



**Sección de Ingeniería Civil**  
Universidad de La Laguna

## **COMPLEMENTOS TFG**

### **BLOQUE III. MODELO DE EXPLOTACIÓN**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>DATOS DE DEMANDA Y CARGA DEL SISTEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>FLOTA NECESARIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>CAPACIDAD DEL SISTEMA EN HORA PUNTA .....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>PRODUCCIÓN KILOMÉTRICA .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>DIMENSIONADO DE PLANTILLA.....</b>	<b>4</b>
5.1.	Conductores.....	5
5.2.	Técnicos de mantenimiento material rodante .....	5
5.3.	Controladores .....	7

## 1. DATOS DE DEMANDA Y CARGA DEL SISTEMA

Los datos de demanda suelen facilitarse en distintos escenarios. Para cada escenario se determinan previsiones de distribuciones horarias de pasajeros subidos/bajados por parada en cada una de las líneas que componen el sistema de transporte, dentro del horario comercial considerado (suelen disponerse horarios comerciales en temporada de invierno y de verano diferentes).

En función de estas distribuciones se determina la carga máxima de pasajeros por hora que ha de ser capaz de transportar el sistema tranviario en cada línea (tramo de línea entre dos paradas en el que mayor diferencia de pasajeros subidos y bajados hay en la primera de las paradas del tramo).

## 2. FLOTA NECESARIA

Para determinar el número de vehículos necesario para cubrir la demanda prevista hay que conocer:

- El tiempo de recorrido en cada sentido de circulación de cada línea
- La frecuencia mínima a cumplir
- Los tiempos de regulación en los extremos de cada línea

Estos datos se suelen obtener de simulaciones realizadas con herramientas informáticas, tanto para la cada uno de los escenarios considerados.

## 3. CAPACIDAD DEL SISTEMA EN HORA PUNTA

La capacidad del sistema de transporte público dependerá del tamaño (longitud y anchura) de los vehículos que se utilicen y de la ratio de pasajeros/m<sup>2</sup> que se considere aceptable en su interior. En Europa, para sistemas tranviarios se suele considerar como valor aceptable una ratio máxima de 3 pasajeros/ m<sup>2</sup>.

También hay que tener en cuenta las dimensiones máximas de los vehículos, que pueden venir condicionadas por el entorno. Como existe una gran cantidad de modelos de vehículos de transporte, se suelen tomar unos valores de longitud medios en la zona de pasajeros para poder determinar la capacidad de transporte de pasajeros por vehículo. En línea interurbanas, en las que normalmente no se permite viajar de pie en el interior del vehículo, la capacidad máxima por unidad vendrá determinada por el número de asientos disponibles.

Atendiendo a la distribución horaria de la carga máxima del sistema en función de la demanda, el número de servicios comerciales a la hora en función de la frecuencia establecida para el horario comercial, el

número de vehículos en línea y la capacidad por vehículo se podrá determinar la longitud de la zona de pasajeros necesaria (o número de asientos en líneas interurbanas) para cubrir la demanda en los distintos escenarios planteados.

#### **4. PRODUCCIÓN KILOMÉTRICA**

Para determinar la producción kilométrica realizada por la flota del sistema de transporte público se han de considerar los viajes de tipo:

- Comercial: realizados por las unidades de la flota a lo largo de todo el recorrido de una línea, recogiendo pasajeros en todas las paradas.
- Oportunidad: aquellos que realizan las unidades de la flota desde cocheras recogiendo pasajeros en parte de su recorrido por la línea. Estos viajes corresponden a la incorporación sucesiva de vehículos a la línea para incorporar todos los necesarios para ofrecer el servicio comercial.
- Vacío: los que realizan las unidades de la flota saliendo desde cocheras hacia los extremos de cada línea o desde los extremos de cada línea sin recoger pasajeros en su recorrido. Este tipo de viajes son necesarios para iniciar o finalizar el servicio comercial.

#### **5. DIMENSIONADO DE PLANTILLA**

Para la gestión eficaz de un sistema de transporte y su buen funcionamiento en todas las áreas, se considera clave y fundamental el establecer un diseño de la estructura organizacional correcto y con visión de futuro que redundará en el éxito como organización hacia el exterior de cara a la ciudadanía, así como a nivel interno de la propia organización.

Un aspecto clave en la gestión del sistema de transporte será tener una estructura de áreas y/o departamentos, para con posterioridad proceder a la definición de los diversos puestos de trabajo y una armoniosa distribución de responsabilidades y tareas entre ellos. Por este motivo el adecuado dimensionado de la plantilla que dará cobertura a cada uno de los puestos es un elemento básico de la propia explotación del sistema. Hay que tener presente e insistir en este sentido esa visión de futuro, por lo que a la hora de dimensionar la propia organización tiene que hacerse con una metodología que se pueda prolongar en el tiempo en la medida en que se debe de adaptar a posibles modificaciones cuantitativas y cualitativas de la demanda de viajeros, cambios de condiciones laborales, ampliaciones, el desarrollo del propio proyecto, etc.

En este apartado nos centraremos en determinar el personal necesario para cubrir los puestos de trabajo mayoritarios de un sistema de transporte público.

### 5.1. Conductores

Para determinar el número de conductores de un sistema de transporte hay que contabilizar las horas de conducción total que hay que realizar al año. Para ello es necesario determinar las horas de servicio comercial, que determinarán las horas anuales de conducción teniendo en cuenta:

- Hora de salida a servicio desde cocheras a cada uno de los extremos de cada una de las líneas que compongan el sistema de transporte
- Hora de finalización de servicio y de entrada a cocheras desde cada uno de los extremos de cada una de las líneas que compongan el sistema de transporte
- Horas diarias de servicio en cada una de las líneas
- Horas totales diarias de servicio

Previamente, es necesario determinar cuántos vehículos están circulando durante las horas del servicio comercial. Con el número total de vehículos circulando en cada franja horaria y la ratio de horas efectivas de conducción (1.420 horas anuales/conductor, en el caso de Metrotenerife) podemos determinar el número total de conductores necesario para la operación del sistema de transporte.

### 5.2. Técnicos de mantenimiento material rodante

Los técnicos necesarios para asegurar el mantenimiento de la flota de un sistema de transporte se determinan en función de las horas dedicadas a los distintos tipos de revisiones de mantenimiento preventivo y de las ratios determinadas para acciones de mantenimiento preventivo y correctivo (averías, accidentes, vandalismo, y otras acciones como trabajos de taller, formación y labores administrativas). Las operaciones de mantenimiento preventivo se ordenan en función de distintas gamas, determinadas por los kilómetros recorridos por cada unidad de la flota.

En el caso de sistemas tranviarios, con una producción kilométrica anual de 60.000 km por unidad de flota, se pueden considerar las siguientes gamas y actividades de mantenimiento preventivo para el material rodante, con las ratios horas/hombre que se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Gamas de mantenimiento preventivo**

Tipo de revisión preventiva	Ratios	
	Km o semanas	Horas/hombre
<b>Semanal</b>	52	1
<b>G15</b>	15.000	20
<b>G30</b>	30.000	40

Tipo de revisión preventiva	Ratios	
	Km o semanas	Horas/hombre
<b>G60</b>	60.000	100
<b>G120</b>	120.000	123
<b>G300</b>	300.000	150
<b>G600 (Overhaul)</b>	600.000	1000
<b>Reperfilado de ruedas</b>	20.000	10
<b>Cambio de ruedas</b>	240.000	100

Cabe mencionar que las gamas superiores incluyen las tareas de las gamas inferiores, por lo que en caso de coincidir en kilometraje la realización de dos gamas, sólo se llevará a cabo la superior.

Por otra parte, se suele considerar un número de horas fijo al año para acciones de mantenimiento correctivo. Este número se determina en base a la experiencia adquirida del mantenedor en el mantenimiento de la red tranviaria, teniendo en cuenta que las horas dedicadas a este tipo de mantenimiento suelen ser un porcentaje fijo de las horas anuales fijas dedicadas al mantenimiento preventivo. En la siguiente tabla se muestran porcentajes aplicables al caso de una explotación tranviaria urbana.

**Tabla 2. Porcentajes de horas considerado para el mantenimiento correctivo**

Tipo de acción correctiva	% aplicado sobre las horas de preventivo anual fijo
<b>Averías</b>	20
<b>Accidentes</b>	3
<b>Vandalismo</b>	1
<b>Otros</b>	5

Para cada tipo de acción e inspección de mantenimiento se determinan unas horas anuales de dedicación en función de los kilómetros recorridos por la flota y, a partir de la suma de ellas, el número total de horas de mantenimiento necesarias y el número de técnicos de mantenimiento de material rodante para cubrir esas horas teniendo en cuenta las horas de trabajo efectivo por persona (1.575 horas/año, en el caso de Metrotenerife).

### **5.3. Controladores**

Para determinar el número de controladores necesarios en plantilla es necesario conocer la demanda potencial. A partir de ese dato se fija el número de inspecciones a realizar como un porcentaje determinado de dicha demanda (habitualmente se toma el 7 %). Teniendo en cuenta que un controlador puede llegar a realizar 500 inspecciones diarias y que realiza una jornada laboral anual efectiva de 221 días se puede establecer el número de personas necesarias para cubrir los puestos de controlador.