'avinguda Lluís Pericot, el carrer Riera de Buganto i un tram de l'avinguda Montilivi. En el seu pas passaria per les zones de més densitat de població de Salt i Girona.

La línia 2 té el seu inici en el polígon comercial Mas Gri, a la part sud de la carretera Barcelona, i el seu destí es localitza a l'hospital Josep Trueta. Aquesta línia compren la carretera Barcelona, la ronda Ferran Puig, un tram del carrer Riu Güell, el passeig de la Devesa i l'avinguda França. El seu pas per carretera Barcelona i la proximitat amb la zona de la Devesa i del Barri Vell augmenten l'interès de la situació de la línia en aquests carrers. A més, a la part sud de carretera Barcelona s'hi ubicarà la nova Clínica Girona.



**Figura 1.** En blau els carrers per on circula la línia 1, i en vermell els de la línia 2.

S'ha estudiat la ubicació de les parades al llarg del recorregut d'ambdues línies segons tres paràmetres diferents: la densitat de població, els punts d'interès per a la població i l'afluència de viatgers del TMG. En el primer cas s'ha demanat plànols dels censos de Salt i Girona per saber les zones o illes amb més densitat de persones, ja que com més població es concentra en un punt, més alta és la probabilitat que recorrin a l'ús del tramvia.

Segonament hem consultat quins són els llocs on la gent tendeix més a concentrar-se, com seria l'exemple d'escoles, espais comercials i hospitals. Entre aquests destaquen els hospitals Josep Trueta i Sta. Caterina, el campus de Montilivi, els pavellons esportius de Salt, Santa Eugènia i G.E.i.E.G., i les estacions de trens i autobusos.

Finalment, s'ha realitzat una comptatge de la quantitat de gent que pujava en cada parada de la ruta de les línies 2 i 4 del TMG, per observar en quins punts de la ciutat hi ha més afluència de gent, tant que baixa com puja. Aquests punts coincidien majoritàriament amb les zones de més densitat de població.

Una eina que és molt important per tal d'ajustar la ubicació de les parades és la isòcrona. L'objectiu és reduir el temps que tarda una persona a arribar a una parada, ja que si la té a una gran distància optarà per anar al seu destí caminant. Les isòcrones creen formes geomètriques en el mapa que representen un temps determinat segons la velocitat de la persona.

Atenent a tots aquests paràmetres s'han definit les parades.

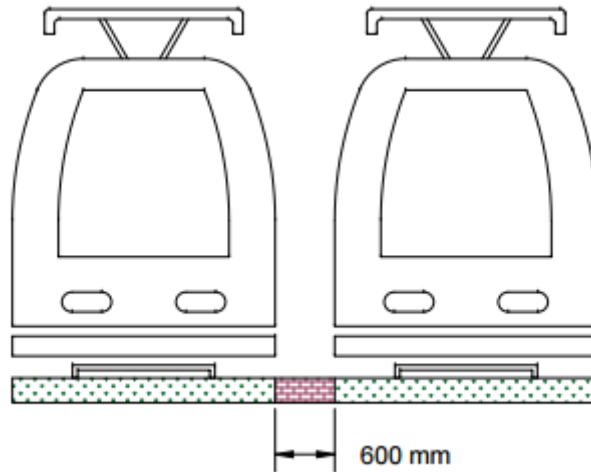
Les parades a la línia 1 es situen al Pavelló d'Esports de Salt, a la Plaça Sant Cugat (Salt), a l'antiga estació de Salt, a la Rotonda Tren d'Olot, al Pavelló de Sta. Eugènia, al Parc Central, al carrer Emili Grahit, a l'avinguda Lluís Pericot i al campus de Montilivi.

Per altra banda, a la línia 2 situem les parades al polígon Mas Gri, al C.C. Hipercor, a la intersecció entre carretera Barcelona i pg. d'Olot, a l'estació de trens, a la plaça Marquès de Camps, a la rotonda de la Devesa, a l'avinguda Ramon Folch, a l'avinguda França (prop del G.E.I.E.G.) i a l'hospital Josep Trueta.

S'ha realitzat un estudi del temps de parada a partir de l'observació feta en les línies d'autobús del TMG, per tenir un model que ens digui quant triguen a pujar o baixar els passatgers al transport públic. Aquest estudi és de gran utilitat per al càlcul dels horaris del tramvia, ja que permet tenir una estimació del temps que aquest vehicle estarà aturat segons el nombre de passatgers que entren o surten.

La inserció del tramvia en els carrers és un dels temes més importants un cop hem confirmat per on es mou. Primerament hem analitzat el nombre de vies de tramvia que podem albergar en els carrers, segons l'amplada d'aquests, i hem conclòs que per tal de complir la normativa d'amplada de carrils de la resta de tràfic rodat, només podem inserir una sola via. Aquest fet ha comportat la reducció del nombre de carrils de determinats carrers de la ciutat, sempre complint la normativa de l'Ajuntament de Girona.

També s'han tingut en compte en l'estudi les distàncies de seguretat entre el tramvia i els elements que l'envolten, com per exemple un altre tramvia (figura 2) en el cas del bypass, amb un vehicle del carrer, amb les voreres, etc., les quals s'han de tenir en consideració al planificar la via a través dels carrers.



**Figura 2.** Distància de seguretat entre dos tramvies.

Una altra secció present en l'estudi és la posició de la via. Segons el carrer per on passa hem definit tres posicions de via: central amb plataforma única, central amb plataforma doble i posició lateral. La secció següent, dins del mateix capítol, s'analitza el pas del tramvia per les rotondes, definint dues possibles disposicions: central i de transició. Cadascuna pot variar la forma que pren la via segons l'adaptació necessària.

També s'han tingut en compte les derivacions. Com que circulem sobre una sola via, en algun moment els tramvies coincidiran en un punt, i per tant, cal analitzar on i com es produeixen aquestes derivacions. A la línia 1 té lloc al Parc Central i a la línia 2 a la plaça Marquès de Camps.

Finalment l'estudi contempla la inserció de la via analitzant la manera en què el tramvia té prioritat en les interseccions, ja que la prioritat és molt important per donar agilitat i rapidesa a la ruta del tramvia. S'analitzen les dues tecnologies presents: l'Anticipació Semafòrica i la Prioritat Semafòrica.

Posteriorment es determina quin tipus de tramvia hem d'utilitzar a Girona, sent actualment la millor opció, degut a les característiques de la ciutat, el metro lleuger. En uns anys es recomanaria usar tramvies sense catenàries, però aquesta tecnologia és relativament nova. L'opció del tren-tram només seria vàlida en cas de soterrar el tren.

Es realitza un estudi del procés de pagament, indicant que s'ha d'efectuar abans d'entrar al tramvia, ja que si es fes a dins (com en els autobusos), el temps d'aturada al tramvia augmentaria considerablement (i negativament). No es determina el preu del bitllet o de les tarifes, però sí que es mostra les estadístiques de pagament en el TMG.

L'última part de la proposta consisteix a proposar ampliacions futures per a la línia, de manera que es pugui abastir més punts importants de la població com l'Espai Gironès i l'hospital Sta. Caterina (ambdós es troben a 500-600 metres de la línia, i concentren un gran nombre de persones), o el barri de Domeny/Germans Sàbat, els quals tenen gran densitat d'indústries i població respectivament. A més en el primer es planteja situar-hi el nou hospital Josep Trueta.

Finalment es dedica un capítol a part per puntualitzar els treballs futurs que caldria fer per completar tot el sistema tramviari, com serien l'horari de pas del tramvia, el preu del bitllet i tarifes, i el pressupost d'instal·lació de la xarxa.