

## 8. CONCLUSIONS I FUTURES LÍNIES D'INVESTIGACIÓ

L'objectiu principal de la present tesina és desenvolupar una metodologia per augmentar la velocitat comercial dels autobusos mitjançant la priorització semafòrica del transport públic en front el privat.

Mitjançant el model desenvolupat és possible avaluar les pèrdues de temps que pateixen els autobusos al llarg del seu recorregut. A més, és possible avaluar les millores que es produeixen gràcies a l'optimització, i per tant saber quines són les afectacions que provoca canviar alguna de les variables de decisió de la funció objectiu.

S'ha pogut comprovar que els mètodes evolutius d'optimització són capaços de millorar la situació actual, arribant a assolir un òptim global del sistema. A diferència de mètodes més convencionals, que únicament són capaços d'assolir màxims o mínims locals del sistema. En aquest sentit, s'ha pogut veure com els mètodes evolutius probabilistes i deterministes són capaços de millorar el sistema arribant a obtenir disminucions satisfactòries del temps dels usuaris al sistema. A més, el temps de càlcul requerit pel cas de Barcelona ha estat assumible.

La implementació del model a la ciutat de Barcelona ha posat de manifest que és possible obtenir millores de les prestacions del servei d'autobusos a partir de l'augment de la velocitat comercial mitjançant la priorització semafòrica. En el cas de Barcelona s'ha demostrat que és possible arribar a disminuir el temps dels usuaris de l'autobús un 8,5%.

S'ha vist que aquesta millora global del sistema és possible obtenir-la canviant únicament dels desfasaments dels cicles semafòrics.

La velocitat comercial dels autobusos en el cas de Barcelona ha passat de 9,29 km/h a 10,27 km/h, augmentant en un 10,53%. A aquest resultat s'hi ha arribat minimitzant el temps total dels usuaris al sistema. Les millores es produeixen degut principalment a la disminució del nombre d'aturades dels autobusos als semàfors, i a la reducció del temps mig d'espera a les interseccions, passant de 9,44s a 5,12s, la qual cosa suposa una reducció del 45,78%.

En el cas de la ciutat de Barcelona, la tesina arriba a avaluar les millores que es poden obtenir variant únicament els desfasaments dels cicles semafòrics a l'hora punta del matí. Per tant, el pas posterior convenient a realitzar, seria imposar realment a la ciutat els canvis dels desfasaments proposats, i fer un estudi de camp per tal d'obtenir dades sobre l'estat amb els desfasaments canviats, i finalment avaluar si les millores obtingudes realment són les esperades. També seria interessant analitzar amb més detall les interseccions més conflictives del sistema per tal de determinar quines són les característiques que comporten una problemàtica puntual, i poder resoldre els problemes puntuals que empitjoren tot el sistema.

A més, donat que s'ha fet l'estudi per l'hora punta del matí, seria adient realitzar el mateix procés per l'hora punta de la tarda, i per les hores vall. També seria interessant valorar per totes les hores, quina podria ser la millora assolida si a més de variar els desfasaments es canvien els temps en verd dels cicles semafòrics.

Per a realitzar aquest pas però, seria convenient avaluar millor quines són les afectacions que es produeixen sobre els vehicles privats, ja que no es pot assumir que per millorar la velocitat de l'autobús s'afecti excessivament el vehicle privat. Posteriors estudis podrien anar encaminats a avaluar les afectacions tant als vehicles privats que creuen els corredors d'estudi, com els que circulen per tots, o per un tram d'ells.

El tractament que s'hauria de realitzar aniria encaminat també a avaluar el temps que es troba el vehicle privat a les interseccions tant en la situació actual com en la millorada, podent avaluar així si es troba perjudicat, o no, i en quin grau. Donat que el model està desenvolupat per a tenir en compte els usuaris de la xarxa, els ocupants dels vehicles privats es considerarien com a usuaris del sistema, a l'igual que els usuaris de l'autobús. D'aquesta forma el procés d'optimització del sistema tindria en compte tots els usuaris de la xarxa, i donat que els autobusos tenen una major ocupació, en realitzar la ponderació, l'autobús gaudiria de prioritat davant el vehicle privat ja que tindria més pes.

L'única diferència que s'hauria de tenir present per determinar els temps dels vehicles privats a les interseccions són les cues. En el cas dels autobusos s'ha considerat que quan un semàfor es posa en verd, l'autobús arrenca, en canvi en els vehicles privats això no succeeix així.

A més, per tal de millorar el model desenvolupat es podria optimitzar el sistema considerant la localització de les parades, és a dir, detectar per cadascuna si és millor per tot el sistema situar la parada, abans, després, o al mig de dues interseccions. A més, degut

a que en el model es considera la possibilitat de tenir parades dobles, es podria optimitzar el sistema considerant la possibilitat de variar el tipus de parada.

Els mètodes evolutius són una eina adequada per a optimitzar la funció objectiu d'aquesta tesina, però un aspecte que seria interessant estudiar i disminuir és el temps de càlcul de l'algorisme.

Un altre estudi derivat d'aquest i que seria molt interessant de realitzar, és avaluar quines serien les disminucions de contaminació atmosfèrica que es derivarien de l'augment de la velocitat comercial dels autobusos. Ja que en aquestes circumstàncies es poden mantenir les mateixes freqüències de pas amb menys autobusos.

Com s'ha comentat a l'estat de l'art, disposar d'un bon pla semafòric que s'adapti a les necessitats del trànsit, tant del transport públic com del vehicle privat, és fonamental per assegurar una coordinació global de la ciutat. L'objectiu de la present tesina era augmentar la velocitat comercial de l'autobús a partir de la priorització semafòrica, mitjançant la variació dels plans semafòrics que utilitzen les ciutats. Aquest és un sistema passiu de coordinació, però també n'existeixen d'altres.

Les estratègies encaminades a donar prioritat al transport públic activament podrien ser imposades complementàriament a la millora passiva, sempre partint de la base d'un bon pla semafòric. D'aquesta forma seria possible obtenir un grau de millora superior, ja que el sistema passiu milloraria la xarxa globalment, i l'actiu modificaria aquells punts més conflictius en un moment determinat. En aquest sentit també seria molt interessant poder arribar a disposar d'un sistema de control centralitzat on arribés tota la informació de la situació actual i poder disposar d'un sistema que avalués aquesta situació i fos capaç d'optimitzar els sistema, per tal d'ajustar el pla semafòric en funció dels requeriments de la situació existent. D'aquesta forma seria possible optimitzar globalment tot el sistema, i seria possible obtenir estats òptims en tot moment. Per poder arribar a obtenir sistemes tant sofisticats farien falta ordinadors amb gran capacitat, i una presa de dades de l'estat del trànsit en temps real, a més de tenir un algorisme capaç de resoldre la situació amb un temps acceptable per poder imposar-se la situació òptima a temps.

Totes les estratègies proposades fins ara han anat encaminades a millorar la velocitat comercial dels autobusos mitjançant la coordinació semafòrica. Però, també existeixen estratègies i actuacions que es poden, i es duen a terme per tal d'assolir el mateix objectiu. Algunes d'aquestes estratègies possibles es descriuen a l'estat de l'art. És molt interessant continuar investigant en aquest camp per tal d'arribar a obtenir unes millors prestacions de l'autobús, i arribar a fer-lo més competitiu dins del sistema de transport públic de les ciutats.