



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Estudio de capacidad y nivel de servicio de EMT en la
Avenida de los Naranjos (Valencia). Propuestas de mejoras.

Presentado por

Moreno Gherzi, Gonzalo

Para la obtención del

Grado de Ingeniería Civil

Curso: 2018 / 2019

Fecha: Julio 2018

Tutor: Tomás Ruiz Sánchez



Índice General

DOCUMENTO N.º 1: MEMORIA

- MEMORIA
- ANEJO I: FOTOGRÁFICO
- ANEJO II: INFORMACIÓN EMT
- ANEJO III: DATOS DE CAMPO
- ANEJO IV: CÁLCULOS
- ANEJO V: PLANOS

Memoria

Contenido

1. Objetivo y alcance	5
1.1 Introducción	5
1.2 Objetivo y alcance.....	6
1.3 Área de estudio	7
2. Metodología de estudio.....	9
2.1 Definición de términos	9
2.2 Toma de datos.....	13
2.3 Resumen de los datos obtenidos	15
2.4 Método de estudio de la capacidad y nivel de servicio	18
2.5 Procedimiento de cálculo.....	20
3. Análisis situación actual. Diagnóstico.....	29
3.1 Oferta de servicio.....	29
3.2 Demanda de servicio	33
3.3 Diagnóstico.....	34
4. Análisis situación futura	36
4.1 Actuaciones previstas en Valencia	37
4.2 Estimación oferta y demanda futura	42
4.3 Prognosis	44

5. Propuestas de mejoras. Evaluación y valoración económica..	55
5.1 Propuesta n.º 1	56
Evaluación	56
Valoración Económica	59
5.2 Propuesta n.º 2	59
Evaluación	60
Valoración Económica	63
5.3 Propuesta n.º 3	64
Evaluación	65
Valoración Económica	68
5.4 Propuesta n.º 4	69
Evaluación	69
Valoración Económica	75
6. Conclusión	76
7. Agradecimientos	77
Bibliografía.....	78

1. Objetivo y alcance

1.1 Introducción

En la actualidad, la masificación de las grandes ciudades y la tendencia del ser humano a vivir en las ciudades da lugar a la necesidad de disponer de un sistema de transporte público de mayor calidad. Si la infraestructura de toda esta red es insuficiente o precaria, aumenta la tendencia de la utilización del vehículo privado. Este fenómeno, si se manifiesta en grandes cantidades, provoca una disminución de la calidad de vida en el entorno causando problemas como, por ejemplo: “incremento del tráfico vehicular (congestión de viales), aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG gases), enfermedades respiratorias, etc.”(UNDESA 2010)

Por lo tanto, para modificar el patrón de comportamiento de los ciudadanos se debe comenzar con la obtención de un servicio de transporte público urbano eficiente y sostenible. Para ello, se debe de invertir en la gestión y mejora de los medios de transporte públicos existentes y fomentar nuevas alternativas menos contaminantes de transporte como: transporte activo (a pie), uso de la bicicleta, monopatín electrónico, etc.

Si no se dedican recursos para la solución de este problema, es probable que; a largo plazo, las ciudades dejen de ser consideradas lugares habitables para la población en términos de salud y también, por perder su capacidad funcional.

Centrándose en el caso de la ciudad de Valencia, la empresa encargada de gestionar y explotar la red de autobuses públicos es la Empresa Municipal de Transporte de Valencia (EMT Valencia). Este organismo público, dependiente del Ayuntamiento de Valencia, fue creado en 1986 cuando se adquirieron las acciones de la empresa SALTUV (posteriormente EMT Valencia).

Según las fuentes propias de la EMT (año: 2016), está compuesta por 60 líneas terrestres que son explotadas por una flota de 488 vehículos, los cuales, recorrieron 21.406.482 km manteniendo una velocidad comercial media de 13,03 km/h. Durante ese año, alcanzó una cifra de 93.331.639 personas transportadas. Siendo uno de los pilares principales de la movilidad en área metropolitana de la ciudad.

1.2 Objetivo y alcance

El trabajo descrito en el presente documento constituye el Trabajo Final de Grado (TFG) en Ingeniería Civil del alumno Gonzalo Moreno Gherzi.

El objeto de este trabajo consiste en el análisis del nivel de servicio y capacidad de las líneas 18, 29 y 41 (en la actualidad, líneas 18, 98 y 93 respectivamente) del autobús urbano operado por la Empresa Municipal de Transportes de Valencia (EMT Valencia) y también en las paradas localizadas dentro de la Avenida de los Naranjos (Valencia).

Nombre línea	Nº línea (actual) ¹	Longitud [I+V] (km)	V. comercial (km/h)	Autobuses Diarios	Nº Viajeros
Boulevard Sud (par) – Taronjers (Magisteri)	18 (18)	14,1	14,63	7	1.003.364
Av. del Cid – Taronjers (Universitat)	29 (98)	12,0	20,76	12	1.432.320
Ramón i Cajal – Estació del Cabanyal	41 (93)	6,0	11,43	6	569.963

Tabla 1: Información general de las líneas de autobús [Año: 2015] (Fuente: EMT Valencia). Disponible en: <https://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf>

Este trabajo sólo se enfoca en la situación previa a la reestructuración de las líneas de la EMT que discurren por la avenida descrita anteriormente. Dichas remodelaciones se hicieron efectivas en la fecha de 22 de febrero de 2018. Debido a la escasez de resultados históricos para esa situación y a la no concordancia con la situación analizada en la toma de datos, no se consideran como objeto de estudio. El análisis se realizará para la situación presente como para una situación futura. A continuación, a partir de los resultados obtenidos, se propondrán una serie de propuestas de mejora acompañadas de su valor económico correspondiente para la materialización de dicha actuación.

¹ En paréntesis se muestra el actual código de la línea según la última modificación realizada en febrero del 2018

De esta manera, se pretende realizar un proyecto cuyo alcance es la obtención de una conclusión acerca de todo el estudio de análisis y obtención de información efectuado para poder mejorar la oferta de transporte. Además, tienen su utilidad como base de apoyo y justificación en la toma de decisiones de futuros proyectos de mejora del nivel de servicio existente para aumentar la capacidad, y así, poder adaptarse a la demanda actual (y la demanda futura prevista) de un medio de transporte público urbano.

1.3 Área de estudio

Este trabajo abarca las paradas de bus de la EMT comprendidas en la Avenida de Los Naranjos con sentido a Calle Serrería (dirección a la Playa de la Malvarrosa), comprendiendo el tramo entre la Calle Lluís Peixó, Camí de Vera y Calle del Clariano.

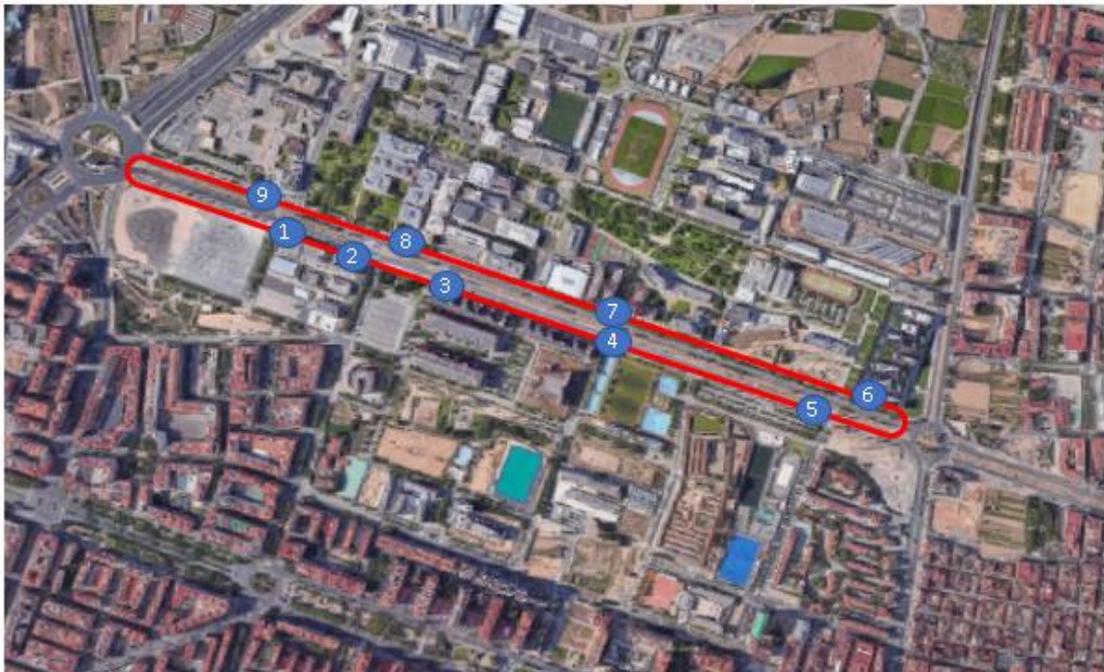


Figura 1: Área de estudio del TFG (Fuente: Google Maps).
Disponibile en: <https://www.google.es/maps>

Se trata de una avenida principal situada en la parte nordeste de la ciudad entre la avenida de Catalunya y la calle de Eugènia Viñes. Esta vía discurre, principalmente, el distrito de Algirós y, en menor totalidad, el distrito de Poblat Marítims, donde separa en sus márgenes los barrios de la Malva-Rosa y el Cabanyal. También, tiene la función de circunvalación de la parte nordeste de la ciudad, aunque ésta no pertenezca a la Ronda Norte, al ser la conexión entre la Calle Luis Peixó (Ronda Este) y el Bulevard Periférico Norte (Ronda Norte)

La zona de estudio abarca 3 km. de la avenida (1,5 km. por cada sentido de circulación) en la que se localizan un total de 9 paradas. De esas nueve paradas, la línea 18 hace parada en dos y la 29 y 41, en ocho. A continuación, se muestra una tabla informativa acerca de las paradas que la EMT dispone en la Avenida de Los Naranjos:

Nombre Parada	Código (EMT)	Nº esquema ²	Tipo de parada
Davant Acc. Pta. Prim. Universitats	1489	1	Básica
Facultat Magisteri	1949	2	Refugio peatonal
Facultat de Dret	1896	3	Básica
Facultat de Economía	1897	4	Básica
Aparcament	1898	5	Básica
Fausto Elio	1918	6	Doble refugio peatonal
Colegio Mayor Galileo Galilei	1900	7	Refugio peatonal
Ramón – Llull	1361	8	Refugio peatonal
Junt Entrada Universitats	1490	9	Refugio peatonal

Tabla 2: Paradas de autobús de la EMT Valencia en Av. Taronjers (Fuente: EMT Valencia). Disponible en: <https://www.emtvalencia.es>)

² Véase Figura 1

2. Metodología de estudio

2.1 Definición de términos

Antes de comentar la metodología utilizada, se procede a realizar una breve explicación de conceptos asociados al vocabulario técnico del transporte urbano. De manera que, cualquier persona que lea este documento y no tenga conocimientos suficientes sobre el tema, pueda entender los términos que se hacen alusión en este trabajo. Dichas definiciones se han obtenido del propio TCQSM:

Capacidad: consiste en el máximo número de vehículos, personas, o ambos, que pueden ser transportados desde un lugar en particular, para un periodo de tiempo determinado y bajo unas condiciones específicas. Hay varios tipos de capacidad:

- **Máxima (teórica):** hace referencia al mayor número de personas o vehículos que pueden operarse bajo cualquier circunstancia. Representa la situación de máxima carga, es decir, todos los vehículos viajan con el aforo completo.
- **Diseño (alcanzable, práctica):** refleja el número de personas que pueden ser transportados bajo una calidad de servicio específica.
- **Vehículo (autobús, tren, barco):** medida en vehículos por hora, expresa cuántos vehículos pueden pasar por un punto en una hora.
- **Pasajero:** medida en personas por vehículo, expresa cuántas personas en un vehículo pueden transportarse para un nivel de diseño de carga de pasajeros.
- **Persona:** medida en personas por hora, expresa la cantidad de personas que pueden pasar por un punto en una hora. Es el producto obtenido entre las capacidades de vehículos y de pasajeros.

Autobús: es uno de los modos de transporte más utilizado en las ciudades. Presentan distintos tipos según sus dimensiones:

- **Convencional (no articulado):** de 12 m. de largo y con 45 – 35 plazas de asiento. Presenta una carga máxima entre 100 – 120 personas. Suele utilizarse para líneas de largo recorrido.

- **Pequeño:** de longitud variable, pero menor de 12 m., con una capacidad de 25 – 35 plazas.
- **Minibús:** con una capacidad menor de 25 asientos. Suele emplearse para la operación de líneas que poseen características específicas de servicio.
- **Articulado:** consiste en un autobús convencional al que se le añade una extensión en la parte trasera. Normalmente, presentan una longitud de 18 m y posee más de 45 plazas. Su uso está dedicado principalmente a las líneas que recorren los centros urbanos y líneas principales de la red.

Tiempo de parada (dwell time): se define como el tiempo que permanece el vehículo en la parada o estación dando servicio a los pasajeros, en él se incluye el tiempo requerido para abrir y cerrar las puertas. Su determinación depende de los volúmenes de embarque o desembarque de pasajeros en la parada / estación, método de pago por el uso de la instalación, tipo y dimensiones del vehículo y de la circulación de los usuarios dentro del vehículo (grado de ocupación).

Situación de operación: son los tipos de tráfico y rango de prioridades que se pueden encontrar en los carriles de los medios de transporte urbanos. Hay cuatro tipos:

- **Tráfico mixto:** comparten la operación del carril con el tráfico general.
- **Semi-exclusivo:** el carril está prácticamente reservado para un uso del tráfico, pero también está disponible para otro tipo de tráfico en algunas zonas.
- **Exclusivo:** una carretera, o carril, que es utilizado únicamente por un tipo de tráfico en concreto. Este es el que emplea la EMT en la Avenida de Taronjers.
- **Separado:** exclusividad para un tipo de tráfico que es operado por una infraestructura independiente a las del entorno y sin cruces al mismo nivel.

Fallo de la parada de autobús: fenómeno que sucede cuando un autobús llega a su parada y encuentra que todos los andenes o zonas de carga (loading area) disponibles están siendo utilizadas o bloqueadas por otros autobuses. Esta situación afecta la fiabilidad y velocidad del medio de transporte.

Índice de fallo (failure rate): probabilidad de que un autobús, al llegar una parada, encuentre todos los andenes ocupados. Por lo tanto, si una parada tiene un índice de fallo del 20%, significa que el 80% de los tiempos de parada registrados en dicha parada no han provocado un fallo en la parada.

Andén (loading área): espacio de la calzada donde puede parar un autobús y realizar las acciones de subida y bajada de pasajeros. Una parada puede estar formada por uno o más andenes. Los diseños más comunes son:

- Lineal
- Diente de sierra
- En ángulo
- Auto parada

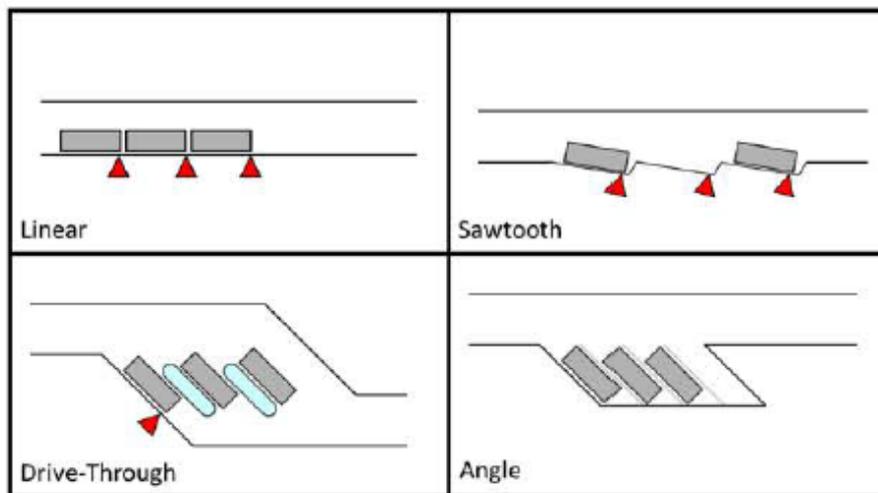


Figura 2: Tipos de diseño de los andenes de un autobús [Exhibit 6 – 12]
(Fuente: TCQSM, 3 ed). Disponible en: <https://www.trb.org>

Tiempo en verde (green time ratio, g / C): es la media determinada de los tiempos que permiten la circulación de vehículos (fase verde) divididos entre la duración del ciclo total de la señal (fase verde + fase ámbar + fase roja). Por ejemplo: si la media de la fase en verde de un semáforo es de 30 seg. y la duración de un ciclo total es de 60 seg., tendrá un g / C igual a 0,5.

Parada: elemento de la infraestructura formado por andenes y elementos de señalización en donde los vehículos realizan las operaciones de subida y bajada de pasajeros. Pueden presentarse de varias maneras, de un simple poste a estar compuestas por varias marquesinas, que permitan el asiento de los usuarios que esperan la llegada del autobús. Se pueden clasificar de varias maneras:

1. Por posición:

- **On – line:** las paradas se localizan junto al carril bus.
- **Off – line:** el autobús tiene que realizar la parada fuera del carril.

2. Por localización:

- **Near – side:** la parada se encuentra justo antes de un cruce de vías.
- **Mid – block:** la parada no dispone de cruces en sus alrededores.
- **Far – side:** la parada está situada justo después de una intersección.

Margen de operación: tiempo máximo, que un tiempo de parada de un autobús puede exceder respecto a la media de tiempos de parada sin inducir a cambiar la probabilidad de fallo en la parada.

Factor de hora punta (PHF): se define como la demanda total de pasajeros en la hora de mayor actividad (peak hour) dividido entre cuatro veces el cuarto de hora de mayor intensidad. De esta manera se puede obtener información acerca de la distribución de los usuarios durante la hora punta. Si el índice es igual a 1, quiere decir que la demanda de pasajeros es constante. Mientras que, si es igual a 0,25, la demanda de pasajeros en la hora punta se concentra prácticamente en ese intervalo de quince minutos.

Tiempo de despeje (clearance time): es el intervalo de tiempo que transcurre desde que se cierran las puertas del autobús hasta su reincorporación al tráfico. Depende de dos factores: a) mínimo tiempo de un autobús para reanudar el viaje y que permita al próximo parar en la misma zona de carga y b) retraso por reentrada al tráfico.

Nivel de servicio: calificación obtenida, acerca de la calidad de un sistema de tráfico, a través de la percepción de sus usuarios en términos de comodidad, fluidez o seguridad. Se suele calificar de la A hasta la F, donde la A es la mejor calificación y la F, la peor. Esta estimación se emplea para medir el correcto funcionamiento de cualquier elemento de la vía (carril, vehículos, paradas, etc.).

La práctica de campo se llevó a cabo en tres días: 16, 19 y 20 de febrero de 2018. Donde se recopiló la información en las dos franjas horarias descritas anteriormente para todas las paradas. Para poder anotar toda la información de cada parada, se necesitó la ayuda de un colaborador (véase “Anejo III: Datos de campo”) debido a que se requiere más de una persona para conseguir anotar toda la información de cada parada, y a su vez, para el recuento de pasajeros que suben o bajan por cada vehículo.

Cabe destacar que, después de la realización del primer día de la toma de datos, se procedió a concentrar el estudio en las paradas con mayor tráfico de usuarios, ya que son estas paradas las que determinarán la máxima capacidad necesaria del autobús para dar servicio a toda la avenida.

Por otra parte, se realizó una segunda práctica de campo en la avenida para determinar los intervalos de duración de las fases (verde, roja + ámbar) de los semáforos colindantes a las paradas. Dicha práctica, se realizó el 7 de junio de 2018. Con estos datos de entrada, se obtienen los tiempos en verde (g / C) para cada parada.

En cada parada, se ha realizado 4 medidas en las que, por cada anotación, se ha seguido el siguiente procedimiento:

- 1) Determinación de la duración de la fase verde (g), en segundos.
- 2) Obtención de la fase roja y ámbar, en segundos.
- 3) División entre el tiempo en verde y el ciclo total de la señal de tráfico (C), resultado de la suma de las cifras obtenidas en los pasos 1 y 2.

Finalmente, el cociente obtenido en el paso 3 se trata del índice g / C o tiempo en verde.

2.3 Resumen de los datos obtenidos

En este apartado se expone un resumen de la información obtenida en las prácticas de campo. La interpretación de los resultados sirve para tener una síntesis acerca del área de estudio y, a su vez, como base inicial para el análisis del servicio que, complementado con los datos aportados por la EMT, permite realizar una estimación precisa de la situación actual.

Antes de mostrar el resumen de los resultados, cabe destacar que la capacidad de una línea de autobús urbano será la correspondiente a la de su parada crítica, es decir; la parada que acoge la menor cantidad de autobuses por unidad de tiempo (bus / h). Normalmente las paradas críticas se localizan en el centro de los núcleos urbanos, zonas residenciales o en los distritos financieros (Central Business District).

Los datos que se mostrarán en las siguientes tablas se obtienen sumando la actividad producida por cada autobús según la parada de la EMT, día y hora. A partir de esos datos (véase “Anejo III: Datos de campo”), se obtienen las capacidades (en p / h) de cada parada al sumarse la actividad conjunta de las tres líneas de la EMT. De esta manera, se determina la actividad producida por los pasajeros a lo largo de la avenida para cada parada en las dos situaciones de hora punta (Mañana y Tarde).

A continuación, se muestran las paradas con mayor movimiento de pasajeros:

➤ **Subida**

○ **Ramón - Llull**

Flujo de viajeros (p / h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	24	27	3	48
Lunes (M)	42	13	5	50
Martes (M)	53	13	0	66
Viernes (T)	76	148	0	224
Lunes (T)	99	205	6	298
Martes (T)	77	162	6	233

*Tabla 3: Flujo de viajeros en la parada de Ramón – Llull [Situación Actual]
 (Fuente: Elaboración Propia)*

○ **Galileo Galilei**

Flujo de viajeros (p / h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	103	32	38	98
Lunes (M)	51	8	5	54
Martes (M)	47	12	4	55
Viernes (T)	52	97	0	150
Lunes (T)	56	28	7	77

*Tabla 4: Flujo de pasajeros en la parada de Galileo Galilei [Situación Actual]
 (Fuente: Elaboración Propia)*

Como se puede observar de la *Tabla 3* y *Tabla 4*, las paradas dónde los usuarios se suben con más frecuencia se encuentran en el margen de la avenida de los Naranjos contiguo a la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), en las paradas situadas en los accesos L (Galileo Galilei) y entre los accesos N y O (Ramón – Llull).

La subida más destacada por la mañana se produce los viernes en la parada de Galileo Galilei (32 p / h) y en Ramón – Llull (27 p / h). Sin embargo, las intensidades de pasajeros son mucho menores que las que se producen en la hora pico de la tarde, donde predomina la actividad en la parada de Ramón – Llull (Viernes: 148 p / h; Lunes: 205 p / h y Martes: 162 p / h) frente a la que se produce en Galileo Galilei (en la que la mayor subida se producen los martes con 97 p / h).

➤ **Bajada**

○ **F. Magisteri**

Flujo de viajeros (p / h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	411	0	411	0
Lunes (M)	186	12	186	12
Viernes (T)	52	36	48	40
Lunes (T)	162	34	162	34
Martes (T)	78	18	60	36

*Tabla 5: Flujo de viajeros en la parada de F. Magisteri [Situación Actual]
 (Fuente: Elaboración Propia)*

- F. Dret

Facultat Dret (10 bus /h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	427	0	300	127
Lunes (M)	386	0	173	213
Martes (M)	366	4	211	159
Viernes (T)	162	8	77	94
Lunes (T)	108	4	68	44
Martes (T)	165	10	110	65

*Tabla 6: Flujo de viajeros en la parada de F. Dret [Situación Actual]
 (Fuente: Elaboración Propia)*

- Davant Acc. Pta. Prim. Universitats

Davant Acc. Pta. Prim. Universitats (14 bus /h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	508	4	124	388
Lunes (M)	428	0	81	347
Martes (M)	430	0	130	300
Viernes (T)	204	30	84	150
Lunes (T)	189	1	66	124
Martes (T)	415	0	141	274

*Tabla 7: Flujo de viajeros en la parada de Davant Acc. Pta. Prim. U. [Situación Actual]
 (Fuente: Elaboración Propia)*

En cuanto a lo que reflejan la *Tabla 5*, *Tabla 6* y *Tabla 7*; se puede determinar que se producen mayores intensidades de bajada en las horas pico, esto es debido a que la mayoría de los horarios de las facultades empiezan, generalmente, a la misma hora, pero los alumnos terminan las clases en las facultades en franjas horarias más amplias, provocando que las intensidades de subida sean más bajas.

De los resultados, cabe destacar que las paradas pertenecientes al margen de la avenida dónde se sitúa el campus perteneciente a la Universidad de Valencia (UV) predomina la bajada de usuarios (Davant Acc. U., F. Dret y F. Magisteri). Por la mañana, el flujo de bajada más destacada se produce en la parada de Magisteri (Viernes: 411 p / h) y F. Dret (Viernes: 300 p / h) debido a que en la primera de ellas se acontece a la bajada de los estudiantes de la UPV y Facultad de Magisterio y en la segunda, los estudiantes de la UV. Por la tarde, se hace hincapié a las paradas de F. Magisteri (Lunes: 162 p / h), Davant Acc. U. (Martes: 141 p / h) y F. Dret (Martes: 110 p / h) debido al comienzo de las clases por la tarde en ambos campus universitarios.

2.4 Método de estudio de la capacidad y nivel de servicio

En esta sección se va a explicar el método utilizado para determinar la capacidad y el nivel de servicio en la Avenida de los Naranjos. Dicho procedimiento, está basado en el manual *Transit Capacity and Quality of Service Manual, 3rd Edition* [TCQSM] (Brinckerhoff 2013)

El TCQSM (3rd ed.) consiste en la última versión de una guía realizada por la Transportation Research Board (TRB) utilizada por profesionales, ministerios o empresas para ayudar en la determinación de la capacidad, resolución o identificación de problemas de calidad de servicio y; también, la determinación de los factores que pueden influir en sistemas de transporte público.

Este manual recoge datos, gráficas o estadísticas basadas en la experiencia de la gestión de varios sistemas de transporte en Estados Unidos de América. Además de la información que recopila, aporta los métodos para la medición de características del transporte como la fiabilidad, intervalo de paso, nivel de servicio, etc.

La determinación de la capacidad, de acuerdo a lo enunciado en el TCQSM, consiste en el seguimiento de un procedimiento general basado en 8 pasos que se muestran en la *Figura 4*:

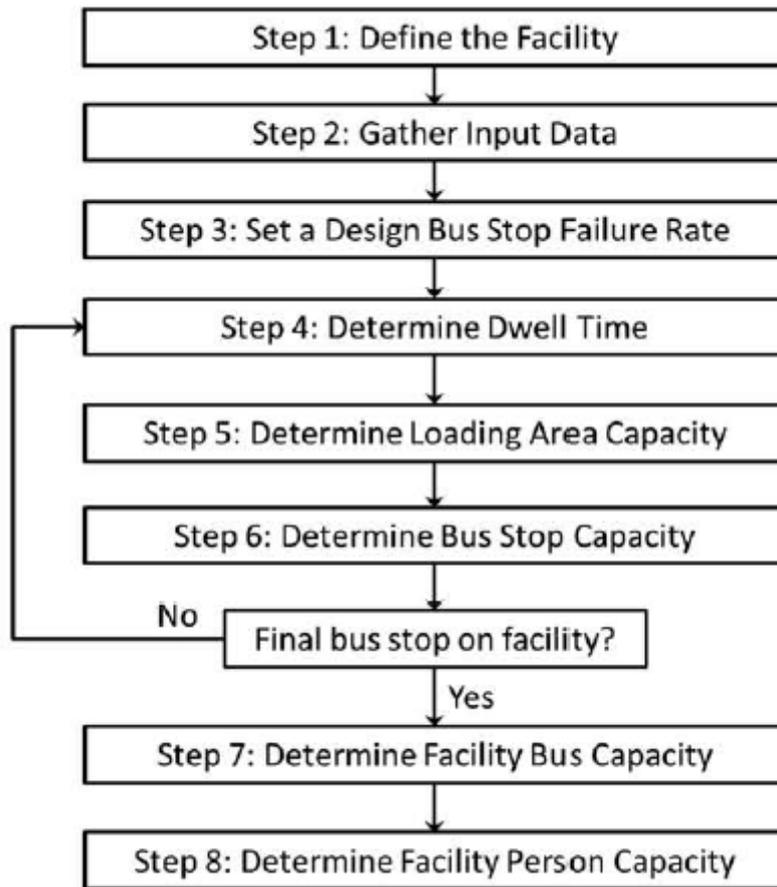


Figura 4: Metodología del TQSM para determinar la capacidad del autobús [Exhibit 6 – 53]
(Fuente: TCQSM, 3 ed). Disponible en: <https://www.trb.org>

Los pasos (steps) a tener en cuenta son los siguientes:

1. Definir la infraestructura (paradas de la EMT Valencia en la avenida de los Naranjos).
2. Recopilación de datos de entrada (prácticas de campo, información de la página web de la EMT y del Ayuntamiento de Valencia).
3. Fijación de un índice de fallo de diseño para la operación del autobús
4. Determinar los tiempos de parada.
5. Determinar la capacidad de las áreas de carga o andenes.
6. Determinar la capacidad de la parada

Los pasos 1 – 6 se realizan para todas las paradas de la Avenida. Y, una vez se realice este proceso a todas las paradas, se determina la capacidad de la infraestructura:

7. Determinar la capacidad del autobús de la infraestructura
8. Determinar la capacidad de usuarios de la infraestructura

Para la determinación del nivel de servicio, el TCQSM los divide en distintas calificaciones (de la A; mejor, hasta la F; peor) donde, para cada calificación, se muestra la perspectiva del usuario y la del operador (véase *Tabla 10* del “Anejo IV: Cálculos”). El nivel de servicio se puede estimar de cualquier elemento de la infraestructura (circulación de vehículos, ocupación de usuarios en el vehículo, ocupación de usuarios en las paradas, etc.).

Para esta situación, se estima el nivel de ocupación de los usuarios en la parada como durante su trayecto dentro del vehículo. De esta forma, se puede tener conocimiento acerca del grado de comodidad de los usuarios a lo largo de la utilización del servicio de autobús, y así, poder identificar posibles problemas que afecten a su comodidad y calidad de viaje.

El cálculo del nivel de servicio de los vehículos se centrará en un análisis a nivel de las líneas que circulan en la avenida y, el de ocupación de paradas, como indica su nombre, a nivel de parada. Para ambos procedimientos, es necesario determinar las capacidades de los pasajeros (en p / h) por línea y por parada (véase “Anejo III: Datos de campo”) obtenidos de analizar los datos extraídos de la práctica de campo.

2.5 Procedimiento de cálculo

En el apartado 2.3 se muestra la metodología a tener en cuenta para la determinación de la capacidad y los niveles de servicio. A continuación, se muestra un resumen de los cálculos obtenidos para la situación actual.

En primer lugar, se determina la capacidad de la línea. Para ello, se realiza una caracterización de todas las paradas de la EMT ubicadas en la avenida de los Naranjos de acuerdo a lo que indica el TCQSM (véase *Tabla 8*). También, se determina la frecuencia de cada línea de autobús, tomando como referencia la media de los intervalos indicados en la página web de la EMT.

A continuación, se realiza la recopilación de los datos de entrada. En este caso, se han realizado dos prácticas de campo. La primera, se determinó el flujo de usuarios a lo largo de la Avenida durante la hora punta de la mañana y de la tarde. En la segunda, se calculó la duración de los ciclos de las señales, para la estimación del tiempo en verde, que regulan el tráfico. Por otro lado, se recogió de la página web del Ayuntamiento de Valencia información acerca de las intensidades de vehículos existentes en la Avenida de Taronjers para febrero de 2018 (mes en el que se realizaron las pruebas de campo).

Parada	Tipo de vía	Tipo (s / Ubicación)	Tipo (s / Infraestructura)	Nº andenes de carga
Aparcament	On – line	Near – side	Básica	1
Davant. Acc. U.	On – line	Far – side	Básica	1
F. Dret	On – line	Far – side	Básica	1
F. Economía	On – line	Near – side	Básica	1
F. Magisteri	On – line	Near – side	Refugio peatonal	2
Fausto Elio	On – line	Far – side	Doble refugio peatonal	2
Galileo Galilei	On – line	Near – side	Refugio peatonal	2
Junt. Entrada U.	On – line	Far – side	Refugio peatonal	1
Ramón – Llull	On – line	Near – side	Refugio peatonal	2

Tabla 8: Clasificación de las paradas EMT en la Avenida de los Naranjos (Valencia) según el TCQSM (Fuente: Elaboración propia)

Una vez se han caracterizado las paradas de autobús y se tiene suficiente información de partida, se procede a la determinación de un índice de fallo. Para ello, el TCQSM establece una función de probabilidad (Z) asociado a una probabilidad de fallo. Además, según la localización geográfica de las paradas respecto a la ciudad, el TCQSM recomienda un intervalo de valores para fijar una probabilidad de fallo adecuada.

Las paradas de la avenida de los Naranjos se localizan fuera del centro de la ciudad. Por ello, se recomienda escoger una probabilidad de fallo comprendida entre el 2,5% y el 7,5%. A falta de información precisa, se escoge el valor medio del intervalo (5%) al que le corresponde un valor de $Z = 1,642$ (véase “Anejo IV: Cálculos”).

Después de fijar un valor de Z asociado a una probabilidad de fallo, se determinan los tiempos de parada (t_d) de cada parada. Para ello, el TCQSM recomienda una serie de valores por defecto; cuando, por falta de medios o por escasez de información, no se ha podido determinar analíticamente. El tiempo de parada escogido depende, al igual que la probabilidad de fallo, de la localización geográfica de las paradas como de la importancia de dichas paradas en la ciudad. En la *Tabla 9*, se muestran los tiempos de paradas que se han considerado:

Parada	Tiempo de parada (s)
Aparcament	15
Davant. Acc. U.	30
F. Dret	30
F. Economía	15
F. Magisteri	30
Fausto Elio	15
Galileo Galilei	30
Junt. Entrada U.	30
Ramón – Llull	30

Tabla 9: Tiempos de parada según la parada EMT (Fuente: Elaboración propia)

Establecidos los tiempos de parada, se puede calcular el margen de operación asociado a cada tiempo de estacionamiento. En este caso, el TCQSM dispone de una ecuación con la que se puede obtener dicho valor. La ecuación es la siguiente:

$$t_{om} = c_v * t_d * Z$$

Ecuación 1: Margen de operación según el índice de fallo (Z) [Equation 6 – 2] (Fuente: TCQSM, 3 ed). Disponible en: <https://www.trb.org>

En la *Ecuación 1*, c_v corresponde al coeficiente de variación de los tiempos de parada (el TCQSM recomienda utilizar un valor de 0,62) y Z, es el valor de la función de probabilidad asociado a un índice de fallo determinado, calculado previamente. De esta forma, se obtiene un margen de operación igual a 30,6 s ($t_d = 30$ s) y 15,3 s ($t_d = 15$ s).

El siguiente paso, consiste en el cálculo de la capacidad de una zona de carga. Ello depende del margen de operación, tiempo de parada, tiempo de despeje y de la señalización del tráfico. Los dos primeros factores se han calculado en los pasos anteriores, mientras que los dos restantes se calculan a continuación.

El tiempo de despeje, está formado por dos sumandos: tiempo mínimo de reanudación del viaje del autobús (t_{su}) y tiempo de reentrada al tráfico (t_{re}). El primer componente tiene un valor por defecto de 10 s; mientras que el segundo, depende del tráfico de vehículos en el carril por donde circulan los autobuses urbanos. Sin embargo, al ser un carril de uso exclusivo de la EMT (solo circulan autobuses o taxis) presenta unos volúmenes de tráfico pequeños. Por eso, no se considera la componente asociada tiempo de reentrada, al ser su valor igual a cero. Por lo tanto, el tiempo de despeje es igual a 10 s para todas las paradas.

Los tiempos en verde (g / C) se han calculado en una práctica de campo (véase “Anejo III: Datos de Campo”) en las que se determinó manualmente la duración de las fases del semáforo en las intersecciones más cercanas a cada parada.

Determinados todos los factores que dependen de la capacidad de la zona de carga, se puede calcular la capacidad de un andén a través de la siguiente ecuación:

$$B_l = \frac{3600 * (g/C)}{t_c + t_d * (g/C) + t_{om}} = \frac{3600 * (g/C)}{t_c + t_d * (g/C) + Z * t_d * c_v}$$

*Ecuación 2: Capacidad de la zona de carga [Equation 6 – 6] (Fuente: TCQSM, 3 ed).
 Disponible en: <https://www.trb.org>*

Aplicando la *Ecuación 2* a cada parada:

Parada	g / C	t_{su} (s)	t_{re} (s)	t_c (s)	t_d (s)	t_{mo} (s)	B_l (bus / h)
Aparcament	0,6	10	0	10	15	15,3	62
Davant. Acc. U.	0,6	10	0	10	30	30,6	36
F. Dret	0,5	10	0	10	30	30,6	32
F. Economía	0,7	10	0	10	15	15,3	70
F. Magisteri	0,6	10	0	10	30	30,6	36
Fausto Elio	0,7	10	0	10	15	15,3	70
Galileo Galilei	0,6	10	0	10	30	30,6	36
Junt. Entrada U.	0,6	10	0	10	30	30,6	36
Ramón – Llull	0,4	10	0	10	30	30,6	27

Tabla 10: Capacidad de la zona de carga de cada parada (Fuente: Elaboración propia)

Establecido las capacidades de una zona de carga, se procede a determinar la capacidad total de cada parada. La capacidad de una parada depende de diversos factores:

1. Capacidad individual de la zona de carga (B_i)
2. Número de zonas de carga posibles
3. Diseño de las zonas de carga
4. Posición de la parada de autobús respecto a la vía

Como la capacidad de una zona de carga se ha definido a partir de la *Ecuación 2* (véase *Tabla 4*), se determina el número de zonas de carga existentes en cada parada y ; con ello, establecer el número de andenes efectivos (N_{ai}). Este factor refleja el aumento de la capacidad de la parada que se produce por la configuración de dos o más zonas de carga.

Sin embargo, la determinación de este componente es necesario conocer previamente varios aspectos. El primero de ellos, se trata de la localización de la parada respecto el carril de circulación del autobús (es decir, si se encuentra on – line u off – line). En segundo lugar, el número de andenes disponibles en la parada; es decir, el número de espacios disponibles en la parada para poder estacionar los vehículos y que se puedan realizar operaciones de subida o bajada de usuarios. Finalmente, hay que determinar el sistema de operación de llegadas de vehículos que plantea la EMT en las líneas que circulan en la avenida (llegadas de autobuses aleatorias o en pelotón).

En el caso de la avenida de los Naranjos, se deduce que las paradas se encuentran junto al carril bus y que las llegadas de los vehículos son aleatorias. Por lo tanto, el número de andenes efectivos depende del número de andenes disponibles. Para ello, se utiliza la *Figura 5*:

Loading Area #	On-Line Loading Areas				Off-Line Loading Areas	
	Random Arrivals		Platooned Arrivals		All Arrivals	
	Efficiency %	Cumulative # of Effective Loading Areas	Efficiency %	Cumulative # of Effective Loading Areas	Efficiency %	Cumulative # of Effective Loading Areas
1	100	1.00	100	1.00	100	1.00
2	75	1.75	85	1.85	85	1.85
3	70	2.45	80	2.65	75	2.60
4	20	2.65	25	2.90	65	3.25
5	10	2.75	10	3.00	50	3.75

Sources: *TCRP Report 26 (21)* and *TCRP Research Results Digest 38 (37)*.

Notes: On-line values assume that buses do not overtake each other.

Values apply only to linear loading areas; non-linear designs are 100% effective.

Figura 5: Andenes efectivos según el nº de zonas de carga, tipo de vía y de llegada de autobuses [Exhibit 6 – 63] (Fuente: TCQSM, 3 ed). Disponible en: <https://www.trb.org>

Por otro lado, se debe realizar un ajuste en la capacidad de la infraestructura debido al bloqueo del tráfico por la existencia de cruces. Esto ocurre debido a que el carril de la EMT (carril Tipo I) opera con las mismas señales que el tráfico general, ya que el carril de uso exclusivo para el transporte público es adyacente a los demás. También influye el volumen de tráfico existente en el carril contiguo, porque es posible que pueda interferir en la circulación de autobuses en la situación de hora punta. Para ello, se aplica el factor de ajuste de bloqueo del tráfico (f_{tb})

$$B_s = N_{el} * B_l * f_{tb}$$

*Ecuación 3: Capacidad de una parada de autobús [Equation 6 – 18] (Fuente: TCQSM, 3 ed).
 Disponible en: <https://www.trb.org>*

De esta manera, una vez que se han calculado el número de andenes efectivos de cada parada como el factor de ajuste de bloqueo de tráfico, se puede obtener la capacidad de cada parada. En la *Tabla 11*, se muestran los resultados que se obtienen de aplicar la *Ecuación 3*:

Parada	B_l (bus / h)	N_{al}	f_{tb}	B_s (bus / h)
Aparcament	62	1	0,31	19
Davant. Acc. U.	36	1	0,27	9
F. Dret	32	1	0,45	14
F. Economía	70	1	0,31	21
F. Magisteri	36	1,75	0,08	5
Fausto Elio	70	1,75	0,45	55
Galileo Galilei	36	1,75	0,31	19
Junt. Entrada U.	36	1	0,27	9
Ramón – Llull	27	1,75	0,31	14

Tabla 11: Capacidad de las paradas de la EMT (Fuente: Elaboración propia)

Conocida ya la capacidad de cada parada, se determina la capacidad total de la infraestructura. Se debe centrar la atención en las paradas críticas. Como se ha comentado en apartados anteriores, la parada crítica es aquella que puede albergar la menor cantidad de vehículos por unidad de tiempo (bus / h). Es decir, la parada de menor capacidad.

Sin embargo, a lo largo de la infraestructura circulan 3 líneas de la EMT: 18, 29 y 41. Por lo que se debe de considerar al menos 1 parada crítica para cada línea. De la línea 18, su parada crítica es F. Magisteri que solo puede soportar 5 bus / h.

Mientras tanto, en las líneas 29 y 41; lo son las paradas Davant. Acc. U. y Junt. Entrada U, ambas con una capacidad de 9 bus / h.

A continuación, se obtiene la capacidad de pasajeros de la infraestructura. Es decir, la cantidad de personas que puede abastecer la EMT en la avenida de los Naranjos durante el ciclo de 1 hora. Dicha capacidad depende de:

- Capacidad de la infraestructura del autobús
- Políticas de la agencia de transportes en relación con las cargas de pasajeros
- Intervalos de paso establecidos por la agencia de transportes
- Diversidad de la distribución de los usuarios

Para este cálculo, se hace la hipótesis de que la distribución de vehículos es homogénea y que se utiliza como vehículo modelo el autobús “Renault Citybus” con una capacidad máxima (P_{max}) de $112 + 2 \text{ PMR}^3$. También, se tiene en cuenta la política de la Empresa Municipal de Transportes, ya que, si dentro de su programa tienen una ley que establezca una carga máxima en el vehículo, hay que tener en cuenta la distribución de los pasajeros en la hora punta. Sin embargo, la EMT no establece ningún límite de ocupación en el vehículo, por lo que no se considera.

En primer lugar, se calcula la capacidad de usuarios prevista. Esta cifra indica el número de pasajeros que pueden ser transportados a lo largo de la infraestructura suponiendo que todos los vehículos transportan el máximo número de viajeros posible. Su obtención consiste en multiplicar la capacidad máxima del vehículo por la cantidad de vehículos que circulan por unidad de tiempo. Los resultados se muestran en la *Tabla 12*:

Línea EMT	$P_{max,i}$ (p / bus)	Intervalo medio (min)	N_i (bus / h)	P_s (p / h)
18	112 + 2 PMR	13,5	4	448 + 8 PMR
29	112 + 2 PMR	10,5	5	560 + 10 PMR
41	112 + 2 PMR	12	5	560 + 10 PMR
Total	-	-	14	1568 + 28 PMR

Tabla 12: Capacidad de usuarios prevista según línea (Fuente: Elaboración propia)

Se obtiene una capacidad prevista de $1568 + 28 \text{ PMR p / h}$ en la avenida de los Naranjos.

³ PMR: Persona de Movilidad Reducida

Finalmente, se debe calcular la capacidad de diseño. Determinado mediante el producto entre la capacidad máxima de pasajeros por vehículo y la capacidad de la parada crítica. De esta forma, se obtienen los siguientes resultados: 560 + 10 PMR (Línea 18) y 1008 + 18 PMR (Línea 29 + 41). Al sumar ambas cifras, se obtiene un total de 1568 + 28 PMR p / h.

Una vez que se ha analizado la capacidad de la infraestructura, se procede a analizar los niveles de servicio. Para ello se realizan dos estudios:

1. Nivel de ocupación de los usuarios dentro del vehículo a nivel línea.
2. Nivel de ocupación de los usuarios a nivel parada.

Para ambos estudios, se debe de obtener previamente el flujo de pasajeros por unidad de tiempo en todas las paradas de la EMT en la hora punta (véase “Anejo III: Datos de campo”).

Por otro lado, el TCQSM establece una tabla donde, según la calificación obtenida del nivel de servicio, muestra la percepción de los usuarios como la del operador (véase *Tabla 10* del “Anejo IV: Cálculos”). Para la ocupación dentro del vehículo se recomienda obtener una calificación entre la B y la D. Mientras que para la ocupación en las paradas basta con que se obtengan calificaciones iguales o superiores a la D.

A continuación, se muestran los niveles de servicio que se han obtenido como las ecuaciones utilizadas para su determinación:

1. Ocupación de usuarios dentro del vehículo

$$Ocupación = \frac{N_i * A_{bus}(m) * L_{bus}(m)}{Plazas\ disponibles_{bus}}$$

Ecuación 4: Nivel de ocupación en el vehículo (Fuente: Elaboración Propia)

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	C	B	B	A	E	A
29	C	E	B	B	D	B
41	B	B	B	B	B	B

Tabla 13: Nivel de ocupación según día y línea (Fuente: Elaboración propia)

2. Ocupación de usuarios en las paradas

$$LOS = \frac{S_i (m^2)}{\text{máx} (Subida_i ; Bajada_i)}$$

Ecuación 5: Nivel de ocupación en la parada (Fuente: Elaboración Propia)

Parada	Usuarios	Nivel de Servicio					
		Lunes		Martes		Viernes	
		M	T	M	T	M	T
Aparcament (29 y 41)	Suben	-	-	A	-	A	-
	Bajan	-	-	A	-	A	-
Davant Acc. Universitats (18, 29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	B	A	B	B	B	B
F. Dret (29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	A	D	B	E	A
F. Economía (29 y 41)	Suben	A	A	A	-	A	A
	Bajan	A	A	A	-	A	A
F. Magisteri (18)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	D	C	-	A	F	A
Fausto Elio (29 y 41)	Suben	-	-	-	-	A	-
	Bajan	-	-	-	-	A	-
Galielo Galieli (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	A	A	-	A	A	F
Junt Entrada Uni. (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	-	A
	Bajan	A	A	-	A	-	A
Ramón - Llull (29 y 41)	Suben	A	E	A	D	A	D
	Bajan	A	A	A	A	A	A

Tabla 14: Nivel de servicio de las paradas en la situación actual (Fuente: Elaboración propia)

3. Análisis situación actual. Diagnóstico

3.1 Oferta de servicio

Previo a realizar el diagnóstico de la situación actual, se comentan las características de la oferta de servicio ofrecidas en las líneas 18, 29 y 41 de la EMT. Dicha información se ha obtenido del PMUS Valencia, EMT Valencia y Anuarios Estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

Según los datos extraídos del Anuario Estadístico 2017, realizado por la Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia, el servicio de autobús de la EMT Valencia está formado por 60 líneas y una flota de 488 vehículos. A lo largo del año 2016 llegó a transportar a 93.331.639 personas. Posee una velocidad comercial media de 13,03 km/h y un índice de plazas/km ofertadas de 2.323.530.

	Total
Líneas de la red	60
Vehículos	488
km recorridos	21.406.482
Horas-coche	1.642.824
Velocidad comercial (media)	13,03
Plazas/km ofrecidas	2.323.530
Viajes realizados	3.092.407
Viajes perdidos	53.616
Personas transportadas	93.331.639

Tabla 15: Datos generales de la EMT [Año: 2016] (Fuente: EMT Valencia).
Disponibile en: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf>

En cuanto a las líneas de este trabajo, son operadas con vehículos diésel o gasoil, no se producen los denominados saltos de paradas “skip – stop” y los vehículos no realizan llegadas en pelotón (platooned). A continuación, se muestran varios aspectos generales de dichas líneas.

Línea	Longitud I+V (km)	V. comercial	Tiempo recorrido	Autobuses diarios	Viajeros
18	14,1	14,41	59'	6	1.097.134
29	18,3	13,78	1h 20'	11	1.350.974
41	12,9	13,93	55'	6	1.217.583

Tabla 16: Información general de las líneas 18, 29 y 41 de la EMT [Año: 2016]
 (Fuente: EMT Valencia). Disponible en: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf>

3.1.1 Línea 18: Boulevard Sud (par) – Taronjers (Universitats)

La línea 18 posee 2 paradas en la avenida de Los Naranjos. Comienza en el Hospital La Fe y finaliza en la Avenida de Taronjers. Mientras tanto, discurre por los distritos del Pla del Real, Quatre Carreres, Camins al Grau y Algirós abarcando una extensión total de 14,1 km. Consiste en una línea circular en la que los vehículos alcanzan una velocidad comercial de 14,41 km/h y tardan una media de 1 hora en completar el recorrido, en donde se emplean 6 autobuses diarios para su explotación. En el año 2016, fue utilizada por 1,1 millones de pasajeros.

En cuanto los horarios, presenta tres tipos: laborables, sábados y fines de semana. Sin embargo, debido a la modificación de líneas en febrero del 2018, solo se tiene conocimiento del horario en días laborables. El servicio se pone en marcha con su primera salida desde el Hospital La Fe a las 6:35 de la mañana y realiza sus últimos recorridos a las 21:15, 21:45 y 22:15 desde la misma parada. Desde que está en servicio hasta las 19:30 de la tarde presenta unas frecuencias de paso comprendidas entre los 10 – 17 minutos.



Diferentes temporadas:
 01/09/2014-28/09/2014 || [29/09/2014-31/12/2014](#) || [01/01/2015-29/05/2015](#)

Salidas de: Nou H. La Fe				
01/09/2014-28/09/2014	Primeras Salidas	Últimas Salidas	Frecuencias Entre	Min
Lab. (421)	6.35	19.44 , 20.05 20.26 , 20.48 21.15 , 21.45 22.15	6.49 - 19.27	10-17
Sab.		Pulsa para ver horario		
Fest.		Pulsa para ver horario		

Figura 6: Horario de la línea 18 de la EMT (Fuente: EMT Valencia).
 Disponible en: <https://www.emtvalencia.es>

3.1.2 Línea 29: Av. del Cid – Taronjers (Universitats)

Con inicio en la Avenida del Cid, la línea 29 abarca un recorrido de 18,3 km (la más larga de las tres) hasta alcanzar el campus universitario situado en la avenida de Taronjers. Con una presencia de 8 paradas en la avenida, discurre por los distritos de Campanar, la Saïdia, el Pla del Real, l'Olivereta, Poblats Marítims, Algirós y Benimaclet. Siendo también una línea circular, presenta una velocidad comercial de 13,78 km/h en las que cada vehículo tarda 1 hora y 20 minutos en completar el recorrido. A su vez, la EMT destina 11 autobuses diarios para la gestión de la línea. Durante el año 2016, fueron transportadas 1,3 millones de pasajeros.

A diferencia que la línea 18, se conocen los horarios laborales y los del sábado. En cuanto al horario rutinario, las primeras salidas desde la Avenida del Cid son a las 6:30 y las últimas a las 21:48 y a las 22:10. Por otro lado, presenta una frecuencia de paso de 8 – 13 minutos entre las 6:45 – 20:37 y, de 14 – 20 minutos entre las 20:37 – 21:28 de la noche. Mientras que los sábados, su servicio arranca a las 7:00 y no finaliza hasta las 22:10 manteniendo una frecuencia de paso de 16 – 18 minutos.



Diferentes temporadas:

01/09/2014-28/09/2014 || [29/09/2014-31/12/2014](#) || [01/01/2015-29/05/2015](#)

01/09/2014-28/09/2014	<i>Salidas de: Cid</i>			
	Primeras Salidas	Últimas Salidas	Frecuencias	
			Entre	Min
Lab. (322)	6.30	21.48 , 22.10	6.45 - 20.37 20.37 - 21.28	8-13 14-20
Sab. (303)	7.00 , 7.33 8.06	21.45 , 22.10	8.26 - 21.27	16-18
Fest.			Pulsa para ver horario	

Figura 7: Horario de la línea 29 de la EMT (Fuente: EMT Valencia).
 Disponible en: <https://www.emtvalencia.es>

3.2.3 Línea 41: Ramón i Cajal – Estación del Cabanyal

Desde la gran vía de Ramon i Cajal hasta la Estación del Cabanyal, la línea 41 presenta las mismas paradas en la zona de estudio que la línea 29. No obstante, esta línea circula por los distritos de Extramurs, l'Eixample, el Pla del Real, Poblats Martítims, Algirós, Benimaclet y Benicalap teniendo una longitud de 12,9 km. Como las anteriores líneas, también es circular y presenta una velocidad comercial de 13,93 km/h con la que los vehículos tardan alrededor de 55 min en dar una vuelta a todo el recorrido, donde la EMT destina 6 vehículos diarios para su explotación. En 2016, fue utilizada por 1,2 millones de usuarios.

Por otro lado, en esta línea solo se disponen los horarios laborales. El servicio de la línea empieza a las 6:15 de la mañana con salidas desde la Plaza Espanya y con últimas salidas a las 22:08 y 22:30 de la noche. Durante las 7:15 – 21:04 presenta una frecuencia de 10 – 14 minutos.



Diferentes temporadas:

01/09/2014-28/09/2014 || [29/09/2014-31/12/2014](#) || [01/01/2015-29/05/2015](#)

Salidas de: Espanya

<i>01/09/2014-28/09/2014</i>	Primeras Salidas	Últimas Salidas	Frecuencias	
			Entre	Min
Lab. (903)	6.15 , 6.55	21.22 , 21.45 22.08 , 22.30	7.15 - 21.04	10-14
Sab. (0)				
Fest. (0)				

*Figura 8: Horario de la línea 41 de la EMT (Fuente: EMT Valencia).
 Disponible en: <https://www.emtvalencia.es>*

3.2 Demanda de servicio

En los últimos años, la demanda de usuarios en la EMT ha ido en aumento, como se puede mostrar en la *Tabla 17*, donde se está produciendo la siguiente evolución de usuarios:

Año	Nº de viajeros
2015	87.924.809
2016	93.331.639
2017	95.494.811

Tabla 17: Evolución de viajeros en la EMT Valencia [Años: 2015 – 2017] (Fuente: Oficina Estadística). Disponible en: <https://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf>

Como se puede observar entre el año 2016 y 2017 se ha producido un incremento del 2,3% de la demanda. Hay una tendencia de crecimiento positiva que la EMT debe de planificar para poder dar servicio a todos los usuarios. Por lo tanto, si a la información de la *Tabla 16* se le aplica el mismo incremento, se puede obtener la demanda de las líneas para el año 2017:

- **Línea 18:** 1.122.368 usuarios
- **Línea 29:** 1.382.046 usuarios
- **Línea 41:** 1.245.587 usuarios

En definitiva, se estima una demanda total de 3.740.001 pasajeros para el año 2017.

Por otro lado, el conocimiento de la demanda de los viajeros en la hora punta se ha realizado gracias a la información extraída de las prácticas de campo (véase “Anejo III: Prácticas de campo”). Con la que se ha podido determinar las intensidades en las paradas y en las líneas. A raíz de los datos de entrada, se ha podido elaborar la *Tabla 18*, en la que se recoge la intensidad máxima de pasajeros producida en la parada de mayor actividad de cada línea para cualquier día y hora punta en las que se ha realizado la toma de datos.

A partir de esta información, se puede estudiar si se producen problemas de ocupación en las líneas o si los niveles de servicio de los usuarios dentro del vehículo son adecuados.

Línea	Intensidad usuarios por línea (p/h)					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	282	210	136	85	411	52
29	308	510	200	229	402	210
41	266	222	237	250	225	160

Tabla 18: Máxima intensidad de usuarios en cada línea según día y hora punta. Situación actual (Fuente: Elaboración Propia)

3.3 Diagnóstico

Una vez se ha analizado la situación actual, se puede realizar un diagnóstico sobre los problemas que se han detectado. Esto tiene su función para el establecimiento de las propuestas de mejoras en la planificación del servicio para los próximos años.

3.3.1 Capacidad

De la obtención de la capacidad de las paradas se detectaron dos problemas. El primero de ellos, se localiza en la parada Davant Acceso Universitats. Esta es la única parada en la Avenida de Taronjers que acoge las 3 líneas y presenta una capacidad de 9 bus / h. Sin embargo, debería tener una capacidad mínima de 14 bus / h para poder dar servicio a las tres líneas sin causar problemas. Por otro lado, la parada Junt Entrada Universitats tiene un problema similar de capacidad. Debe acoger 10 bus / h por pertenecer a las líneas 29 y 41, y solo puede 9 bus / h.

Por otra parte, hay un problema entre la capacidad prevista y la capacidad de diseño. Ambas cifras coinciden en su magnitud total, pero esto no quiere decir que el servicio de la EMT vaya a funcionar correctamente. Esto se produce debido a que la línea 18 presenta un sobredimensionamiento ligero. Por su parada crítica puede acoger a 5 bus / h cuando, por su frecuencia estimada, solo pasan 4 bus / h. A su vez, las líneas 29 y 41 presentan el efecto contrario. Debido a su frecuencia, el conjunto de ambas presenta una capacidad de 10 bus / h. Sin embargo, su parada crítica (Junt Entrada U.) limita la capacidad a 9 bus / h, pudiendo provocar interferencia entre autobuses en dicha parada.

En definitiva, estos problemas podrían no producirse. Las frecuencias de las líneas utilizadas han sido determinadas por el valor medio del intervalo mostrado en la página web de la EMT Valencia. Por lo tanto, si el servicio asegura la regularidad y fiabilidad suficientes, es probable que la frecuencia de paso sea menor y la infraestructura funcione con normalidad.

También se ha realizado un estudio del grado de ocupación por línea de la EMT. Para ello, se ha calculado la capacidad máxima de cada línea obtenida de la práctica de campo (véase *Tabla 18*).

A partir de esa información, se obtiene la tasa de ocupación. Es decir, el porcentaje de plazas ocupadas respecto a la situación de máxima carga (todas las plazas ocupadas). Dicha tasa, se recomienda que esté entre el 60 % y el 85%. De esta forma, no se produce suficiente pérdida económica, garantiza cierta comodidad a los viajeros y puede adaptarse el posible aumento de usuarios futuro. De dicho cálculo, se pudo obtener que la oferta está cerca de su máxima capacidad en las líneas 18 y 29 con una ocupación del 90,1% y del 89,5%, respectivamente. Y una escasa relación oferta – demanda en la línea 29, debido a que presenta un 46,7 %.

3.3.2 Nivel de servicio [LOS]

En cuanto al nivel de servicio (LOS) también se han identificado varios problemas. Por un lado, en la capacidad de los vehículos se han detectado en las líneas 18 y 29 unos LOS E y D (véase *Tabla 13*). Este fenómeno se produce debido a que las dimensiones del vehículo modelo (Largo: 12 m y Ancho: 2,5 m) y a las plazas máximas disponibles en él (112 + 2 PMR), produce un índice de ocupación máxima de 0,26 m²/p equivalente a un LOS E. Esto puede incidir en molestias a sus usuarios para dicha situación.

Finalmente, se procede a la determinación de la ocupación de viajeros en las paradas. Para ello, se ha determinado previamente las superficies de las paradas mediante el uso de la herramienta de “Medir / Polígonos” de Google Earth. De esta forma, para determinar el nivel de servicio se debe de conocer la máxima actividad de subida y de bajada de pasajeros en dicha parada (véase “Anejo III: Datos de campo”).

De los niveles de servicio obtenidos (véase *Tabla 14*), se identifican problemas de movilidad en las siguientes bajadas:

- **F. Dret:** LOS E (Viernes – Mañana)
- **F. Magisteri:** LOS F (Viernes – Mañana)
- **Galileo Galilei:** LOS F (Viernes – Tarde)
- **Ramón – Llull:** LOS E (Lunes – Tarde)

Es probable que la mayoría de usuarios presenten incomodidades al usar estas paradas en la hora punta. Sin embargo, en las paradas de F. Dret, F. Magisteri y Galileo Galilei, las máximas concentraciones se producen por el volumen de bajada de los usuarios. Por ello, el problema es de menor importancia porque, al bajar en la parada, los usuarios no permanecen allí.

Por otro lado, en la parada de Ramón – Llull el problema es distinto, ya que el nivel de concentración producido proviene del flujo de subida de pasajeros, por lo que permanecen en la parada, hasta la llegada del autobús, provocando concentraciones en la hora punta. Se recomienda realizar un aumento de la superficie dedicada a la parada para disminuir la concentración de usuarios mientras esperan los autobuses.

4. Análisis situación futura

Realizado el análisis para la situación actual, se debe de emplear el mismo método para su situación futura y comprobar el funcionamiento esperado del servicio de la EMT e identificar los posibles problemas que puedan aparecer. Para ello, se establece un año horizonte (2023) mediante el cual se formen 3 hipótesis, denominadas en este caso escenarios (Escenario 1: situación pésima, Escenario 2: situación realista y Escenario 3: situación óptima), en las que se analizará la capacidad y el nivel de servicio.

Antes de definir los escenarios (véase apartado 4.2.2 *Demanda*), se ha analizado la evolución histórica de viajeros en la EMT Valencia a lo largo de los últimos tres años. Esto se muestra en la *Tabla 19*:

Año	Nº de viajeros
2015	87.924.809
2016	93.331.639
2017	95.494.811

Tabla 19: Evolución anual de usuarios de la EMT Valencia [Años: 2015 – 2017] (Fuente: Ayuntamiento de Valencia). Disponible en: <https://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf>

A partir de ella, se puede calcular las tasas de crecimiento producidas en la EMT en los dos últimos ejercicios. Para ello, se aplica la siguiente ecuación:

$$\%i = \frac{Usuarios_{n+1} - Usuarios_n}{Usuarios_n} * 100$$

Ecuación 6: Tasa de crecimiento de usuarios, en tanto por cien (Fuente: Elaboración propia)

Las tasas de crecimiento establecidas en cada situación, se aplican en la Ecuación 2 del “Anejo III: Datos de campo” del se obtienen las intensidades futuras en las líneas y paradas para cada escenario a analizar.

El siguiente paso, consiste en la aplicación de la metodología del TCQSM para estimar la demanda futura. Dicho procedimiento se mostrará más adelante (véase apartado 4.3 Prognosis), en la que solo se mostrarán los pasos dónde los datos de entrada son diferentes a los empleados en la situación actual.

4.1 Actuaciones previstas en Valencia

Para este apartado, es importante tener en cuenta las futuras actuaciones que tiene previsto realizar el Ayuntamiento de Valencia que puedan afectar al servicio de transporte gestionado por la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Valencia.

En la actualidad, está vigente el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de diciembre de 2013, en concordancia con la Ley 6/2011 del 1 de abril, realizada por la Generalitat, de Movilidad en la Comunidad Valenciana. El principal objetivo de esta ley, es la regulación de la movilidad en Valencia como también en su área metropolitana, con la finalidad de establecer una serie de bases fundamentales para poder realizarse de manera correcta.

De esta manera, se pretende fomentar una movilidad más segura, sostenible y eficiente para los habitantes; introducir criterios de planificación de la red de transporte; regulación del servicio ofrecido, así como de sus infraestructuras. Con la aplicación de estas medidas, se intenta desplazar a todo habitante, incidiendo lo menos posible en el medio ambiente.

Una de las actuaciones que tiene previsto realizar el PMUS de Valencia la modernización de la flota de vehículos de la EMT, pasando de la utilización de vehículos diésel a unos más sostenibles. Dichos vehículos pueden ser de tres tipos:

- Vehículos híbridos
- Vehículos eléctricos
- Vehículos eléctricos con pila de combustible

Actualmente, esta medida ya se está llevando a cabo en algunas líneas más importantes, donde ya se están utilizando vehículos híbridos, los cuáles producen menos molestias a los ciudadanos (ruido, emisiones de CO₂, etc.). No obstante, esta medida tardará en completarse a causa del coste de adquisición de los vehículos y las dificultades económicas de la situación actual.

Por otra parte, tiene previsto lograr 10 objetivos principales de actuación en los que la consecución de todos ellos logrará que la movilidad de la ciudad de Valencia sea más sostenible y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Para ello, se ha establecido una jerarquía acerca de la prioridad de transporte deseada en la ciudad según sean más o menos sostenibles (véase *Figura 9*).



*Figura 9: Priorización general de los objetivos (Fuente: PMUS de Valencia).
Disponibile: <http://www.ayto-valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf>*

A continuación, se muestran los objetivos del PMUS de Valencia:

1. Asegurar que el peatón continúe siendo el protagonista de la movilidad en la ciudad.
2. Consolidar y favorecer la expansión de la bicicleta como modo de transporte cotidiano.
3. Conseguir una mayor participación de los desplazamientos urbanos, priorizando y garantizando su circulación.
4. Revisar y redefinir la jerarquía viaria en la ciudad para mejorar los flujos de tráfico.
5. Organizar el espacio destinado al estacionamiento en superficie.
6. Favorecer la descarbonización del sistema de transporte.
7. Hacer de la difusión y la prevención la base de la disciplina circulatoria de la ciudad.
8. Mejorar la seguridad vial y la convivencia pacífica y calmada entre todos los usuarios de la vía.
9. Conseguir una ciudad accesible para todos los ciudadanos.
10. Profundizar en la mejora de la gestión de la movilidad.

Una vez enunciados los objetivos que tiene previsto cumplir, el PMUS Valencia presenta la estrategia a seguir en cuanto al servicio del transporte público de la ciudad. Estos están basados con la finalidad de garantizar la competitividad del transporte colectivo frente al transporte privado en términos de cobertura, frecuencia, velocidad y calidad.

En el PMUS se establecen 17 estrategias de actuación para cumplir los objetivos que se han mencionado anteriormente. De todas ellas, las medidas que atañen al transporte público se reúnen en tres estrategias:

❖ **Estrategia n.º 6: Mejorar la competitividad de transporte urbano de la EMT Valencia.**

Para mejorar la competitividad frente al transporte privado, debe establecer actuaciones que permitan la mejora de la velocidad comercial, y que, a su vez, se garantice la regularidad en la explotación y asegure unos tiempos de transbordo mínimo. Por otro lado, se deben de establecer medidas que den prioridad a la circulación de autobuses a lo largo de la ciudad.

❖ **Estrategia n.º 7: Adaptar la red de EMT a las nuevas necesidades y demandas de movilidad de los ciudadanos.**

Uno de los principales problemas que presenta el servicio de autobús de la EMT de Valencia es su propio trazado de líneas. Una red de transporte terrestre debe estar adaptado a la demanda actual, tener una accesibilidad para todos los grupos sociales de la ciudad y abarcar toda la zona urbana.

A lo largo del tiempo, las ciudades van desarrollándose. A su vez, van modificando sus tendencias, áreas de influencia económica y necesidades. Por eso, el servicio municipal de autobús debe ser flexible y adaptarse fácilmente a estos cambios.

Sin embargo, la EMT Valencia ha cambiado poco su distribución de líneas desde los años 80, época en la que se realizó la última gran remodelación de las líneas (véase *Figura 10*). A partir de este momento, la ciudad de Valencia ha evolucionado considerablemente. En ella han surgido nuevos sistemas de transporte de mayor capacidad (tranvía y metro) y las necesidades de la población son distintas respecto cuando se efectuó la última modificación.



Red de autobuses de Valencia en los años '80

Red de autobuses de Valencia en la actualidad

Figura 10: Comparativa de la red de líneas y vehículos de la EMT Valencia en los años '80 con la situación actual (Fuente: PMUS de Valencia).

Disponibile en: <http://www.ayto-valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf>

Para llevar a cabo dicha estrategia, se reconsiderará el diseño de las líneas actuales y se ajustarán a las nuevas necesidades. Como se ha podido observar anteriormente, dichas medidas ya han afectado en las líneas de estudio de este trabajo (18, 29 y 41), las cuales se han fusionado con otras líneas existentes o se han modificado su trazado.

Finalmente, para poder garantizar su éxito se debe atender con los problemas planteados en la estrategia n.º 6, si no, se estaría mejorando una red cuyas características de operación no son competitivas frente al transporte privado.

❖ **Estrategia n.º 8: Potenciar la intermodalidad, la coordinación y la integración del transporte público urbano e interurbano.**

La mayoría de los desplazamientos en la ciudad de Valencia tienen como origen o destino su área metropolitana. Por ello, es importante tener una buena conexión entre el sistema de autobús urbano (EMT) e interurbano (MetroBus).

Sin embargo, esta medida no afecta a la zona de estudio, ya que no se tiene pensado modificar los accesos del MetroBus en la Avenida de Taronjers.

A parte del PMUS de Valencia, el ayuntamiento de Valencia ha elaborado documento de carácter informativo denominado “Valencia (+) sostenible” donde se informa a la población de la políticas y objetivos que se van a llevar a cabo para mejorar la movilidad en la ciudad.

En este documento se muestra, de manera resumida, lo comentado anteriormente en el PMUS y las acciones que se llevarán a cabo. A continuación, se expone los objetivos que tendrán influencia en el área de estudio de este trabajo y las acciones correspondientes:

1. Adaptar la red de EMT a las nuevas necesidades

- Estudio de las demandas de movilidad de los ciudadanos.
- Reordenación de la red de autobuses más conectada y menos radial.
- Mejorando la accesibilidad a las paradas de autobuses.
- Renovando la flota con vehículos híbridos y eléctricos.
- Mejorando la información y el conocimiento de los usuarios de la red de autobuses.

2. Mejorar la velocidad comercial de la EMT

- Protección de la circulación de autobuses mediante carriles segregados.
- Prohibición de estacionamiento y circulación sobre el carril bus.
- Alternativas para el aparcamiento nocturno en el carril bus.
- Introducción de preferencia semafórica para el transporte público (EMT y Tranvía).

De esta manera con este documento, se pretende establecer las primeras actuaciones contempladas en el PMUS de Valencia y garantizar que la población esté informada.

4.2 Estimación oferta y demanda futura

A continuación, se expone la oferta y la demanda del servicio de la EMT para la situación futura.

4.2.1 Oferta

Como se ha comentado previamente, la EMT tiene previsto realizar una serie de actuaciones para mejorar el servicio del autobús urbano en la ciudad de Valencia. Para ello, está modernizando su flota de vehículos, modificación de red de líneas a las necesidades actuales y políticas de preferencia en favor del transporte público en las vías.

En contraste con la situación actual, el servicio de la EMT proporcionado en la avenida mantiene los mismos horarios y frecuencias de paso. La única diferencia a destacar es el empleo de autobuses híbridos de la marca Iveco como vehículo modelo de explotación de la línea. Por otra parte, se prevé realizar varias actuaciones comprendidas en el “Plan de actuación de la EMT 2018”. Sin embargo, dicho documento no está disponible en la fecha actual. Por lo tanto, no se van a tener en cuenta en el análisis.

En definitiva, para el primer análisis de la situación futura se van a mantener las mismas características de operación comentadas en la situación actual.

4.2.2 Demanda

Al igual que en la oferta, hay una incertidumbre para determinar la posible demanda existente en el futuro. Para ello, se analiza la tendencia de usuarios en los últimos años (véase *Tabla 19*). A partir de esa información, se puede estimar la tasa de crecimiento (véase *Ecuación 14* en el “*Anejo IV: Cálculos*”). De ahí, se obtiene un incremento de usuarios en la EMT del 6,14% en el año 2016 y un 2,35% durante el curso del 2017.

Por lo tanto, al tener una estimación de los posibles crecimientos que se puede experimentar en los próximos años, se pretende enunciar tres escenarios hipotéticos donde analizar el servicio de la EMT en la situación futura. Los escenarios son los siguientes:

- **Escenario 1:** consiste en la situación pésima, en ella se considera que en los próximos 5 años la tendencia de crecimiento de los pasajeros es menor que a la del curso anterior. Por ello, se considera un incremento anual del 1,5%.
- **Escenario 2:** denominada situación realista, supone un crecimiento similar a la tendencia actual de 2,5%.
- **Escenario 3:** se trata de la situación óptima, ya que considera que se producirá un aumento de usuarios en el próximo lustro mayor que el producido en el último ejercicio. Se supone un crecimiento anual del 5%.

A su vez, si a la tasa de crecimiento estimada para cada escenario es aplicada a los viajeros totales de la *Tabla 16*, se determina la demanda prevista.

- **Escenario 1: Situación Pésima (Crecimiento del 1,5%)**
 - **Línea 18:** 1.181.925 viajeros
 - **Línea 29:** 1.455.382 viajeros
 - **Línea 41:** 1.311.683 viajeros
 - **Total:** 3.968.990 viajeros

➤ **Escenario 2: Situación Realista (Crecimiento del 2,5%)**

- **Línea 18:** 1.241.306 viajeros
- **Línea 29:** 1.528.503 viajeros
- **Línea 41:** 1.377.583 viajeros
- **Total:** 4.147.392 viajeros

➤ **Escenario 3: Situación Óptima (Crecimiento del 5%)**

- **Línea 18:** 1.400.252 viajeros
- **Línea 29:** 1.724.223 viajeros
- **Línea 41:** 1.553.979 viajeros
- **Total:** 4.678.454 viajeros

En definitiva, la demanda futura estará comprendida entre los 3,9 – 4,7 millones de usuarios para el año 2023.

4.3 Prognosis

Se denomina prognosis a “Conocimiento anticipado de algún suceso.”. Es decir, consiste en la determinación de un diagnóstico futuro de una situación. Obteniendo una prognosis, se permite adelantarse a los sucesos en la línea en los próximos años y demostrar que, si sigue con la misma tendencia, la red estará funcionando o no adecuadamente.

Previamente, se comenta una serie de hipótesis adoptadas para la estimación de la capacidad para la situación futura:

1. Tasas de crecimiento anual constante para cada escenario.
2. No se realizan modificaciones en las características de operación de las líneas ni tampoco en las paradas.
3. Se emplearán autobuses híbridos no articulados como vehículo principal de la infraestructura.
4. Se consideran los mismos tiempos de señalización semafórica.
5. Se supone un incremento del 5% de vehículos privados en la avenida entre el 2018 y el 2023.

4.3.1 Capacidad

Por lo tanto, el cálculo de la capacidad de la situación futura se mantiene equivalente hasta el paso 6.2. En dicho paso, se debe calcular el factor por bloqueo de tráfico en la avenida. Para ello, se ha realizado una comparación entre las intensidades de los vehículos motorizados en febrero 2017 y febrero 2018 disponibles en la página web del Ayuntamiento de Valencia en el apartado de “Web Municipales / Movilidad / Movilidad / Otras descargas” (véase “Anejo II: Información EMT”). Del que se determina un crecimiento anual del 1%. Además, se obtiene la siguiente tabla:

Parada	f_i	v_{ci} (veh / h / carril)	c_{ci} (veh / h / carril)	f_{tb}
Aparcament	1	1305	1800	0,28
Davant. Acc. U.	0,8	1732	1800	0,23
F. Dret	0,8	1305	1800	0,42
F. Economía	1	1305	1800	0,28
F. Magisteri	1	1732	1800	0,04
Fausto Elio	0,8	1305	1800	0,42
Galileo Galilei	1	1305	1800	0,28
Junt. Entrada U.	0,8	1732	1800	0,23
Ramón – Llull	1	1305	1800	0,28

Tabla 20: Factor de ajuste de bloqueo de tráfico de las paradas de la EMT
 (Fuente: Elaboración propia)

De esta forma, se modifican las capacidades de cada parada:

Parada	B_i (bus / h)	N_{ai}	f_{tb}	B_s (bus / h)
Aparcament	62	1	0,28	17
Davant. Acc. U.	36	1	0,23	8
F. Dret	32	1	0,42	13
F. Economía	70	1	0,28	19
F. Magisteri	36	1,75	0,04	2
Fausto Elio	70	1,75	0,42	51
Galileo Galilei	36	1,75	0,28	17
Junt. Entrada U.	36	1	0,23	8
Ramón – Llull	27	1,75	0,28	13

Tabla 21: Capacidad de las paradas de la EMT (Fuente: Elaboración propia)

Al analizar la *Tabla 21*, se pueden detectar los siguientes problemas:

1. **Parada Davant Acceso Universitats:** al ser la parada en la que paran las tres líneas, debería soportar 14 bus / h. Sin embargo, tendría una capacidad de 8 bus / h.
2. **Parada Junt Entrada Universitats:** posee una capacidad de 8 bus / h, pero debería presentar 10 bus / h.
3. **F. Magisteri:** presenta una capacidad de 2 bus / h, cuando debería tener como mínimo 4 bus / h.

Respecto al diagnóstico de la situación actual, se añade a esta lista la parada F. Magisteri. Esto puede provocar alteraciones en el correcto funcionamiento de la línea 18.

Al mantenerse constantes las características de explotación, la capacidad de la infraestructura seguirá siendo igual a la capacidad de la parada crítica. En este caso son "Facultat de Magisteri (18)" con 2 bus / h, "Junt Entrada Universitats (29 y 41)" y "Davant Acceso Universitats (18, 29 y 41)" ambas con 8 bus / h.

Conocida las paradas críticas, se procede a determinar la capacidad de usuarios prevista y la capacidad de diseño. Pero, previo a su determinación, hay que comentar un aspecto importante. Y es que, aunque se emplee otro vehículo modelo (autobús híbrido Iveco), este presenta las mismas dimensiones que su antecesor, el "Renault Citybus" (Ancho: 2,5 m y Largo: 12 m). De esta manera, ambos vehículos poseen la misma capacidad máxima ($P_{m\acute{a}x}$) de $112 + 2$ PMR.

En definitiva, se obtiene una capacidad de viajeros prevista de $1568 + 28$ PMR (determinado a partir de la *Tabla 6*) y una capacidad de diseño total de $1120 + 20$ PMR p / h.

Se puede observar una gran diferencia entre la capacidad máxima y la de diseño. Esto ocurre debido a la escasa capacidad de las paradas críticas respecto a la oferta. En esa ocasión, las tres líneas presentan un déficit de capacidad para soportar la capacidad prevista por la EMT. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los cálculos obtenidos se han realizado para la situación hipotética más desfavorable. En la que se ha considerado que el tráfico vehicular en la avenida aumenta en el futuro.

Mientras tanto, si se materializan las acciones contempladas en el PMUS Valencia. Es probable que la capacidad de la situación futura sea similar a la actual o incluso aumente debido a la disminución del uso del vehículo privado en la ciudad.

A continuación, se compara las hipotéticas intensidades de usuarios para cada escenario con la *Tabla 6* que representa las características de operación de las líneas EMT. Los datos mostrados en las siguientes tablas reflejan la mayor actividad de viajeros (ya sea por subida o por bajada del vehículo) producida en cualquier parada de dicha línea para cada día y hora punta.

Escenario 1: Situación Pésima (Crecimiento del 1,5%)

Intensidad de usuarios por línea (p/h)						
Línea	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	300	225	144	90	437	56
29	325	540	215	245	432	210
41	286	234	255	268	242	170

*Tabla 22: Máxima intensidad de usuarios en cada línea según día y hora punta
 (Fuente: Elaboración propia)*

Tasas de ocupación:

- **Línea 18:** $T_{18} = \frac{437}{448+8} * 100 = 95,8 \%$
- **Línea 29:** $T_{29} = \frac{540}{560+10} * 100 = 94,7 \%$
- **Línea 41:** $T_{41} = \frac{286}{560+10} * 100 = 50,2 \%$

En la situación pesimista, se observa que la oferta satisface a la demanda de las tres líneas. No obstante, estaría en su situación límite en las líneas 18 y 29. Mientras que, en la línea 29 estaría cerca de alcanzar una tasa de ocupación aceptable para el explotador de la línea.

Escenario 2: Situación Realista (Crecimiento del 2,5%)

Línea	Intensidad usuarios por línea (p/h)					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	318	232	152	94	462	56
29	342	570	225	256	454	210
41	300	246	266	282	254	180

*Tabla 23: Máxima intensidad de usuarios en cada línea según día y hora punta
 (Fuente: Elaboración propia)*

Tasa de ocupación:

- **Línea 18:** $T_{18} = \frac{462}{448+8} * 100 = 101,3 \%$
- **Línea 29:** $T_{29} = \frac{570}{560+10} * 100 = 100 \%$
- **Línea 41:** $T_{41} = \frac{300}{560+10} * 100 = 52,6 \%$

Para la situación realista, el escenario con más probabilidades de ocurrencia, empiezan a aparecer problemas con la demanda. Como se puede observar, en la *Tabla 23*. En la hora punta del viernes, la línea 18 (462 p / h) excede la capacidad de servicio ofrecida por la EMT (456 p / h). De la misma manera ocurra con la línea 29, donde el lunes por la tarde alcanzaría una capacidad de 570 p / h siendo está la máxima capacidad proporcionada por la EMT.

Escenario 3: Situación Óptima (Crecimiento del 5%)

Línea	Intensidad usuarios por línea (p/h)					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	354	262	172	107	522	64
29	385	645	255	289	510	240
41	340	282	302	318	285	200

*Tabla 24: Máxima intensidad de usuarios en cada línea según día y hora punta
 (Fuente: Elaboración propia)*

Tasa de ocupación:

- **Línea 18:** $T_{18} = \frac{522}{448+8} * 100 = 114,5 \%$
- **Línea 29:** $T_{29} = \frac{645}{560+10} * 100 = 113,2 \%$
- **Línea 41:** $T_{41} = \frac{340}{560+10} * 100 = 59,6 \%$

Mientras tanto, si para la situación realista la línea 18 ya excedía la oferta y la línea 29 estaba en el límite máximo. Para la situación más desfavorable (optimista) la demanda supera la oferta estimada.

En conclusión, del análisis de estos tres escenarios se determina la necesidad de modificar las características de operación en las líneas 18 y 29. Ya que ambas líneas no están diseñadas para soportar un aumento de usuarios a corto plazo. Por otra parte, la línea 18 demuestra que puede funcionar correctamente siempre que se mantengan el mismo servicio; en las que, para la situación óptima, alcanzaría una tasa de ocupación favorable para la EMT.

4.3.2 Nivel de servicio [LOS]

El análisis del nivel de servicio se realiza para cada escenario establecido. Los datos utilizados para establecer el nivel de servicio se encuentran en los apartados de ocupación del “Anejo III: Datos de campo”. Además, para la calificación de los LOS se utilizará la *Tabla 10* del “Anejo IV: Cálculos”.

Escenario 1: Situación Pesimista (Crecimiento del 1,5%)

LOS: Dentro del vehículo

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	C	B	B	A	E	A
29	C	E	B	B	D	B
41	B	B	B	B	B	B

Tabla 25: Nivel de ocupación según día y línea (Fuente: Elaboración propia)

Respecto la situación actual, no se producen cambios en los niveles de servicio (véase *Tabla 13*). En donde las líneas 18 y 29 presentan problemas de ocupación al tener una calificación LOS E (Línea 18: Viernes [M] y Línea 29: Lunes [T]).

LOS: Paradas

Parada	Usuarios	Nivel de Servicio					
		Lunes		Martes		Viernes	
		M	T	M	T	M	T
Aparcament (29 y 41)	Suben	-	-	A	-	A	-
	Bajan	-	-	A	-	A	-
Davant Acc. Universitats (18, 29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	B	A	B	B	B	B
F. Dret (29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	A	D	B	E	A
F. Economía (29 y 41)	Suben	A	A	A	-	A	A
	Bajan	A	A	A	-	A	A
F. Magisteri (18)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	D	C	-	A	F	A
Fausto Elio (29 y 41)	Suben	-	-	-	-	A	-
	Bajan	-	-	-	-	A	-
Galileo Galilei (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	A	A	-	A	A	F
Junt Entrada Uni. (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	-	A
	Bajan	A	A	-	A	-	A
Ramón - Llull (29 y 41)	Suben	A	E	A	E	A	D
	Bajan	A	A	A	A	A	A

*Tabla 26: Nivel de servicio de las paradas en la situación futura: escenario 1
 (Fuente: Elaboración propia)*

A los problemas documentados en la situación actual (véase *Tabla 14*), se le debe añadir el siguiente:

- **Ramón – Llull: LOS E (Martes – Tarde)**

Esto empeoraría la operabilidad de los usuarios en la parada en la hora punta de la tarde debido a que es causado por la cantidad de usuarios que suben en la parada.

Escenario 2: Situación Realista (Crecimiento del 2,5%)

LOS: Dentro del vehículo

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	D	B	B	A	E	A
29	C	E	B	B	D	B
41	B	B	B	B	B	B

Tabla 27: Nivel de ocupación según día y línea (Fuente: Elaboración propia)

Respecto al escenario 1 (*Tabla 25*), se observa que no aparecerían nuevos problemas, solo habría un cambio de LOS producido en la línea 18 (E → D el lunes por la mañana). Sin embargo, esta reducción no induce a problemas para los usuarios.

LOS: Paradas

Parada	Usuarios	Nivel de Servicio					
		Lunes		Martes		Viernes	
		M	T	M	T	M	T
Aparcament (29 y 41)	Suben	-	-	A	-	A	-
	Bajan	-	-	A	-	A	-
Davant Acc. Universitats (18, 29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	B	A	B	B	B	B
F. Dret (29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	A	D	B	E	B
F. Economía (29 y 41)	Suben	A	A	A	-	A	A
	Bajan	B	A	A	-	A	A
F. Magisteri (18)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	D	D	-	A	F	A
Fausto Elio (29 y 41)	Suben	-	-	-	-	A	-
	Bajan	-	-	-	-	A	-
Galielo Galieli (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	A	A	-	A	A	F
Junt Entrada Uni. (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	-	A
	Bajan	A	A	-	A	-	A
Ramón - Llull (29 y 41)	Suben	A	E	A	E	A	D
	Bajan	A	A	A	A	A	A

*Tabla 28: Nivel de servicio de las paradas en la situación futura: escenario 2
 (Fuente: Elaboración propia)*

Las modificaciones producidas, respecto a su tabla equivalente la situación pésima (*Tabla 26*) se muestran a continuación:

- **F. Dret:** A → B (Viernes – Tarde)
- **F. Economía:** A → B (Lunes – Mañana)
- **F. Magisteri:** C → D (Lunes – Tarde)

A pesar de ello, no inducen a la aparición de nuevos problemas que puedan afectar a la operación de los usuarios. Solo habría que considerar los problemas ya comentados para establecer las medidas correctoras oportunas.

Escenario 3: Situación Optimista (Crecimiento del 5%)

LOS: Dentro del vehículo

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	D	C	B	A	E	A
29	D	E	B	B	E	B
41	C	B	C	C	B	B

Tabla 29: Nivel de ocupación según día y línea (Fuente: Elaboración propia)

Al comparar con la situación realista (*Tabla 27*) se producen los siguientes cambios:

- **Línea 18:** Lunes (T) B → C
- **Línea 29:** Lunes (M) C → D y Viernes (M) D → E
- **Línea 41:** Lunes (M) B → C, Martes (M y T) B → C

En esta ocasión, si el número de usuarios de la EMT en la avenida crece de manera similar en los próximos años. Es más que probable que empeore la línea 29, donde se producirían problemas de ocupación los viernes por la mañana. Por otro lado, la línea 18 y 41 pueden soportar aún el hipotético aumento de viajeros en la red.

En definitiva, se debería aumentar la capacidad de viajeros en las líneas 18 y 29 hacer frente a posibles crecimientos de la demanda en dichas líneas y puedan ser transportados con mayor comodidad.

LOS: Paradas

Parada	Usuarios	Nivel de Servicio					
		Lunes		Martes		Viernes	
		M	T	M	T	M	T
Aparcament (29 y 41)	Suben	-	-	A	-	A	-
	Bajan	-	-	A	-	A	-
Davant Acc. Universitats (18, 29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	B	B	C	C	B	B
F. Dret (29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	B	E	B	E	B
F. Economía (29 y 41)	Suben	A	A	A	-	A	A
	Bajan	B	A	A	-	A	A
F. Magisteri (18)	Suben	A	A	-	A	A	A
	Bajan	E	D	-	B	F	A
Fausto Elio (29 y 41)	Suben	-	-	-	-	A	-
	Bajan	-	-	-	-	A	-
Galileo Galilei (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	A	B
	Bajan	A	A	-	A	A	F
Junt Entrada Uni. (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	-	A
	Bajan	A	A	-	A	-	A
Ramón - Llull (29 y 41)	Suben	A	F	A	E	A	E
	Bajan	A	A	A	A	A	A

*Tabla 30: Nivel de servicio de las paradas en la situación futura: escenario 3
 (Fuente: Elaboración propia)*

Al comparar con la situación realista (*Tabla 28*), se detectan los siguientes cambios:

- **Davant Acc. U:** A → B (Lunes – Tarde) y B → C (Martes – Mañana y Tarde)
- **F. Dret:** A → B (Lunes – Tarde) y D → E (Martes – Mañana)
- **F. Magisteri:** D → E (Lunes – Mañana) y A → B (Martes – Tarde)
- **Galileo Galilei:** A → B (Viernes – Tarde)
- **Ramón – Llull:** E → F (Lunes – Tarde) y D → E (Viernes – Tarde)

En primer lugar, la situación de la parada Ramón – Llull empeora. Esto puede provocar que la parada pierda parte de su funcionalidad, debido a que en la hora punta se excedería su máxima capacidad y los usuarios tengan que esperar alejados de la parada.

En segundo lugar, la parada F. Magisteri (Lunes – Mañana) y F. Dret (Martes – Mañana) presentan un LOS E. Pero, al producirse por el flujo de bajada de pasajeros, no supone un problema real debido a que conforme los usuarios se van alejando de la parada conforme van bajando.

5. Propuestas de mejoras. Evaluación y valoración económica

Una vez que se finaliza el análisis de la situación futura, se tiene el conocimiento suficiente para poder identificar los posibles problemas que van a estar presentes en la infraestructura, y cuáles son las actuaciones a realizar para erradicarlos. Por lo tanto, en este apartado se propondrán una serie de medidas que puedan evitar la aparición de los problemas. A modo de resumen, se comentan las actuaciones a ejecutar en la avenida:

➤ Líneas:

- **Línea 18:** aumento de la capacidad del vehículo o de la cifra de vehículos de operación.
- **Línea 29:** aumento de la capacidad del vehículo o de la cifra de vehículos de operación.

➤ Paradas:

- **Ramón – Llull:** aumento de la superficie de parada.
- **F. Magisteri:** aumentar la capacidad de vehículos de la parada.
- **Davant Acc. U.:** aumentar la capacidad de vehículos de la parada.
- **Junt Entrada U.:** aumentar la capacidad de vehículos de la parada.

Para poder dar solución a estos problemas, se establecerán cuatro propuestas de mejora. En las que, posteriormente, se analizará el impacto positivo que tiene cada una sobre la infraestructura, suponiendo que se aplique únicamente dicha medida. Por lo tanto, se realiza un análisis por cada propuesta. Por otra parte, se considerarán las intensidades obtenidas en el escenario 3, al ser la situación con mayor presencia de usuarios en la infraestructura.

Por lo tanto, las cuatro propuestas son las siguientes:

1. Ajuste de los tiempos de duración de los ciclos semafóricos en favor del transporte público.
2. Empleo de autobuses híbridos articulados.
3. Incremento de la oferta de vehículos en las líneas 18 y 29.
4. Aumento de la capacidad de las paradas (superficie y/o vehículos).

A continuación, se procede a realizar una breve descripción de la propuesta, como también una explicación del procedimiento de cálculo y una valoración económica respecto la situación actual.

5.1 Propuesta n.º 1: Ajuste de los tiempos de duración de los ciclos semafóricos en favor del transporte público

Esta propuesta consiste en aumentar la fase en verde de todos los semáforos que discurren por la avenida. Se supone un incremento del 10% en el tiempo en verde. Esto es posible, gracias a la tecnología instalada en los vehículos con la que se les puede enviar una señal automática a los semáforos para que, conforme se vaya acercando el vehículo, permanezcan en verde o reduzcan el tiempo de la fase roja y ámbar.

Con la aplicación de esta medida se pretende aumentar la capacidad de vehículos en las paradas y solucionar de esta manera los problemas de operación de las líneas. Además, cabe destacar que es una de las medidas que tiene planteado realizar la EMT Valencia.

Evaluación

En esta ocasión, para la determinación de la de la *Ecuación 3* se debe de calcular previamente los nuevos tiempos en verde (g / C) (véase *Tabla 31*). En los que se considera que se produce un aumento de los índices de un 10%.

Parada	g / C
Aparcament	0,7
Davant. Acc. U.	0,7
F. Dret	0,6
F. Economía	0,8
F. Magisteri	0,7
Fausto Elio	0,8
Galileo Galilei	0,7
Junt. Entrada U.	0,7
Ramón – Llull	0,5

Tabla 31: Tiempos en verde del semáforo más cercano a cada parada EMT
 (Fuente: Elaboración propia)

De esta forma, se determinan las siguientes capacidades de andén por cada parada:

Parada	g / C	t _{su} (s)	t _{re} (s)	t _c (s)	t _d (s)	t _{mo} (s)	B _i (bus / h)
Aparcament	0,7	10	0	10	15	15,3	70
Davant. Acc. U.	0,7	10	0	10	30	30,6	40
F. Dret	0,6	10	0	10	30	30,6	36
F. Economía	0,8	10	0	10	15	15,3	77
F. Magisteri	0,7	10	0	10	30	30,6	40
Fausto Elio	0,8	10	0	10	15	15,3	77
Galileo Galilei	0,7	10	0	10	30	30,6	40
Junt. Entrada U.	0,7	10	0	10	30	30,6	40
Ramón – Llull	0,5	10	0	10	30	30,6	32

Tabla 32: Capacidad de una zona de carga de cada parada (Fuente: Elaboración propia)

En este caso, a la Ecuación 7, se aplica a las capacidades obtenidas de la Tabla 32 y a los factores de bloqueo del tráfico determinados en la Tabla 20. Por lo tanto, se determinan las siguientes capacidades de parada:

Parada	B_i (bus / h)	N_{al}	f_{tb}	B_s (bus / h)
Aparcament	70	1	0,28	19
Davant. Acc. U.	40	1	0,23	9
F. Dret	36	1	0,42	15
F. Economía	77	1	0,28	21
F. Magisteri	40	1,75	0,04	2
Fausto Elio	77	1,75	0,42	56
Galileo Galilei	40	1,75	0,28	19
Junt. Entrada U.	40	1	0,23	9
Ramón – Llull	32	1,75	0,28	15

Tabla 33: Capacidad de las paradas de la EMT (Fuente: Elaboración propia)

De los datos que se obtienen de la *Tabla 33*, se puede afirmar que se producirán problemas en las siguientes paradas:

1. **Parada Davant Acc. U.:** a pesar de conseguir aumentar su capacidad de 9 bus / h, aún queda lejos de los deseados 14 bus / h.
2. **Parada F. Magisteri:** el incremento de la fase verde de los semáforos no tiene efecto sobre su capacidad, que se mantiene en 2 bus / h. Sin embargo, requiere el mínimo de 4 bus / h.
3. **Parada Junt Entrada U.:** también consigue aumentar su capacidad a 9 bus / h, pero requiere como mínimo 10 bus / h.

Una vez determinado las capacidades por parada, se determina la capacidad de la infraestructura, que corresponde a la de su parada crítica. Por eso, se obtienen las siguientes paradas críticas:

1. **Línea 18:** F. Magisteri (2 bus / h)
2. **Línea 29 + 41:** Davant Acceso U. (9 bus / h) y Junt Entrada U. (9 bus / h)

Identificadas las paradas críticas, se procede a calcular la capacidad de usuarios prevista y la capacidad de diseño. Para ello, se empleará el mismo vehículo que en la situación futura. Así, se obtiene una capacidad de viajeros prevista de 1568 + 28 PMR p / h y una capacidad de diseño total de 1232 + 22 PMR p / h.

Respecto a la situación futura, se produce un pequeño aumento de la capacidad de diseño debido al ligero aumento de la capacidad en las paradas “Junt Entrada Universitats (29 y 41)” y “Davant Acceso Universitats (18, 29 y 41)” de 9 bus / h.

En definitiva, esta propuesta no produce el impacto positivo requerido en las paradas para evitar problemas de operación en los vehículos. Esto es causado por el factor de bloqueo que se ha considerado a raíz de la hipótesis de que entre los años 2018 y 2023 se estimaba un aumento del 5% en el volumen de vehículos en la avenida. De ahí la importancia de reducir el tráfico de vehículos privados para los próximos años.

Valoración Económica

La aplicación de esta propuesta no conlleva costes económicos para la EMT Valencia. Esto se debe a que la tecnología, que gestiona los ciclos de las señales de tráfico, se encuentra ya instalada en los semáforos de la avenida. Por lo tanto, esta propuesta, con respecto la situación actual, tiene un coste cero.

Coste Total: 0 € / año

5.2 Propuesta n.º 2: Empleo de autobuses híbridos articulados

La utilización de vehículos articulados es una propuesta interesante a analizar en la avenida. Como se ha establecido anteriormente, algunas paradas y líneas presentan problemas de capacidad. Las primeras, pueden provocar problemas de operación debido a una mala planificación del diseño de las paradas. En cuanto a las segundas, es causado por el déficit en la oferta para hacer frente al incremento de la demanda a corto plazo.

De esta manera, con el empleo de vehículos articulados se pretende estudiar la mejora de los niveles de servicio tanto en las paradas como en las líneas.

Evaluación

Antes de proceder al cálculo de la capacidad, hay que comentar que se empleará un vehículo articulado de la marca Iveco (Largo: 18 m y Ancho: 2,55 m) para la explotación de las líneas. Para determinar la capacidad de este vehículo, se ha consultado la página web de la EMT Valencia para buscar un autobús con características similares. En este caso, se trata del modelo “Renault Cítaro Articulado” con una $P_{m\acute{a}x}$ de 152 + 2 PMR.

Por otra parte, se tiene en cuenta que las paradas de la infraestructura no están diseñadas para acoger vehículos articulados. En principio, se considera la existencia de un andén de parada.

De esta forma, se puede determinar la capacidad de las paradas a partir de la Ecuación 3.

Parada	B_l (bus / h)	N_{al}	f_{ib}	B_s (bus / h)
Aparcament	62	1	0,28	17
Davant. Acc. U.	36	1	0,23	8
F. Dret	32	1	0,42	13
F. Economía	70	1	0,28	19
F. Magisteri	36	1	0,04	1
Fausto Elio	70	1	0,42	29
Galileo Galilei	36	1	0,28	10
Junt. Entrada U.	36	1	0,23	8
Ramón – Llull	27	1	0,28	7

Tabla 34: Capacidad de las paradas de la EMT (Fuente: Elaboración propia)

De la *Tabla 34*, se puede detectar los siguientes problemas:

1. **Parada Davant Acceso Universitats:** se obtiene una capacidad de 8 bus / h, mientras que es necesario tener 14 bus / h.
2. **Parada F. Magisteri:** solamente puede acoger 1 bus / h. Requiere una capacidad mínima de 4 bus / h.
3. **Parada Junt Entrada U.:** posee una capacidad de 8 bus / h, pero debería tener 10 bus / h.
4. **Parada Ramón – Llull:** presenta una capacidad de 7 bus / h. Sin embargo, se recomienda que tenga un mínimo de 10 bus / h.

Al comparar con la situación futura (véase *Tabla 21*), se puede deducir que los problemas de operación empeorarían. La parada F. Magisteri reduce su capacidad a 1 bus / h, convirtiéndose en no apta para acoger autobuses articulados. A su vez, con la presencia de estos vehículos, se generarían en Ramón – Llull problemas de operación. Por sus dimensiones actuales, solo posee un andén de carga para vehículos articulados lo que hace reducir su capacidad de 13 bus / h a 7 bus / h.

Una vez determinado las capacidades por parada, se determina la capacidad de la infraestructura, que corresponde a la de su parada crítica. Por eso, se obtienen las siguientes paradas críticas:

1. **Línea 18:** F. Magisteri (1 bus / h)
2. **Línea 29 + 41:** Ramón – Llull (7 bus / h)

Identificadas las paradas críticas, se procede a calcular la capacidad de usuarios prevista y la capacidad de diseño. Así, se obtiene una capacidad de viajeros prevista de 2128 + 28 PMR p / h y una capacidad de diseño total de 1216 + 16 PMR p / h.

La diferencia entre las dos cifras se debe a que, al mantener las mismas características de operación y aumentar la capacidad del vehículo, permite desplazar a más usuarios, es decir, aumenta la capacidad de viajeros prevista. No obstante, por la utilización de este tipo de autobuses, el aforo en las paradas es menor y de ahí que la capacidad de diseño sea más pequeña.

Línea EMT	$P_{max,i}$ (p / bus)	Intervalo medio (min)	N_i (bus / h)	P_s (p / h)
18	152 + 2 PMR	13,5	4	608 + 8 PMR
29	152 + 2 PMR	10,5	5	760 + 10 PMR
41	152 + 2 PMR	12	5	760 + 10 PMR
Total	-	-	14	2128 + 28 PMR

Tabla 35: Capacidad de usuarios prevista según línea [Escenario 3: propuesta n.º 2] (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se calcula las tasas de ocupación de cada línea. Para ello, se comparará la *Tabla 35* con las intensidades del Escenario 3 (véase “Anejo III: Datos de campo”).

Escenario 3: Situación Óptima (Crecimiento del 5%)

- **Línea 18:** $T_{18} = \frac{522}{608+8} * 100 = 84,7 \%$
- **Línea 29:** $T_{29} = \frac{645}{760+10} * 100 = 83,8 \%$
- **Línea 41:** $T_{41} = \frac{340}{760+10} * 100 = 44 \%$

Por lo tanto, de las tasas determinadas, se puede afirmar que se alcanzan buenos resultados para las líneas 18 y 29 (80% - 85% ocupación). Mientras que en la línea 41, se produciría una pérdida económica por parte del explotador debido a que hay un exceso en la oferta (44% de ocupación máxima).

Una vez terminado el análisis de la capacidad, se procede a evaluar los cambios en los niveles de servicio que produce esta propuesta. En esta ocasión, al no producirse modificaciones en las paradas y utilizar otro tipo de vehículo, se estudiará el nivel de servicio de los usuarios durante su desplazamiento en el vehículo.

LOS: Dentro del vehículo

Ocupación por línea (m ² / p)						
Línea	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	0,52	0,7	1,07	1,72	0,35	2,87
29	0,6	0,36	0,9	0,79	0,45	0,96
41	0,68	0,81	0,76	0,72	0,81	1,15

*Tabla 36: Ocupación en cada línea según día y hora punta [Escenario 3: propuesta n.º 2]
 (Fuente: Elaboración propia)*

LOS						
Línea	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	B	B	A	A	D	A
29	B	D	B	B	C	B
41	B	B	B	B	B	A

Tabla 37: Nivel de ocupación según día y línea. [Escenario 3: propuesta n.º 2] (Fuente: Elaboración propia)

Al comparar la *Tabla 37*, con la correspondiente obtenida en el Escenario 3 (véase *Tabla 29*), indica que la utilización de los vehículos articulados produce un efecto positivo en los LOS. No se producirían problemas causados por altas concentraciones de pasajeros. Sin embargo, si se producen modificaciones en las características de operación, habría que rehacer los cálculos para estimar los nuevos LOS.

En conclusión, la propuesta de emplear vehículos articulados en la avenida produciría varios efectos en la situación futura.

En primer lugar, empeoraría las capacidades de parada, al no estar las paradas diseñadas para este tipo de vehículos. Al aumentar la capacidad de cada autobús, produce un crecimiento del aforo máximo previsto a transportar en la avenida. No obstante, al no haber suficiente capacidad en sus paradas, desciende la capacidad de diseño.

Por otra parte, se produce una mejora en la ocupación de las líneas 18 y 29, que soportarían el incremento de viajeros en sus paradas. Mientras que la línea 41, tendría un exceso de oferta. Causado por una escasa tasa de ocupación del 44%, en su hora punta de mayor intensidad. Sin embargo, en los niveles de servicio relacionados con el desplazamiento de los pasajeros, se produce el mayor beneficio de esta propuesta. Ya que, incluso para la situación óptima (Escenario 3), no se producirían malas calificaciones en los niveles de servicio.

Valoración Económica

Respecto a la situación actual, la consecución de esta reforma conlleva varios costes. Uno de ellos es la compra de 14 autobuses articulados híbridos (450.000 € / ud. + 5.000 € / ud. de gastos financieros), de los que se considerará que tienen una vida útil entre los 20 – 25 años y se acuerda un plazo de amortización de 10 años (Cada año se pagará una décima parte del coste total). Por otra parte, se debe de tener en cuenta el coste de explotación y mantenimiento de los vehículos mencionados. De esta forma se obtiene la siguiente estimación del coste:

1. Vehículos: $(450.000 * 0,1 + 5.000) * 14 = 700.000 \text{ €}$

2. **Costes:** 14 h de conducción / día, operado por 2 conductores (1.500 € / mes), en los que se recorre 13 km / h (velocidad comercial), consumo medio de un autobús híbrido de 25 L / 100 km, coste de la gasolina 1,31 € / L (23 de julio de 2018)

$$\text{Coste} = 14 * [13 * 14 * 365 * 1,31 * 25 / 100 + 2 * (1.500 * 12)] \approx 810.000 \text{ €}$$

3. **Mantenimiento:** 10% de (vehículos + costes)

$$\text{Mantenimiento: } 0,1 * (700.000 + 810.000) = 151.000 \text{ €}$$

Coste Total: 1.661.000 € / año

5.3 Propuesta n.º 3: Incremento de la oferta vehículos en las líneas 18 y 29

Como se ha mencionado en la anterior propuesta, algunas líneas presentaban problemas para hacer frente al crecimiento de la demanda. En este caso, son las líneas 18 y 29.

Por lo tanto, si se produjera un aumento de la oferta de vehículos en dichas líneas, aparte de reducir la frecuencia de paso, se produciría un aumento de la capacidad de usuarios en si las líneas. Esto implementaría a solucionar los problemas de ocupación en las líneas.

Finalmente, también se estudiará si se puede reducir la oferta en la línea 41 sin que afecte a la operación de la propia línea.

Evaluación

En esta propuesta, se pretende aumentar la oferta de vehículos en las líneas 18 y 29. Para ello, se debe determinar la cantidad de autobuses necesarios para poder dar servicio a la demanda futura del Escenario 3 (véase *Tabla 24*) y también, que se permita un margen para considerar posibles aumentos de la demanda tras el año horizonte. De esta manera, se recomienda alcanzar una tasa de ocupación comprendida entre el 70% y el 80%. Para lograr estos resultados, la línea 18 debe de operar con 6 veh / h y; la línea 29, 7 veh / h.

Por lo tanto, se establecerían las siguientes características de explotación:

Línea EMT	$P_{\max,i}$ (p / bus)	Intervalo medio (min)	N_i (bus / h)	P_s (p / h)
18	112 + 2 PMR	10	6	672 + 12 PMR
29	112 + 2 PMR	8,5	7	784 + 14 PMR
41	112 + 2 PMR	12	5	560 + 10 PMR
Total	-	-	18	2016 + 36 PMR

Tabla 38: Capacidad de usuarios prevista según línea (Fuente: Elaboración propia)

Una vez se conoce estas características, se procede a identificar los problemas de operación que podrían darse lugar. Para ello, se tomará como referencia las capacidades de la *Tabla 21*. A continuación, se muestran las paradas que presentarán problemas:

1. **Parada Davant Acceso Universitats:** presenta una capacidad de 8 bus / h. Sin embargo, requiere de un mínimo de 18 bus / h.
2. **Parada F. Magisteri:** mantiene su capacidad de 2 bus / h, pero debería tener una capacidad de 6 bus / h.
3. **Parada Junt Entrada U.:** posee una capacidad de 8 bus / h, pero necesita al menos 12 bus / h.

Al comparar los resultados con la situación futura, se puede observar que no aparecerían más paradas con problemas. No obstante, de las que ya poseían algunos, estos empeoran al aumentar la oferta de vehículos en las líneas.

De esta manera, se estima una capacidad de usuarios prevista de 2016 + 36 PMR p / h y una capacidad de diseño de 1120 + 20 PMR p / h. Si se compara con la situación futura, se puede observar que la capacidad de diseño no se modifica (se mantiene constante la capacidad de las paradas) y la capacidad máxima prevista es mayor a causa del incremento de la oferta de vehículos.

A continuación, se muestra las tasas obtenidas de comparar las intensidades determinadas para el Escenario 3 (véase “Anejo III: Datos de campo”) con la *Tabla 37*.

Escenario 3: Situación Óptima (Crecimiento del 5%)

- **Línea 18:** $T_{18} = \frac{522}{672+12} * 100 = 76,3 \%$
- **Línea 29:** $T_{29} = \frac{645}{784+14} * 100 = 80,8 \%$
- **Línea 41:** $T_{41} = \frac{340}{560+10} * 100 = 59,6 \%$

Por lo tanto, se puede comprobar que las tres líneas están adaptadas para soportar el incremento de la demanda considerado en el Escenario 3 para el año horizonte. A su vez, la línea 41 al presentar una tasa de ocupación inferior al 60% podría reducir su oferta de 5 bus / h a 4 bus / h (frecuencia media: 15 min.) obteniendo una tasa de ocupación del 74,6%.

Después de determinar las tasas de ocupación, se procede a analizar el nivel de servicio en la infraestructura. Al igual que para la propuesta n.º 3, solamente se determina el nivel de servicio de los usuarios durante su estancia en el vehículo.

LOS: Dentro del vehículo

Ocupación por línea (m ² / p)						
Línea	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	0,51	0,69	1,05	1,68	0,34	2,81
29	0,55	0,33	0,82	0,73	0,41	0,88
41	0,44	0,53	0,5	0,47	0,53	0,75

*Tabla 39: Ocupación en cada línea según día y hora punta [Situación Futura: Propuesta n° 3]
 (Fuente: Elaboración propia)*

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
18	B	B	A	A	D	A
29	B	D	B	B	C	B
41	C	B	C	C	B	B

*Tabla 40: Nivel de ocupación según día y línea. [Situación 3: Propuesta nº 3]
 (Fuente: Elaboración propia)*

Al comparar la *Tabla 40*, con la correspondiente obtenida en el cálculo de la situación futura (véase *Tabla 29*), refleja que el aumento de la oferta de vehículos en las líneas 18 y 29 produce un impacto positivo en las calificaciones del nivel de servicio.

Por otra parte, si se supone que la línea 41 operara con 4 bus / h, no se originarían problemas de ocupación (véase *Tabla 41* y *Tabla 42*).

Línea	Ocupación por línea (m ² / p)					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
41	0,44	0,53	0,5	0,47	0,53	0,75

Tabla 41: Ocupación en la línea 41 considerando una oferta de 4 bus / h [Situación Futura: Propuesta n.º 3] (Fuente: Elaboración propia)

Línea	LOS					
	Lunes		Martes		Viernes	
	M	T	M	T	M	T
41	C	B	C	C	B	B

Tabla 42: Nivel de ocupación en la línea 41 considerando una oferta de 4 bus / h. [Situación 3: Propuesta n.º 3] (Fuente: Elaboración propia)

En conclusión, la ampliación de la oferta de vehículos en las líneas 18 y 29 produce varios efectos en la avenida respecto a la estimación de la situación futura.

En primer lugar, al aumentar el número de autobuses, provoca un aumento de la capacidad de usuarios prevista. Mientras que, al no modificar las características de las paradas, la capacidad de diseño se mantiene constante. También, a los problemas existentes en las capacidades de parada empeorarían.

En segundo lugar, cabe destacar que las líneas estarían preparadas para acoger a la demanda futura estimada. Por otra parte, no habría problemas en cuanto a la ocupación de viajeros dentro del vehículo, ya que se determinarían calificaciones LOS que no inducen a problemas.

Finalmente, comentar que la línea 41 podría reducir su oferta a 4 bus / h sin afectar al funcionamiento de la infraestructura.

Valoración Económica

A diferencia con el escenario de la situación actual, en esta medida se debe tener en cuenta la compra de 4 vehículos híbridos no articulados (350.000 € / ud. + 5.000 € / ud. de gastos financieros) con el mismo plazo de amortización, que se añaden a la flota actual de vehículos que operan la línea. A su vez, se consideran los mismos costes de operación, siendo el mantenimiento el 10 % del coste total.

1. **Vehículos:** $(350.000 * 0,1 + 5.000) * 4 = 160.000 \text{ €}$
2. **Costes:** $4 * [13 * 14 * 365 * 1,31 * 25 / 100 + 2 * (1.500 * 12)] \approx 231.000 \text{ €}$
3. **Mantenimiento:** $0,1 * (160.000 + 231.000) = 39.100 \text{ €}$

Coste Total: 430.100 € / año

5.4 Propuesta n.º 4: Aumento de la capacidad de las paradas (superficie y/o vehículos)

Otra de las complicaciones detectadas en la avenida son los problemas de capacidad de usuarios en las paradas. Esto provoca niveles de servicio bajos y puede suponer un incremento del uso de las instalaciones por parte de los usuarios. También, puede permitir la posibilidad de disponer de otro andén de carga que permita acoger a más vehículos, eliminando así los problemas de capacidad producidos. Para ello, se propone una remodelación de las paradas. Existen 2 tipos de modificaciones a poder realizar:

- 1. Incremento de la superficie:** aumentar el área perteneciente a la parada para que los pasajeros puedan esperar la llegada de vehículos con mayor comodidad. Esto permite mejorar los niveles de servicio en las paradas.

- 2. Incremento de la capacidad de la parada:** permite acoger más autobuses por unidad de tiempo sin inducir a problemas de explotación. A su vez, provocaría un aumento de la superficie de parada. Al aplicar esta modificación, es posible arreglar los problemas de ocupación de usuarios como los de operación de vehículos.

En definitiva, es importante que, para llevar a cabo esta propuesta, haya espacio suficiente para poder realizar la reforma.

Evaluación

En esta propuesta se pretende aumentar la capacidad de las paradas que presentan problemas de capacidad de vehículos, como de superficie para los usuarios. De esta forma, se tiene previsto realizar las siguientes acciones:

- 1. Parada Davant Acceso U.:** debido a su escasa capacidad de vehículos, se pretende añadir 2 andenes de carga como también una ampliación de su superficie en la calzada. A continuación, se muestra un croquis:



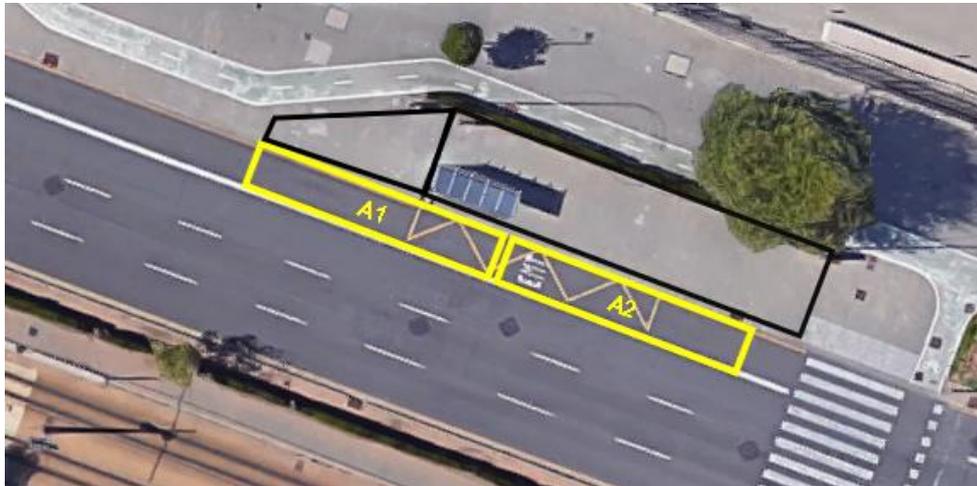
Figura 11: Croquis de la ampliación de la parada Davant Acceso U.
(Fuente: Elaboración propia)

- 2. Parada Facultat Magisteri:** al analizar su ubicación, se ha comprobado que no es posible efectuar una ampliación. A pesar de poseer 2 andenes de carga, es la parada con peor capacidad de vehículos de la infraestructura. Por lo tanto, se decide dar de baja el servicio de esta parada. De esta forma, el espacio donde paraban los vehículos se puede reutilizar como plazas de aparcamiento.
- 3. Parada Ramón – Llull:** se trasladará el panel publicitario, que hacía de obstáculo a los usuarios en la hora punta, a un lugar de mayor espacio y se construirá otra marquesina para disponer de más asientos. Por otra parte, al eliminar dicho panel, se puede añadir un andén de carga más en la parada y aumentar la superficie de espera. En la siguiente figura, se muestra un esquema de la parada.



Figura 12: Croquis de la ampliación de la parada Ramón – Llull
(Fuente: Elaboración propia)

4. **Parada Junt Entrada U.:** la reforma de esta parada consiste en la adhesión de un andén de carga que consiga aumentar la capacidad de vehículos y la construcción de otra marquesina para aumentar los asientos de espera.



*Figura 13: Croquis de la ampliación de la parada Junt Entrada U.
 (Fuente: Elaboración propia)*

Una vez que se han definido los cambios, se procede a caracterizar las paradas:

Parada	Tipo de vía	Tipo (s / Ubicación)	Tipo (s / Infraestructura)	N.º andenes de carga
Aparcament	On – line	Near – side	Básica	1
Davant. Acc. U.	On – line	Far – side	Básica	3
F. Dret	On – line	Far – side	Básica	1
F. Economía	On – line	Near – side	Básica	1
Fausto Elio	On – line	Far – side	Doble refugio peatonal	2
Galileo Galilei	On – line	Near – side	Refugio peatonal	2
Junt. Entrada U.	On – line	Far – side	Refugio peatonal	2
Ramón – Llull	On – line	Near – side	Refugio peatonal	3

Tabla 43: Clasificación de las paradas EMT en la Avenida de los Naranjos (Valencia) según el TCQSM [Situación futura: propuesta nº 4] (Fuente: Elaboración Propia)

De esta manera, al tener conocimiento del número de andenes por cada parada y al mantener las capacidades de andenes de carga de la situación futura (véase *Tabla 10*), se puede determinar la capacidad de las paradas.

Parada	B _i (bus / h)	N _{al}	f _{tb}	B _s (bus / h)
Aparcament	62	1	0,28	17
Davant. Acc. U.	36	2,45	0,23	20
F. Dret	32	1	0,42	13
F. Economía	70	1	0,28	19
Fausto Elio	70	1,75	0,42	51
Galileo Galilei	36	1,75	0,28	17
Junt. Entrada U.	36	1,75	0,23	14
Ramón – Llull	27	2,45	0,28	18

Tabla 44: Capacidad de las paradas de la EMT (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede comprobar de la *Tabla 44*, no se producirían problemas de operación de los vehículos en la infraestructura, a causa del aumento de la capacidad en las paradas.

Al conocerse las capacidades de parada se puede determinar las paradas críticas:

1. **Línea 29 y 41:** F. Dret (13 bus / h)
2. **Línea 18:** Davant. Acc. U. (20 bus / h)

Por lo tanto, aunque la parada crítica de la línea 18 tenga una capacidad de 20 bus / h, se considera una ocupación de 4 bus / h ya que es el máximo servicio que ofrece la línea para esta avenida.

De esta manera, se estima una capacidad de usuarios prevista de 1568 + 28 PMR p / h y una capacidad de diseño de 1904 + 34 PMR p / h. Si se compara con la situación futura, se mantiene constante la capacidad de usuarios prevista (no se modifica las características de la oferta) y una mayor capacidad de diseño producido por el aumento de la capacidad de las paradas. También, hay que tener en cuenta que, al ser la capacidad de diseño mayor que la de usuarios prevista, se puede realizar una ampliación de la oferta de vehículos en la avenida.

En cuanto a las tasas de ocupación, se producirían los mismos problemas identificados en el escenario 3. Es decir, exceso de oferta en la línea 29 y una escasez en las líneas 18 y 41.

Al terminar el análisis de la capacidad de la infraestructura, se procede a determinar el nivel de servicio. Para este caso, se determina el correspondiente a la ocupación de viajeros durante su estancia en las paradas.

Sin embargo, al dejar fuera de servicio la parada F. Magisteri (Línea 18), los viajeros que antes utilizaban esa parada usarán la parada Davant Acc. U. al ser la otra parada de esta línea en la avenida. Por lo tanto, para estimar las nuevas intensidades, se ha optado por escoger la mayor intensidad entre ambas paradas según día y hora punta. De esta forma, se obtiene la siguiente tabla:

Davant Acc. Pta. Prim. Universitats (p / h)				
Fecha	Pasajeros			
	Dentro	Suben	Bajan	Quedan
Viernes (M)	648	4	522	130
Lunes (M)	544	12	234	322
Martes (M)	547	0	164	383
Viernes (T)	259	44	106	197
Lunes (T)	240	42	205	77
Martes (T)	527	23	180	370

Tabla 45: Intensidad de usuarios en la parada de Davant Acc. Pta. Prim. U. [Situación futura: Escenario 3. Propuesta nº 4] (Fuente: Elaboración propia)

Por otra parte, se consideran las siguientes superficies de paradas:

Parada	Superficie (m²)
Aparcament	100
Davant. Acc. U.	270
F. Dret	80
F. Economía	120
Fausto Elio	140
Galileo Galilei	120
Junt. Entrada U.	150
Ramón – Llull	200

Tabla 46: Superficie de las paradas de la Avenida de Los Naranjos obtenida en Google Earth [Situación futura: Escenario 3. Propuesta nº 4] (Fuente: Elaboración propia)

LOS: Paradas

Parada	Usuarios	Nivel de Servicio					
		Lunes		Martes		Viernes	
		M	T	M	T	M	T
Aparcament (29 y 41)	Suben	-	-	A	-	A	-
	Bajan	-	-	A	-	A	-
Davant Acc. Universitats (18, 29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	A	A	A	B	A
F. Dret (29 y 41)	Suben	A	A	A	A	A	A
	Bajan	A	A	E	B	E	B
F. Economía (29 y 41)	Suben	A	A	A	-	A	A
	Bajan	B	A	A	-	A	A
Fausto Elio (29 y 41)	Suben	-	-	-	-	A	-
	Bajan	-	-	-	-	A	-
Galileo Galilei (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	A	B
	Bajan	A	A	-	A	A	F
Junt Entrada Uni. (29 y 41)	Suben	A	A	-	A	-	A
	Bajan	A	A	-	A	-	A
Ramón - Llull (29 y 41)	Suben	A	B	A	B	A	A
	Bajan	A	A	A	A	A	A

*Tabla 47: Nivel de servicio en las paradas
 [Situación futura: Escenario 3. Propuesta nº 4] (Fuente: Elaboración propia)*

Al analizar la *Tabla 47*, se comprueba que no se producirían problemas en cuanto a la espera de usuarios a la llegada del vehículo. Por otra parte, se producirían problemas de concentración de usuarios provocados por el flujo de bajada en las paradas de F. Dret (LOS E: Martes – Mañana y Viernes – Mañana) y Galileo Galilei (LOS F: Viernes – Tarde). No obstante, ambas paradas tienen espacio suficiente para que los usuarios puedan salir de la parada sin provocar molestias a otros usuarios.

En conclusión, la reforma de las paradas más críticas, puede solucionar los problemas de operación presentes en el escenario 3. A su vez, no se producirían problemas de concentración en las paradas. Por otra parte, al no modificarse las características de la oferta, seguiría habiendo altas tasas de ocupación en las líneas 18 y 29. Esto supone que dichas líneas no están preparadas para soportar futuros incrementos de demanda, causando así calificaciones bajas en los LOS de las líneas.

Valoración Económica

Para la estimación del coste de aplicación de esta propuesta, se debe de considerar las siguientes acciones:

- 20 m³ de Hormigón en masa para la ampliación de la parada de Davant Acceso Universitats (50€ / m³). [1.000 €]
- Rediseño de las marcas viajes: Eliminación de las marcas de F. Magisteri y elaboración de las marcas de las zonas de carga y límite de parada en Ramón – Llull, Davant Acceso U. y Junt Entrada U. [250 €]
- Instalación de 1 marquesina (6.000 € / ud.) en la parada de Ramón – Llull y Junt Entrada U. además del traslado del actual panel publicitario de la parada de Ramón – Llull. [Total: 6.500 €]
- Coste por uso de maquinaria y mano de obra. [% total de la unidad de obra]

$$\text{Coste} = 1.000 * 1 + 250 * 0,1 + 6.500 * 0,15 = 2.000 \text{ €}$$

Coste Total: 9.750 €

6. Conclusión

El análisis de la situación actual de la infraestructura de la EMT en la avenida de Los Naranjos, ha conllevado a la identificación de problemas en cuanto a problemas de operación y baja capacidad en varias paradas. También han surgido problemas de nivel de servicio de usuarios tanto en su trayecto en el vehículo como en su estancia en las paradas. Esto da lugar a problemas de funcionamiento en las líneas en los periodos de hora punta.

Por otra parte, se ha llevado a cabo la realización de un análisis en la situación futura (2023), en el que se agravaban las incidencias detectadas en la situación actual. A su vez, como se trata una infraestructura en crecimiento de usuarios, y con la ayuda de las medidas establecidas en el PMUS de Valencia, presentará problemas para hacer frente a los posibles aumentos de la demanda.

De esta forma, se ha llevado la aplicación de 4 propuestas para tener un conocimiento del grado de mejora que se puede alcanzar en una situación futura a corto plazo. Del análisis de cada propuesta, se concluye que la mejor solución para el correcto funcionamiento de la EMT para el año 2023 es la combinación de la “Propuesta n.º 3: Incremento de la oferta de vehículos en las líneas 18 y 29” y de la “Propuesta n.º 4: Aumento de la capacidad de las paradas”. Por consiguiente, la fusión alcanza la solución de todos los problemas detectados en el análisis de la capacidad y el nivel de servicio en el escenario más desfavorable establecido para la situación futura (Escenario 3). Así, se garantiza el correcto funcionamiento para cualquier escenario futuro considerado.

Finalmente, la aplicación de ambas propuestas, puede incluso permitir una disminución de la oferta de la línea 41 y así lograr un mayor rendimiento económico de la infraestructura.

7. Agradecimientos

En primer lugar, antes de proceder a la terminación de este trabajo, dar mención a los alumnos de GIC / GIOP: Álvaro Juan Martínez Martínez, Enrique Rodríguez Aznar y José Alfonso Atienzar López como también al alumno de intercambio Miklós Radics que colaboraron en la obtención de la información de las prácticas de campo. Por otra parte, agradecer la resolución de dudas como su dedicación para concretar tutorías del profesor Tomas Ruiz Sánchez, con el que no habría sido posible la realización de este trabajo académico.

Valencia, julio 2018

EL AUTOR DEL TRABAJO:



Fdo. Gonzalo Moreno Gherzi

Bibliografía

- ADRADA. Mobiliario urbano. Marquesinas.
[Consulta: 24 julio 2018].
Disponible en: <https://adrada.es>
- AIMEUR CARLOS, 2017. La EMT incrementa un 4,9% el número de usuarios en el primer cuatrimestre del año - Valencia Plaza. *Valencia Plaza* [en línea], [Consulta: 7 julio 2018]. Disponible en: <https://valenciaplaza.com/la-emt-incrementa-un-49-el-numero-de-usuarios-en-el-primer-cuatrimestre-del-ano>.
- AUTOLINE.ES. Venta de autobuses.
[Consulta: 24 julio 2018].
Disponible en: <https://autoline.es>
- AYUNTAMIENTO DE VALENCIA, 2013. Tráfico y transporte. Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de Valencia.
[Consulta: 28 mayo 2018].
Disponible en: <http://www.ayto-valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf>.
- AYUNTAMIENTO DE VALENCIA, 2018. València, hacia una movilidad (+) sostenible Políticas y objetivos en el área de movilidad y espacio público del Ayuntamiento de València.
[Consulta: 4 junio 2018].
Disponible en: http://www.valencia.es/ayuntamiento/tablon_anuncios.nsf.
- AYUNTAMIENTO DE VALENCIA. Oficina de Estadística. Ayuntamiento de Valencia. Anuario 2017.
[Consulta: 17 julio 2018].
Disponible en: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf>
- AYUNTAMIENTO DE VALENCIA. Oficina de Estadística. Ayuntamiento de Valencia. Anuario 2016.
[Consulta: 15 mayo 2018].
Disponible en: <https://www.valencia.es/ayuntamiento/anuario.nsf>
- AYUNTAMIENTO DE VALENCIA. Oficina de Estadística. Estadísticas por temas: Tránsito y Transportes. Ayuntamiento de Valencia.
[Consulta: 15 mayo 2018].
Disponible en: <http://www.valencia.es/ayuntamiento/catalogo.nsf>
- BRINCKERHOFF, P., 2013. *Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition*. s.n. ISBN 978-0-309-28344-1.
Disponible en: <http://www.trb.org/Main/Home.aspx>

Cuentas Anuales 2016 EMT, 2017.

[Consulta: 24 julio 2018].

Disponible en: <https://www.valencia.es/ayuntamiento/ayuntamiento.nsf>

EMPRESA MUNICIPAL DE TRANSPORTES DE VALENCIA. EMT Valencia.

[Consulta: 6 febrero 2018].

Disponible en: <https://www.emtvalencia.es>.

EMT VALENCIA, 2018. Certificado de Adjudicación EMT.

[Consulta: 14 julio 2018].

Disponible en: <http://www.emtvalencia.es>

EMT VALENCIA. Nuestra Red. Planificador de rutas. Líneas, esquemas y horarios.

[Consulta: 10 febrero 2018].

Disponible en: <https://www.emtvalencia.es/geoportal>

RAE, 2014. DLE: Prognosis - Diccionario de la Lengua Española.

[Consulta: 27 abril 2018].

Disponible en: <http://dle.rae.es>

SERRANO, Á., 2018. El Ayuntamiento de Valencia dará prioridad a los autobuses de la EMT en los semáforos | Las Provincias.

[Consulta: 14 julio 2018].

Disponible en: <https://www.lasprovincias.es>.

UNDESA, 2010. *Shanghai Manual – A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century CHAPTER 4 -SUSTAINABLE URBAN TRANSPORT.*

[Consulta: 6 febrero 2018].

Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org>

VALENCIAPLAZA, 2018. La EMT está de estreno: llegan los autobuses eléctricos - Valencia Plaza

[Consulta: 11 julio 2018].

Disponible en: <https://valenciaplaza.com>

VALENCIAPLAZA, 2018. La EMT se acerca a los 100 millones de pasajeros - Valencia Plaza.

[Consulta: 7 julio 2018].

Disponible en: <https://valenciaplaza.com>

