

10.

Sistema tarifario

Las tarifas representan la fuente principal de ingresos de las empresas de transporte, a la vez que afectan la afluencia actual y potencial de cualquier sistema de transporte público e influyen la actitud hacia el servicio que se presta. Por ello es necesario planear el sistema tarifario con gran cuidado y considerando una serie de factores que mas adelante se detallarán.

Para analizar el nivel tarifario y su estructura se deben examinar los objetivos que se persiguen, siendo los mas importantes:

- Atraer al máximo número de usuarios.
- Generar el máximo ingreso para la empresa transportista.
- Lograr metas sociales específicas, tales como el facilitar la movilidad de niños y estudiantes o incrementar la movilidad de la fuerza de trabajo.
- Facilitar su uso tanto para el usuario como para el operador en términos de la estructura tarifaria, la supervisión del pago, la recolección del ingreso, la obtención de datos estadísticos, entre otros.

Es aparente que todos estos objetivos no pueden ser satisfechos en su totalidad ya que hay algunos que se contraponen entre sí. Esto es obvio para los dos primeros objetivos: la atracción de los usuarios requiere en la mayoría de los casos un nivel moderado de tarifas lo que resultará en un nivel mas bajo de ingresos que el que se lograría con una tarifa mas alta. Por ello, la problemática fundamental en la definición de una tarifa o un sistema tarifario es encontrar un balance entre los objetivos anteriores.

Por ejemplo, a la maximización del ingreso se le ha dado absoluta preferencia sobre los demás objetivos. Al experimentar la empresa restricciones financieras y al requerir que los ingresos tarifarios cubran los gastos, se presenta para la empresa una situación de supervivencia y el transportista se enfoca exclusivamente a ese objetivo. Este requerimiento de maximización del ingreso conduce a incrementar las tarifas, perdiendo a su vez usuarios con la consecuente reducción del servicio, haciendo menos atractivo el transporte al usuario e induciendo a que pase, en cuanto tiene la oportunidad, al automóvil o bien, causando malestares entre los usuarios. Este círculo vicioso [1], el cual se muestra en la Figura 10.1, hace que se requiera del apoyo de las autoridades para mantener el servicio de transporte a ciertos niveles en lugar de dejar que se deteriore y eventualmente desaparezca.

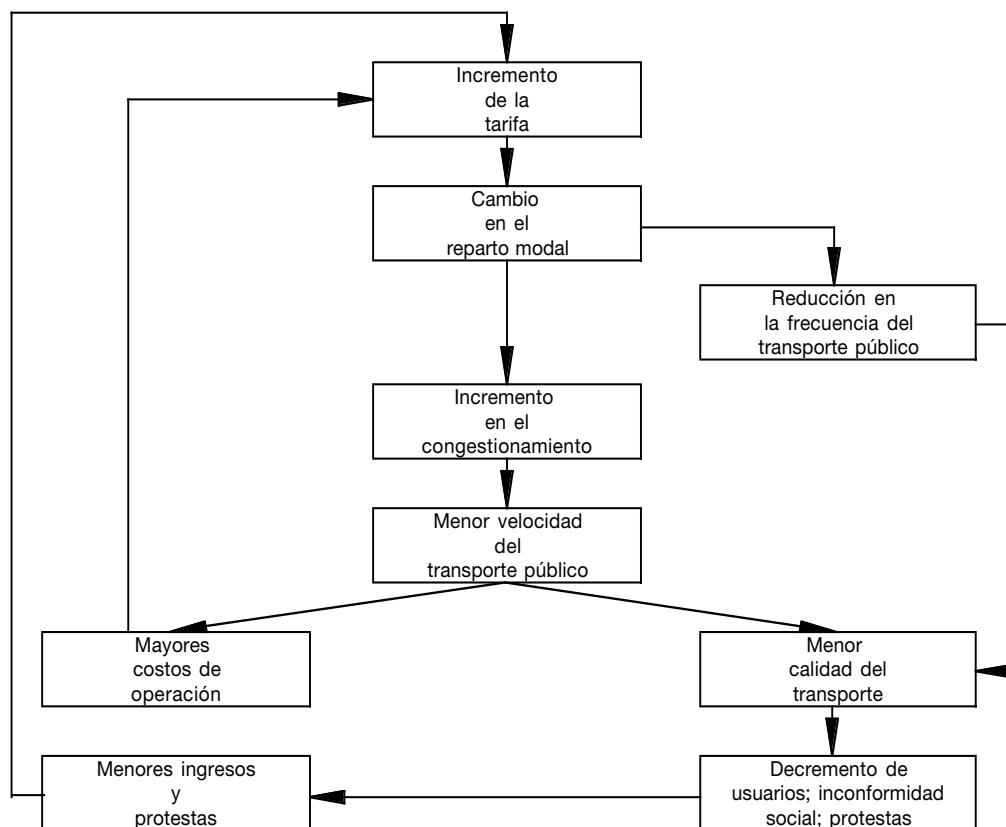


Figura 10.1.
Círculo vicioso causado por el incremento de la tarifa.

Para determinar un nivel y una estructura tarifaria apropiada, las autoridades que diseñan el sistema tarifario y las que lo aprueban deben decidir en la importancia relativa de cada objetivo, la cual se da generalmente a través de una negociación de tarifas y se le conoce comúnmente como el establecimiento de una política tarifaria. Puesto que una buena parte de los sistemas de transporte público no operan en una base de recuperación de los costos, la diferencia entre los ingresos por concepto de tarifas y los costos marginales de operación (esto es, los subsidios) reflejan lo que la sociedad está dispuesta a pagar para obtener los beneficios totales de un sistema público de transporte.

10.1 Estructura tarifaria

Las estructuras tarifarias se clasifican en función de la forma en que la tarifa se relaciona con la distancia recorrida. Bajo este criterio, existen tres categorías de estructura tarifaria:

- tarifa única o plana
- tarifa zonal
- tarifa por secciones

La primera es constante e independiente de la longitud del viaje, mientras que las otras dos se incrementan con la distancia recorrida en el sistema de transporte.

10.1.1 Tarifa única

Esta tarifa es constante e independiente de la distancia de recorrido por lo que es sencilla y fácil de memorizar. Se utiliza una sola tarifa para todos los viajes en el sistema y se recolecta a la entrada de una estación o vehículo. Su supervisión es fácil, lo que permite simplificar la labor de los operadores y facilita un abordaje rápido.

Asimismo, la tarifa única no se adecúa a los principios fundamentales de la eficiencia económica y de una equidad que promueve que los precios reflejen los costos de proveer los servicios. Específicamente, no recolectan los incrementos suficientes de ingreso de aquellos usuarios que imponen los mayores costos en los sistemas de transporte público, especialmente los usua-

rios que viajan durante las horas de mayor demanda y los que recorren grandes distancias [2].

Los costos del transporte público son marcadamente mayores durante los periodos de máxima demanda y para grandes distancias puesto que requieren contratar empleados adicionales para servir adecuadamente las cargas que se presentan en las horas pico así como por razones de incremento de las áreas que deben cubrir. Por ello, una política uniforme de precios que ubica la tarifa cerca del costo promedio de servir a todos los viajes fuerza al usuario que viaja seis cuadras durante las horas de baja demanda a cubrir los costos relativamente altos que se presentan para servir los viajes que realiza el usuario que viaja 7 km durante las horas de máxima demanda. Como resultado, se tiene que los usuarios que utilizan el servicio a las horas de máxima demanda y los que recorren grandes distancias presentan un subsidio cruzado. Por ende, están comprando una mayor cantidad de servicio que otros usuarios por una misma tarifa.

Sin embargo, se debe tener presente que en ciudades pequeñas, las distancias de viaje son relativamente uniformes de tal manera que las ventajas de una tarifa única sobrepasan las inequidades debidas a las longitudes de viaje, mientras que en ciudades grandes la conveniencia de una tarifa única (recolección sencilla) es igualmente importante que en las ciudades pequeñas.

Las diferencias en las elasticidades tarifarias subrayan la incapacidad de utilizar sistemas tarifarios únicos o planos como instrumentos para generar ingresos. Las tarifas únicas no solamente producen mayor subsidio a los que viajan mayores distancias sino que resultan en pérdidas significativas de oportunidades para incrementar los ingresos y la afluencia de usuarios.

Las tarifas únicas pueden ser por ruta, es decir, el boleto es válido para cualquier trayecto pero dentro de la misma ruta o bien ser una tarifa válida para toda una red con transbordos gratuitos entre rutas. Por último, puede ser tarifa única horaria, para una red de transporte, lo que implica que los usuarios pueden hacer sus viajes sin ningún tipo de restricciones en una red dentro de un tiempo prefijado desde el inicio del viaje (media hora, una hora, por citar algunos ejemplos).

Sus innegables ventajas en cuanto a facilidad de percepción y control hacen que sea la estructura comúnmente utilizada en las redes de metro; su utilización en el transporte de superficie es asimismo, muy extendida pero aquí el boleto es generalmente válido únicamente para la ruta y si se requiere transbordar, hay que pagar un nuevo boleto en la otra ruta. Una excepción se pre-

senta cuando existe una tarifa única libre, válida para un cierto tiempo y con libertad de transbordos.

El sistema de control con una tarifa única es muy sencillo, ya que basta la cancelación del boleto en un obliterator o cancelador a la entrada de la estación de origen o en el vestíbulo. En un sistema cerrado es suficiente un solo control, generalmente a la entrada que certifique la posesión de un boleto válido o la evidencia del pago, siendo posible incluso la no emisión del boleto si ese confía suficientemente en un control de entrada adecuado (torniquetes con monedas, fichas o cospeles).

10.1.2 Tarifa zonal

El método mas sencillo para cobrar diferentes tarifas por viajes de longitud diferente se logra dividiendo a la ciudad en zonas. En otras ocasiones en mas zonas de cobro y cobrando una tarifa por un viaje dentro de una zona, una mayor tarifa por aquéllos viajes que cruzan de una zona a otra y una tarifa aún mas alta para aquéllos viajes que cruzan dos o mas zonas. Generalmente el precio mínimo del billete corresponde a dos zonas; de otra forma el paso de una zona a otra con un recorrido muy corto sería penalizado por este sistema. La Figura 10.2 muestra el sistema tarifario zonal para la ciudad de Hannover, en el cual operan tres zonas tarifarias con dos tarifas conforme al esquema que se muestra en la misma.

La ventaja principal reside en la posibilidad de ofrecer viajes a bajo costo para ciertos tipos de viajes y recolectar mayores ingresos para viajes de mayor longitud. Por ello, un sistema tarifario zonal debe planearse cuidadosamente. Las zonas deben estar dentro de áreas claramente definidas: acequias, ríos, avenidas, parques principales, entre otros. Es importante no tener un gran número de viajes cortos cruzando los límites de zona ya que se les cobrará una cantidad mayor por kilómetro que en viajes largos. Los incrementos deben ser en cantidades cerradas: por ejemplo \$ 0.50, \$ 1.00, \$ 2.00 y en función de las monedas que se manejen usualmente.

Si se le compara con la tarifa única, la tarifa zonal presenta las siguientes ventajas y desventajas:

- + se cobran distintas cantidades por distintas longitudes de viajes
- + resulta mas equitativa: el que mas viaja, paga mas
- + se puede atraer mas usuarios
- + se obtienen mayores ingresos

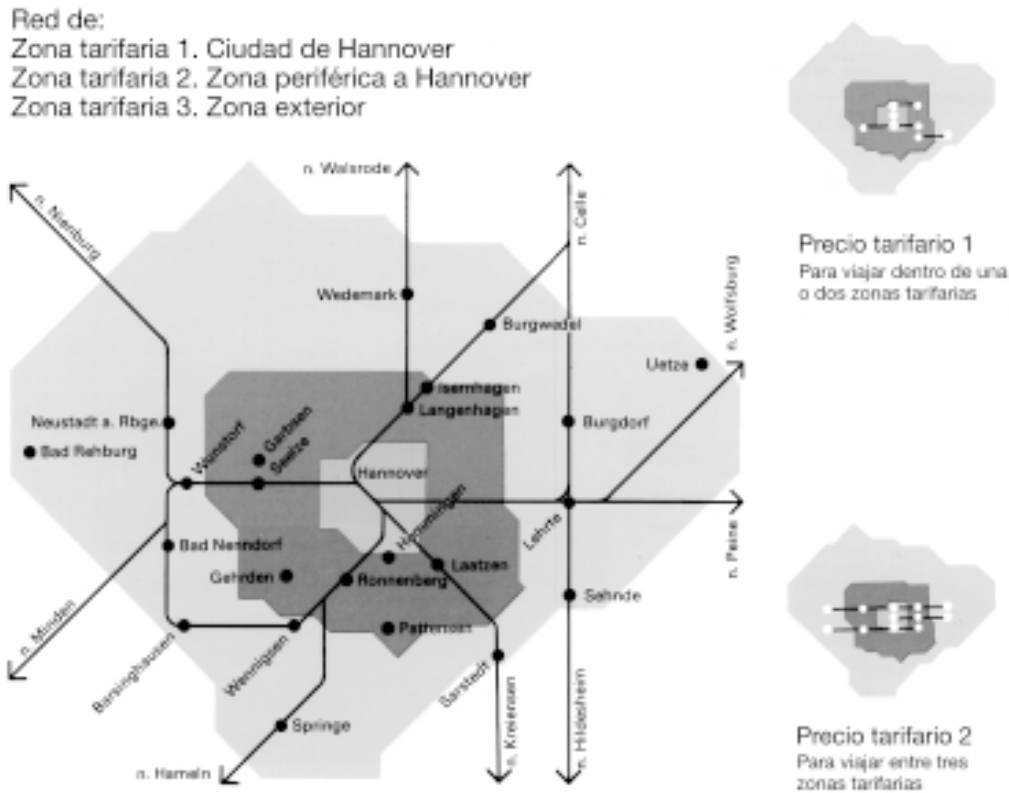


Figura 10.2.
 Sistema tarifario zonal de Hannover, Alemania (tres zonas con dos precios tarifarios). Mapa cortesía de ÜSTRA.

- estructura mas compleja para calcular y recolectar las tarifas
- dificultad en el control del pago
- los usuarios que viajen entre zonas adyacentes y cercanas entre sí pueden tener que pagar más.

La tarifa zonal, hoy muy empleada en los sistemas integrados de transporte, consiste en dividir el área urbana o metropolitana en zonas que son generalmente concéntricas, si la red converge en mayor o menor medida a una zona central, como es el caso más corriente. Si la red de transporte presenta varios centros de atracción/generación importantes, tanto el sistema de zonas como su representación gráfica se hace mas compleja al tenerse que mostrar a simple vista el número de zonas que se han atravesado para así poder decidir o comprobar el precio del boleto. Existe también el sistema zonal

mixto, en el que además de zonas concéntricas a partir de un centro urbano se presenta otra división mediante sectores igualmente concéntricos y el paso de un sector a otro significa también la adición de un escalón tarifario al precio del boleto [3].

La Figura 10.3 muestra un ejemplo de una zonificación concéntrica para la ciudad de Stuttgart, mientras que una zonificación mixta se presenta en la ciudad de Estocolmo en donde se presentan zonas concéntricas y sectores. Finalmente, la Figura 10.4 muestra el sistema policéntrico de la Federación de Transportes del Ruhr, que cubre los numerosos centros urbanos de esta importante conurbación.

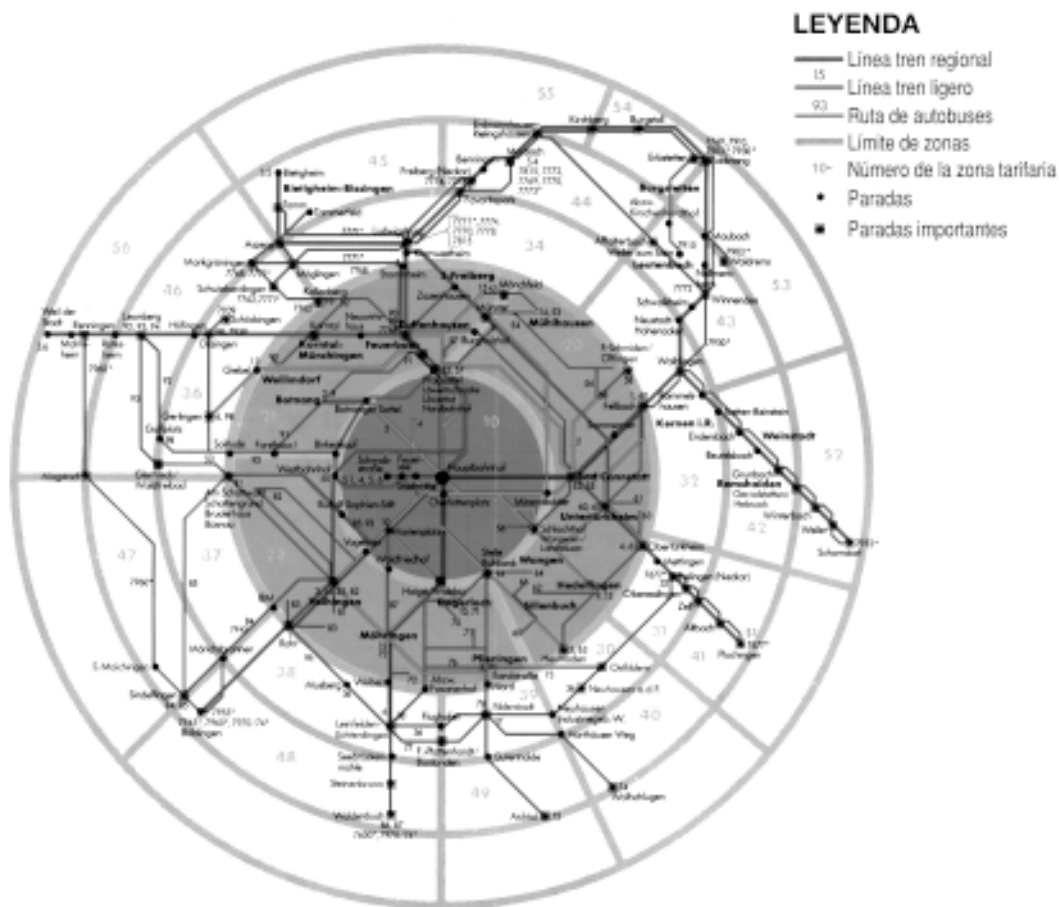

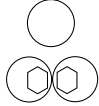




Figura 10.3.
Tarifa zonal concéntrica (Stuttgart, Alemania). Mapa cortesía de VVS.

Autorización para viajar		TIPOS DE BOLETO	
		Sencillo	Por tiempo
En una celda		Precio 1	Precio A
En todas las celdas un territorio tarifario o dos celdas adyacentes		Precio 2	Precio B
De un territorio tarifario a una zona			Precio C
De un territorio tarifario a dos zonas		Precio 2	Precio D
De un territorio tarifario a tres zonas		Precio 2	Precio F
De un territorio tarifario a cuatro zonas		Precio 2	Precio G

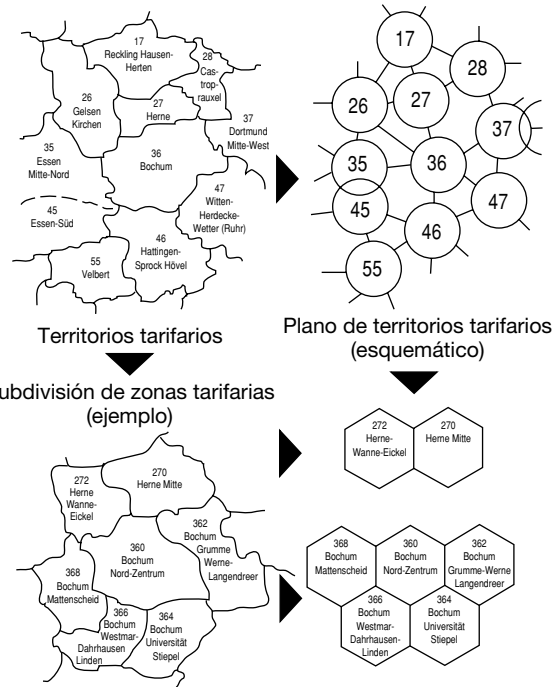


Figura 10.4.
Sistema tarifario policéntrico de la región del Ruhr.

El control de los boletos u otros comprobantes de viaje en las tarifas por cantidad de servicio prestado es naturalmente mucho más complejo que en el sistema de tarifa única. Si el sistema es cerrado, el viajero es controlado a la entrada (para comprobar que lleve boleto) y a la salida (para revisar si el precio pagado corresponde al trayecto), lo que requiere una duplicación de personal o de equipo de control con respecto al sistema de tarifa única.

Si el sistema es abierto, el viajero no sufre control ni a la entrada ni a la salida quedando el control a sondeos realizados por supervisores que en forma aleatoria exigen el boleto a los viajeros para su comprobación. En este caso, la incidencia de un sistema más complejo de tarifas sobre el costo del control no es tan importante comparado con el sistema de tarifa única.

10.1.3 Tarifa seccional

Consiste en dividir una ruta o línea en tramos o secciones y determinar la tarifa en función del número de secciones que el usuario recorre. Puesto que las secciones son de menor tamaño que las zonas, el nivel tarifario se relaciona mas con la distancia de viaje que en el caso de una tarifa zonal. Sin embargo, es mas difícil de calcular, recolectar y requiere mas personal para su control lo que resulta en un mayor tiempo de recolección y permite la oportunidad de evitar el pago real. Este sistema se puede utilizar en rutas con volúmenes bajos a moderados ya que en rutas con volúmenes altos se requiere contar un sistema eficiente de recolección de tarifas para evitar demoras no deseadas al usuario.

Según la forma de relacionar precio-recorrido, las tarifas por cantidad de servicio prestado pueden ser: kilométricas, por secciones o por áreas. La tarifa kilométrica es empleada normalmente en los ferrocarriles interurbanos, pero es poco usada por el transporte urbano o suburbano debido a su complejidad.

La tarifa por secciones es, en cambio, muy empleada sobre todo en redes de metro y autobuses. La sección se establece por el recorrido entre dos estaciones o paradas, contiguas o no, con distancias generalmente análogas. El precio del boleto estará relacionado con el número de secciones por las que el trayecto discurre pero se reduce normalmente el número de las mismas por la dificultad en la percepción y en el control así como evitar que la gran cantidad de precios distorsione la percepción del cobro teóricamente justo.

La tarifa por secciones mas amplia que existe se encuentra en Holanda, donde los servicios suburbanos e interurbanos de autobuses tienen una tarifa integrada con los ferrocarriles regionales y los transportes urbanos, de forma

que puede viajar con el uso de abonos en forma de tiras por todas las líneas del país. El ajuste de tarifa a pagar se hace simplemente contando en el mapa las secciones atravesadas durante el viaje.

10.1.4 Comparación de las tres estructuras anteriores

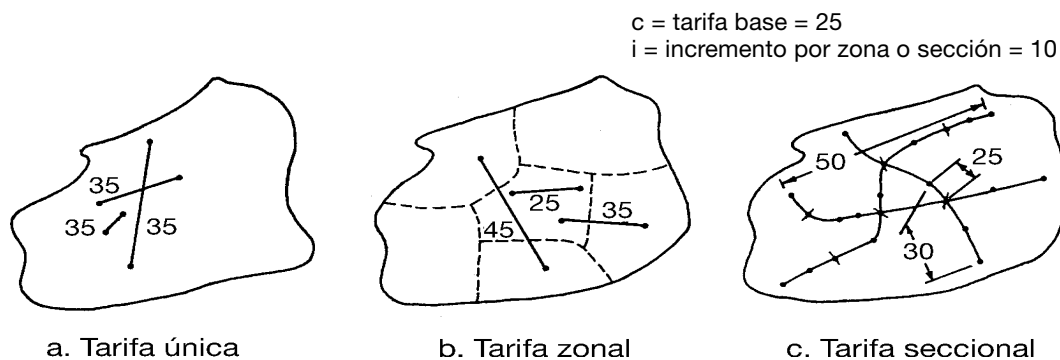
El Cuadro 10.1 sintetiza las características de las tres principales estructuras tarifarias así como las condiciones deseables para su aplicación mientras que la Figura 10.5 sintetiza el esquema funcional de cada una de ellas. Por su par-

CARACTERÍSTICAS	ESTRUCTURA TARIFARIA		
	UNICA	ZONAL	SECCIONAL
Características importantes			
Equidad	Mala	Buena	Excelente
Atracción de usuarios	Mala	Buena	Excelente
Recolección de ingresos	Variable	Buena	Excelente
Simplicidad en el cobro	Excelente	Regular-buena	Mala
Simplicidad en el control	Excelente	Regular	Mala
Simplicidad en el pasajero	Excelente	Regular-buena	Mala
Condiciones deseables			
Longitud de la ruta	Corta, menor 5 km.	Media	Larga
Distancia recorrida	Corta	Variable	Variable

Fuente: A partir Referencia [1].

Cuadro 10.1.

Comparación de estructuras tarifarias.



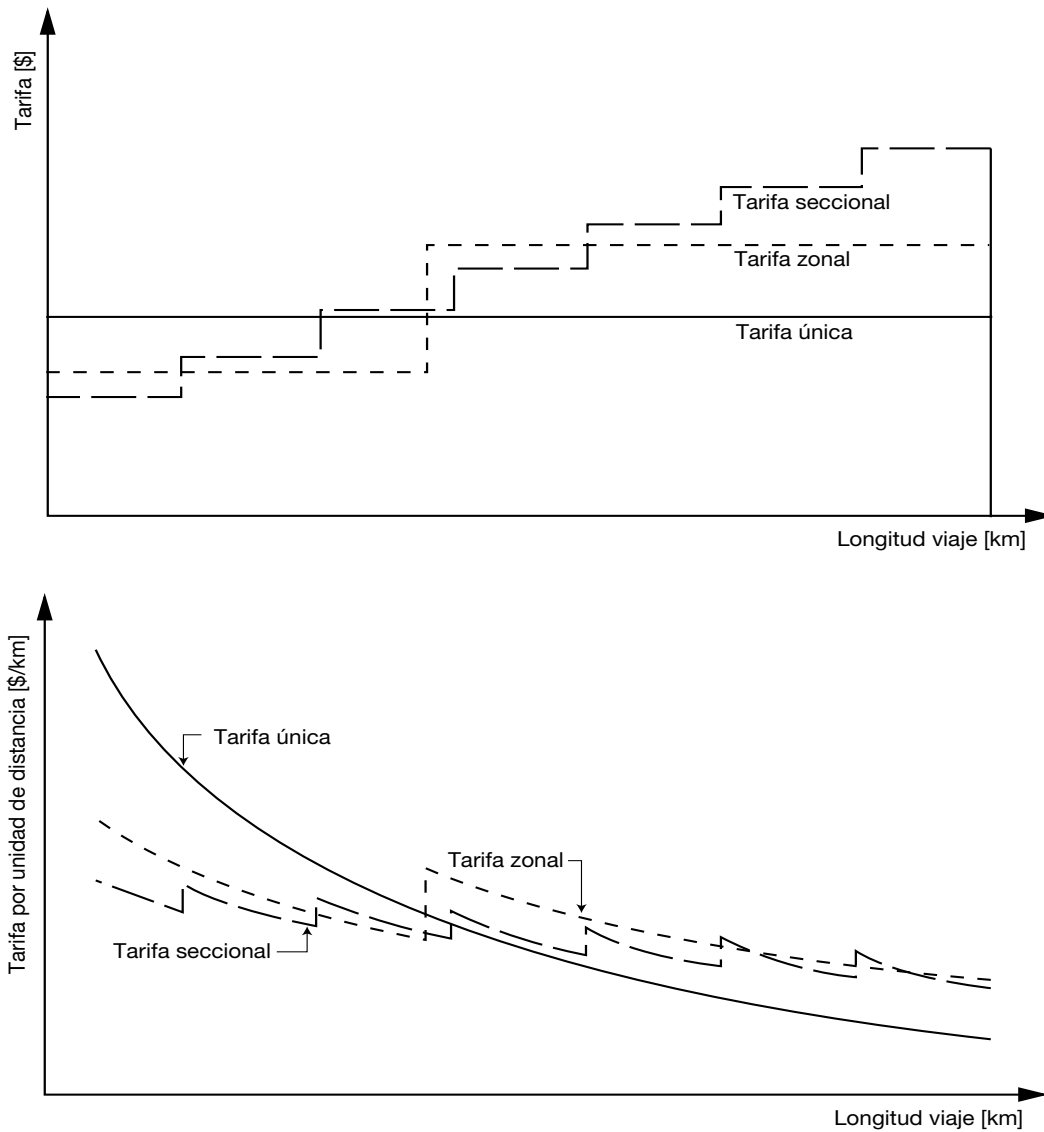
Fuente: Referencia [1].

Figura 10.5.

Esquema funcional de las estructuras tarifarias.

te, la Figura 10.6 muestra los diagramas de la tarifa en función de la distancia para estas tres estructuras tarifarias.

La tarifa para un viaje entre dos puntos en una ruta para los tres casos se puede expresar de la siguiente manera:



Fuente: Referencia [1].

Figura 10.6.
Variación tarifaria en función de la longitud de viaje.

$$T = C + (i \cdot n)$$

donde:

T = tarifa a pagar

C = tarifa base

i = incremento en el precio a pagar por cruzar una zona o sección

n = número de límites de zonas o secciones que se han cruzado

Naturalmente, para una tarifa única, $i=0$ por lo que $T=C$ para todos los viajes.

10.1.5 Sistemas mixtos

Existen algunas redes de transporte con tarifa única, en las que a ciertos trayectos que se alejan del centro una distancia mayor que la normal que el resto de la red, se les aplica una tarifa más alta. En el caso del metro, las estaciones afectadas por este sistema deben ser dotadas de un control de salida. Tal fue el caso de las estaciones finales en ciertas prolongaciones hacia zonas suburbanas del metro de París, en las que hubo una tarifa diferencial con el resto de la red. En el caso de los autobuses, puede coexistir una tarifa única en el núcleo o centro de la ciudad y una por secciones cuando se aparta del área central.

Otro caso de tarifa mixta, es el de una red sometida a una tarifa estimada en función de la cantidad de servicio prestado, pero que en su zona central goza de una tarifa única a bajo precio. Un caso típico se presenta en el transporte express de París, el cual opera con una tarifa por secciones pero, en el ámbito coincidente con la red de metro queda integrado con la tarifa única que opera en el metro.

Por último, se presentan numerosos casos en los que un sistema de tarifa por secciones para un tipo de boletos, coexiste con un sistema zonal para otro tipo. Esta situación se presenta en los autobuses de París, en los que el precio es por sección en los boletos sencillos y por zonas a partir de un abono multimodal (*Carta Naranja*).

10.1.6 Tarifas Combinadas

Se le conoce como tarifa combinada al manejo de un solo boleto, generalmente a un precio inferior a la suma de las tarifas correspondientes a los trayectos utilizados y en el que se viaja en varios sistemas de transporte por ejemplo,

metro y autobús. Este tipo de boleto existe, entre otras ciudades en Londres y París, entre el metro y el ferrocarril así como en Madrid, entre el metro y una línea suburbana de ferrocarril o en la ciudad de México, entre autobús, trolebús y metro. Asimismo, se presentan los casos de tarifas combinadas entre líneas de trenes regionales y estacionamientos de transferencias para automóviles. La Figura 10.7 muestra el engomado utilizado para el transbordo entre automóvil y tren regional para la ciudad de Stuttgart.

10.1.7 Tarifas Reducidas y Promocionales

Es posible contar con variaciones a las estructuras básicas anteriores, las cuales se utilizan frecuentemente en conjunción con el sistema tarifario convencional. Se utilizan éstas por una o mas de las siguientes razones:

- estimular el uso del transporte público e incrementar el ingreso a las horas de menor utilización del sistema.
- favorecer a un segmento de la población
- lograr metas sociales específicas (por ejemplo dar un mínimo de movilidad a la población)



Figura 10.7.
Engomado utilizado para estacionamiento de transferencia. Cortesía de VVS.

Existen una gran variedad de tarifas reducidas, encontrándose entre las mas habituales las siguientes:

Tarifa de trabajo. Es una tarifa diseñada para aquéllos que utilizan el transporte público regularmente, a un costo menor que el que presenta la tarifa base. Las principales razones para su uso van en dirección de apoyar al usuario cautivo y regular, promoviendo una utilización uniforme y buscando la estabilidad de la demanda.

Tarifas en hora pico. Muchos sistemas utilizan una tarifa mayor durante las horas de máxima demanda con el fin de distribuir la demanda uniformemente en un periodo mas largo del día. Ya que los usuarios de la hora pico dictan la capacidad que debe ofrecer y con ello el tamaño del parque vehicular y los costos de la fuerza laboral, se justifica un mayor costo por viaje a este segmento de la población.

Tarifas estudiantiles e infantiles. Es una práctica común cobrar una cantidad menor a niños y estudiantes por razones sociales y de equidad: ambas clases no tienen ingresos o éstos son bajos y normalmente no tienen ninguna otra forma de movilización. Es importante señalar que el transportista se beneficia en el largo plazo ya que empieza a crear un hábito en la utilización del transporte público. Por ello, muchos sistemas permiten viajes gratis para niños menores de determinada edad (5 años, por ejemplo) y una tarifa reducida para escolares, que puede llegar a ser del 50% del valor del boleto base.

Tarifas para ancianos. Se suelen dar reducciones tarifarias a personas mayores de 65 años, por lo general en horas de baja demanda, en función de las implicaciones sociales que conlleva.

Tarifas para compradores. En algunos sistemas de transporte que requieren hacer un esfuerzo fuerte de mercadotecnia para atraer usuarios de otros medios de transporte (automóvil), otorgan tarifas reducidas a los usuarios que van a realizar sus compras, por ejemplo, al Centro, a la Central de Abastos, después de la hora de máxima demanda matutina, o bien los sábados.

Tarifas nocturnas o tecolote. Se cobran por los viajes realizados en la noche, después de las 23 hrs, por ejemplo. En el transporte público, éstas

deben ser mayores que las tarifas diurnas ya que deben reflejar los altos costos por pasajero que implica dar este servicio debido a la baja demanda existente.

Tarifas especiales. Existe una amplia gama de este tipo de tarifas, pudiéndose citar, entre otras las siguientes: tarifas familiares, tarifas por convenciones, tarifas de fin de semana, tarifas a eventos especiales.

10.2 Nivel Tarifario

El nivel tarifario se refiere a la cantidad de dinero que se cobra por utilizar el transporte público y debe corresponder a:

- la calidad y cantidad de servicio que se ofrece
- al costo de prestar dicho servicio

Por ello, se justifica cobrar mas por un servicio express y otros servicios de altas especificaciones que por un servicio regular. Bajo este mismo lineamiento, un servicio de mala calidad y poca cobertura no puede sobrecobrase. En mas de una ocasión, las empresas transportistas siguen la política errónea de subir el costo de la tarifa y reducir la cantidad de servicio prestado, lo cual se traduce en la pérdida de usuarios trayendo como consecuencia nuevos cortes de servicio y un nuevo incremento de la tarifa con lo que se promueve el círculo vicioso antes referido.

Normalmente, las nuevas administraciones de las empresas públicas proponen eliminar o reducir drásticamente las tarifas y que el transporte público se financie a través de recursos presupuestales o a través de terceros. Parece atractivo desde el punto de vista de maximizar su utilización, pero se deben tener presente las siguientes consideraciones:

- es justo que el usuario del transporte público pague por lo menos una porción del costo del servicio que está utilizando, situación que el público acepta.
- la mayoría de los usuarios les interesa mas un servicio de mayor calidad (comodidad, velocidad, seguridad) que una tarifa baja. Por ello, es recomendable asignar recursos para mejorarlo mas que eliminar las tarifas.

- un transporte gratuito fomenta la realización de viajes innecesarios y un incremento en el vandalismo
- se tiene un menor control en los costos que seguramente ocasionará a la larga una reducción en la calidad y cantidad del servicio.

Por ello, siempre es recomendable cobrar una cantidad y utilizar el dinero adicional en mejoras en el equipamiento, tales como paraderos, cobertizos, equipo urbano o una mayor información al usuario.

10.3 Sistema o forma de cobro

La forma de cobro es un elemento importante en la operación del transporte puesto que afecta directamente los tiempos de abordaje, así como indirectamente los tiempos de espera en la parada y con ello la calidad misma del servicio. Algunos sistemas de recolección facilitan o complican el uso de algunas estructuras tarifarias, ya que el método de recolección puede afectar principalmente cuatro aspectos:

- La velocidad en la ruta
- La capacidad
- El tamaño de la flota y fuerza laboral
- La estructura tarifaria que se vaya a utilizar

La forma de cobro se define principalmente por los dos componentes que se describen a continuación:

10.3.1 Momento y lugar de pago

Este componente permite clasificar a las tarifas en dos tipos:

- *Antes de abordar el vehículo*, aspecto que incluye el pago en las taquillas, la compra de abonos o pases, entre otros.
- *Después de abordar*, es decir en el vehículo, pudiendo ser conforme se entra o conforme se baja de la unidad de transporte.

Es deseable el pago antes de abordar ya que reduce la interferencia con la operación del vehículo y con ello se logran ahorros en los tiempos

de parada, en el tamaño del parque vehicular y en los costos de operación.

En el caso del pago después de abordar se recomienda el pago conforme se entra en las situaciones en que exista una distribución más o menos uniforme de pasajeros que abordan la unidad. El método de pago al bajar es mas efectivo cuando existe una concentración fuerte de pasajeros que lo abordan en una parada, mientras que los pasajeros que descienden están distribuidos mas o menos uniformemente.

10.3.2 Forma de pago

Se refiere a la forma en que se paga la tarifa. Se dan cuatro formas de pago (individualmente o en combinación), siendo éstas:

- en efectivo
- prepagadas
- recolección automática
- autoservicio o tarifas de honor

Los aspectos que deben considerarse al establecer un sistema de cobro son:

- conveniencia del usuario
- demoras mínimas en los vehículos
- facilidad para supervisar el pago
- seguridad en el manejo de efectivo
- atracción de usuarios
- costo de la operación

Pago en efectivo. Es la forma mas común de pago en la actualidad ya que no requiere de planeación alguna y es fácil de implantar, siendo la más conveniente desde el punto de vista del usuario. Sin embargo, a menos que se cobre una tarifa exacta, las demoras en las paradas son notorias.

En este caso es factible cobrar una cantidad adicional si se tiene que dar cambio, con el fin de fomentar el uso de una tarifa exacta. Así por ejemplo, si la tarifa es de \$0.90 y el usuario paga con \$1.00 una actitud acordada y previamente dada a conocer al usuario, será que el operador no devolverá el cambio de \$0.10.

Otro beneficio que reporta el pago de una tarifa exacta es el aspecto de seguridad, ya que generalmente esta tarifa es depositada en una urna o caja colectora.

Tarifas prepagadas. En términos generales, las tarifas prepagadas se pueden definir como cualquier método de pago diferente al pago en efectivo a bordo de las unidades. Por ello, esta forma de pago implica la compra de una evidencia de pago o boleto que posteriormente puede ser verificado y aceptado como sustituto del pago en efectivo. Las formas de prepago presentan variaciones conforme al procedimiento que se siga en el abordaje de la unidad y a su periodo de validez.

Las principales características y las opciones que se presentan en cuanto al prepago se muestran en el Cuadro 10.2, pudiéndose agrupar en dos grupos generales [4], siendo éstos:

- *Prepagos con viajes limitados*, los cuales establecen la cantidad de viajes que se pueden realizar, presentando generalmente una validez ilimitada y un precio por cada viaje conocido de antemano. La Figura 10.8

FORMA DE PAGO TARIFARIO	PERIODO DE VALIDEZ	CANTIDAD DE VIAJES	POLITICA DE DESCUENTO CON RESPECTO A LA TARIFA BASE	CONSUMIDOR PRINCIPAL	SERVICIOS DE TRANSPORTE QUE LO UTILIZAN PREFERENTEMENTE	DIA O PERIODO DE UTILIZACION	METODO DE DISTRIBUCION
Viajes limitados							
Fichas ó cospeles	Ilimitada	1 viaje 5 viajes 10 viajes	Explicita	Público en general	Todos los medios	Horas pico	Abordo de las unidades
Boletos	Limitados generalmente	20 viajes	(descuento independiente de su uso presentando mayores descuentos los planes temporales de mayor duración)	Trabajador y usuario cautivo	Específico a un medio	Horas valle	En sitios específicos • casetas de venta • bancos • supermercados
Tarjetas perforadas	Mensuales	40 viajes		Comprador	Servicio a los centros de actividad	Matutino ó vespertino	
Limitados en el tiempo de uso				Estudiante	Servicio express	Horas pico y valle	Terceras personas • escuelas • organizaciones sociales • deducción de la nómina
Permisos	Por día	Ilimitado	Implicito	Tercera edad y minusválidos	Servicio de estacionamiento	Fin de semana	Por correo
	Semanal	Limitado	(el descuento depende de su uso, con mayores descuentos en prepagos de mayor duración)				Por teléfono
	Fin de semana			Turista	Servicio nuevo	Fin de semana	Pagos automáticos en bandos
	Quincenal						Máquinas expendedoras
	Mensual						
	Anual				Servicios especiales	Días hábiles sin restricción	
	Permanente						

Fuente: Referencia [4].

Cuadro 10.2.
Dimensionamiento de planes de prepago tarifario.



Figura 10.8.
Prepago con número de viajes limitados. Cortesía de Subterráneo de Buenos Aires, Sistema de Transporte Colectivo Metro y Empresa Municipal de Transportes de Madrid, S.A.

ilustra algunos ejemplos de este tipo de prepago, entre los que se pueden citar están:

- Boletos sencillos
- Coseples o monedas que suplen la función de un boleto
- Tarjetas multiviajes, en el que se tiene varios boletos desprendibles o pueden ser obliterados en función del número de viajes o zonas utilizadas. La Figura 10.9 ilustra la actividad de compra y cancelación de la tarjeta multiviaje.
- *Prepagos con tiempo limitado*, los cuales especifican una validez temporal en que éstos pueden ser utilizados. Puesto que normalmente no



Figura 10.9.
Compra y cancelación de las tarjetas multiviajes. Cortesía de VVS.

existe un límite en el número de viajes que se pueden efectuar con este tipo de prepago, el precio promedio por viaje depende de la frecuencia de su uso. La Figura 10.10 muestra algunos ejemplos de este tipo de prepago, ejemplos que muestran documentos impersonales, mientras que la Figura 10.11 ilustra un caso donde éste es personal. Así se tienen:



Figura 10.10. Prepago con límite de tiempo (impersonal). Cortesía de London Regional Transport, Tyne and Wear Transport, Strathclyde Regional Council y Coordinación General de Transporte.

- Pases semanales, mensuales o anuales, los cuales se basan en la tarifa única pero con un número ilimitado de viajes durante la duración del pase o abono. Presentan ahorros de tiempos para los transportistas y se pueden presentar de varios tipos: incondicional, zonal, hora valle, otros tipos.



Figura 10.11.
Prepago con límite de tiempo (personal). Cortesía de VVS.

- Permisos, los cuales son similares a los abonos o pases pero se paga por cada viaje una cantidad adicional previamente cubierta.

Dentro de estos dos grupos de opciones, se presentan variaciones que reflejan distintos formatos físicos y funciones. Así por ejemplo, los cospeles y boletos no tienen fecha de vencimiento; se depositan en las cajas colectoras o torniquetes y; son compatibles con una estructura tarifaria zonal. A su vez, las tarjetas multiviajes, requieren de obliteradores o máquinas canceladoras, aspecto que trae un incremento en la inversión así como en el mantenimiento de estos equipos.

En el diseño de cada forma de prepago se requiere determinar la combinación adecuada de las características que el sistema puede soportar. A manera de ejemplo, se pueden citar las restricciones en el uso de cada forma de prepago; el nivel de precios y el descuento que se pretenda otorgar; el número mínimo de viajes que va a soportar y; los métodos de venta y distribución, aspectos que se señalan en el Cuadro 10.2 anterior.

Es cada vez mas común en los sistemas de transporte público la venta de este tipo de boletos en paradas importantes, lugares públicos y tiendas cercanas a las paradas, ya sea manualmente o a través de su venta con máquinas automáticas, tal y como se ilustra en la Figura 10.12. Un beneficio inmediato es que incrementa la conveniencia al usuario sobre el pago estricto de una tarifa exacta y fomenta el uso a largo plazo del sistema en una base regular. A su vez, facilita la obtención temprana de recursos al transportista. Se suelen vender con un descuento que induzca a su compra, pero nunca mayor del 10%, porcentaje que se justifica puesto que el operador tiene ahorros en su contabilidad, genera intereses y logra mayores velocidades de operación.

Sistema de autoservicio o de honor. Los incrementos en los costos de la fuerza laboral han inducido en muchas empresas de transporte a hacer responsable al usuario del pago de su tarifa a través de un sistema de cobro en el que el usuario mismo determina y paga su tarifa antes de efectuar el viaje sin encontrarse vigilado o controlado por el operador o personal de estación. Esta forma de cobro, se le conoce de autoservicio o de honor. Sin embargo, el autoservicio no transfiere completamente la responsabilidad al usuario ya que se realizan inspecciones aleatorias por supervisores [5].

El autoservicio hace al usuario responsable de determinar y pagar la tarifa apropiada antes de realizar el viaje. Un monitoreo completo o un control del pago correcto de la tarifa no se realiza a través de los operadores, personal



Figura 10.12.
Venta automática de boletos.

de estación o equipo automático sino que toda o casi toda la responsabilidad de control recae en los supervisores especiales que revisan aleatoriamente que se cumpla con el pago correcto. Puesto que el usuario debe encontrarse en la posibilidad de ofrecer una prueba del pago y que ha cubierto la tarifa correcta, el autoservicio debe ofrecer a cada usuario un comprobante de pago que debe retenerse durante el viaje. Los usuarios que no pagan la tarifa correcta están sujetos a una sanción en la forma de una multa (que suele ser de 10 a 20 veces el valor del boleto sencillo) o el pago de una tarifa adicional, entre otros.

Aún cuando características tales como expendedoras automáticas de boletos, acceso libre al sistema, la ausencia de monitoreo por parte del operador y los boletos multiviaje son comunes en la mayoría de los sistemas de autoservicio, estas características por si solas no determinan si un sistema es o no de autoservicio.

El sistema de autoservicio típico es aquél que no cuenta con barreras y presenta un sistema de accesos libres en el que el usuario es el responsable

del pago correcto de la tarifa y se utilizan supervisores para controlar su cumplimiento. La Figura 10.13 señala un ejemplo de una estación de tren ligero libre de barreras o torniquetes. El usuario al rebasar la línea imaginaria de control debe contar con un comprobante de pago previamente validado.

El beneficio principal de la introducción de un sistema de autoservicio ha sido la reducción substancial de los costos de la fuerza laboral así como permitir a las empresas de transporte la instrumentación de una estructura tarifaria que esté diseñada a las necesidades especiales de los diferentes segmentos de la población. Un sistema de esta naturaleza no resulta necesariamente en un sistema mas complejo y que requiera mayor tiempo para su utilización puesto que el usuario debe preocuparse exclusivamente con las porciones de la estructura tarifaria que le competen a su viaje en particular y los aspectos de monitoreo del cobro de la tarifa han sido eliminados de la actividad de abordaje.



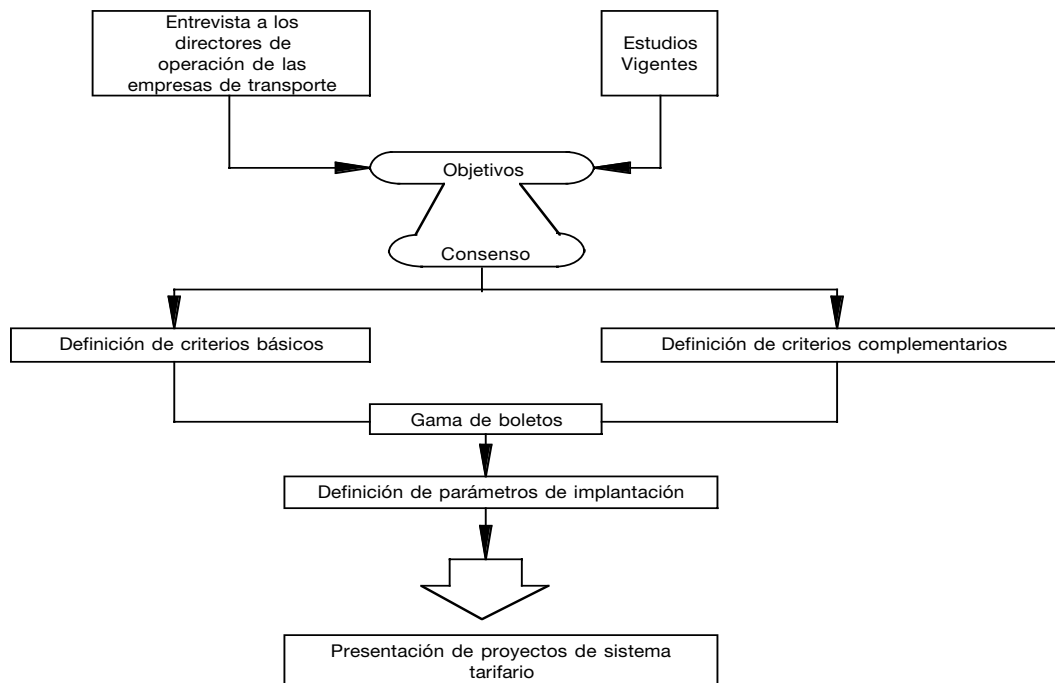
Figura 10.13.
Estación libre de barreras (Hannover, Alemania).

10.4 Procedimiento para definir un sistema tarifario

En la actualidad, la existencia de diversos medios de transporte, con sus diferentes características físicas y operacionales, así como sus correspondientes niveles tarifarios han hecho que el sistema de transporte como tal sea complejo y difícil de manejar.

Ante una clara necesidad de las empresas de transporte por cubrir sus costos de operación, disminuir los fraudes de los operadores y mantener un control estadístico de los usuarios se ha puesto de manifiesto la necesidad de establecer sistemas tarifarios dinámicos, sencillos y comprensibles, que permitan uniformizar el tipo de boletos, mejorar el servicio y, a la vez de reducir los subsidios, logren rangos aceptables en los costos de transportación.

Por ello, una revisión a la estructura tarifaria debe llevarse a cabo bajo una metodología previamente diseñada [6, 7], cuyo bosquejo general se muestra en la Figura 10.14. Entre las primeras actividades se encuentra la revisión



Fuente: Referencia [7].

Figura 10-14.
Metodología para definir un tipo de cobro en el sistema de transporte urbano.

de los estudios vigentes que se tengan al respecto, incluyendo las revisiones tarifarias de los últimos años así como entrevistas con los involucrados en la decisiones tarifarias y los directores de las empresas transportistas. Los resultados de estas entrevistas deben dar lugar al establecimiento de objetivos claros en materia tarifaria y se deberá lograr el consenso de los participantes.

Esto permitirá definir, por una parte los criterios básicos que regirán al sistema tarifario y por otra parte, los criterios complementarios que pudieran tomarse en consideración paulatinamente. Con el resultado de esta definición se establece una gama de boletos que encaminará la definición de los parámetros de implantación del nuevo sistema tarifario. A continuación se detalla cada uno de estos aspectos.

10.4.1 Objetivos

Es importante considerar a los partícipes en un sistema de esta naturaleza y los objetivos que deberán buscarse para cada uno de ellos, sin olvidar que en ocasiones éstos se contrapondrán uno con el otro. Así por ejemplo, se pueden considerar los siguientes objetivos:

- *De la comunidad*
 - Mejorar el nivel de servicio del transporte público así como la prioridad del mismo sobre el transporte privado
 - Facilitar la utilización del servicio de transporte
 - Contribuir a la política nacional de empleo mediante la preferencia de un trabajador a una máquina
- *De las empresas de transporte*
 - Buscar que mínimamente el precio del boleto represente el costo de operación del transporte
 - Administrar los recursos mediante un organismo central
 - Mejorar las condiciones de trabajo del operador, limitando la venta de boletos abordo de la unidad
 - Coordinar las alzas de las tarifas entre los diferentes medios de transporte
 - Utilizar equipos de bajo costo para el cobro tarifario
 - Reducir la evasión en el pago tarifario por parte del usuario y la sustracción del ingreso por parte del operador
 - Mantener un control estadístico de usuarios
 - Reducir los tiempos de abordaje del usuario

- *Del usuario*
 - Establecer un sistema tarifario sencillo y comprensible
 - Uniformar los boletos entre diferentes empresas
 - Mejorar el nivel de servicio reduciendo los tiempos de recorrido
 - Reducir los costos de transportación

10.4.2 Criterios básicos

Los criterios básicos permitirán determinar el tipo de estructura tarifaria y la integración que se busca entre diferentes medios de transporte y/o entre diferentes rutas y empresas. Entre los criterios que deben considerarse se encuentran:

Distancia de recorrido. Este factor es el que presenta una mayor influencia en la decisión del tipo de estructura tarifaria buscada, por lo que se considera que el pago por el boleto puede o no ser independiente de la distancia que recorra.

Duración del desplazamiento. Este criterio considera el aspecto de la duración del viaje así como del boleto en sí. Así por ejemplo, en el caso de un boleto válido para varios viajes, es necesario establecer una temporalidad durante el cual es válido ya que de otra manera se podrán efectuar varios desplazamientos por día con un mismo boleto.

Número de viajes. Este criterio considera la cantidad de viajes que podrá realizar con un determinado boleto. El boleto puede ser válido para un solo viaje (o trayecto), para un número determinado de viajes o bien, para un número ilimitado de viajes dentro de un periodo calendario determinado. El primer tipo se refiere a un boleto sencillo, mientras que el segundo es una tarjeta multiviajes y finalmente el tercer tipo se refiere a un abono de transporte, ya sea este semanal, mensual o anual.

Integración modal. Este criterio fija la validez del boleto en uno o varios medios de transporte o en su defecto en una o varias rutas y/o empresas de transporte. Un boleto único y común a todos los medios o empresas asegura la estandarización de los boletos pero no la integración modal. Se presentan dos maneras de asegurar la continuidad de un desplazamiento, es decir que dos o mas viajes se realicen con el mismo boleto en donde el precio del

boleto con transbordo debe ser inferior a la suma de los boletos sencillos que cubran trayectos individuales:

- Transbordo asegurado físicamente sin tener que salir del sistema de transporte, como lo es en el caso del metro de la Ciudad de México.
- Transbordo realizado con ayuda de una medida de tiempo, es decir, se verifica que la segunda validación (correspondiente al transbordo) no se efectúe después de, por ejemplo, una hora de realizada la primera validación.

Si el boleto permite efectuar un transbordo entre distintos medios de transporte, al boleto se le conoce como multimodal. A su vez, si el boleto permite el transbordo entre líneas o rutas del mismo medio de transporte o empresa, se le conoce como unimodal.

Nivel de precios. Este criterio sirve para definir correctamente la política tarifaria que deberá seguirse dentro del sistema de transporte y busca la regulación en el nivel de ingreso por concepto de tarifas. Algunas opciones es que se cobre un mismo precio para todos los usuarios independientemente de la distancia o bien, un precio igual para todo tipo de usuarios independientemente del número de viajes.

10.4.3 Criterios complementarios

A su vez, se deben definir criterios complementarios los cuales pueden o no ser considerados durante una primera etapa y permiten diversificar los *boletos base* en diferentes gamas de boletos. Estos criterios permiten variar el boleto según la calidad del servicio, el tipo de usuario, el motivo del viaje y la personalización del boleto. Entre estos criterios encontramos los siguientes:

Calidad del servicio. El boleto puede diferenciarse conforme a la calidad del servicio prestado por cada medio. Esto permite establecer diferentes tipos de tarifas según la comodidad ofrecida (primera y segunda clase); conforme a la velocidad comercial con que opera el servicio (servicio express y local); conforme a los horarios en que se presta el servicio (hora de máxima demanda, hora valle, servicio nocturno o tecolote) o bien; según el periodo de la semana (día hábil, sábado, domingo y días feriados).

Reducciones tarifarias. Con este criterio se pretende diferenciar a los usuarios según sus condiciones socioeconómicas estableciendo diferentes bases tarifarias si éste es estudiante, jubilado, trabajador, minusválido o anciano. Dentro de este aspecto se pueden considerar reducciones de carácter social, las cuales normalmente serán compensadas por la autoridad que concede la reducción.

Motivo del desplazamiento. Bajo este criterio se busca establecer una reducción según sea el tipo de desplazamiento involucrado, pudiéndose considerar dentro de este criterio los boletos turísticos, de paseo, grupales o familiares, de congresos o agrupados con otros servicios como lo pueden ser entre el metro y los estacionamientos de transferencia.

Empleados de transporte y otros. Se puede manejar como criterio complementario el otorgar un boleto especial a los empleados de las empresas de transporte o a otros servidores públicos, como es el caso de los carteros o de la policía.

10.4.4 Boletos base

A partir de estos criterios básicos es factible definir los *boletos base* con los que se desarrollará el sistema tarifario. Así por ejemplo, la Figura 10.15 muestra una configuración realizada por los responsables del armado de un sistema tarifario que concluye en la determinación de tres esquemas de pago base que, a su vez, podrán generar una gama o familia de boletos a partir de los criterios complementarios [6, 7]. Así por ejemplo, un boleto sencillo puede ser

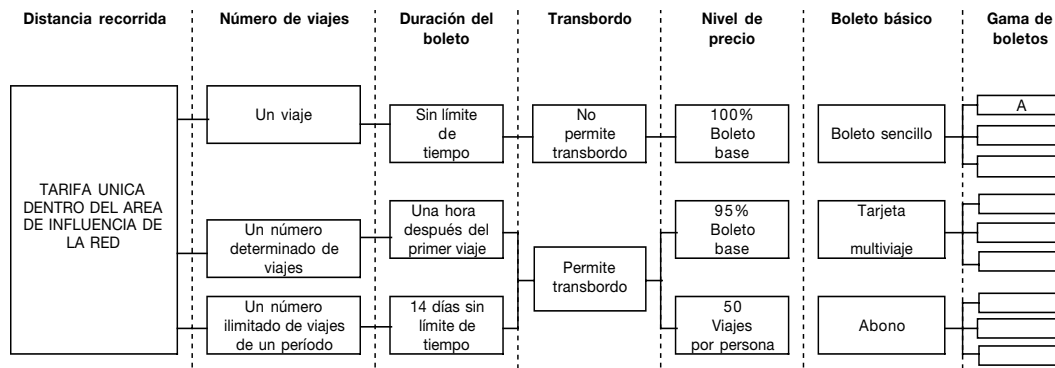


Figura 10.15. Configuración de un sistema tarifario (ejemplo).

de tarifa normal o de tarifa reducida. Un abono de transporte puede ser pensado para el usuario habitual, el estudiante y el usuario con discapacidad y anciano. Esto lleva a plasmar una estrategia, de la cual se derivan los tipos de boletos que se pueden presentar. Así por ejemplo, se puede pensar en contar con la siguiente gama de boletos:

- *Boleto sencillo*, el cual se utilizará para efectuar un viaje único sin transbordo ya que siempre existirá un usuario eventual que requiera hacer uso de este tipo de tarificación e invariablemente tendrá que ser vendido abordo a un precio mayor que fuera del vehículo para que su uso sea disuasivo.
- *Tarjeta multiviaje*, el cual se utiliza para realizar un número determinado de viajes en el cual sí se permite el transbordo. Su uso estará dirigido al pasajero habitual en donde su recorrido de origen a destino está compuesto por mas de un trayecto y realiza un número predeterminado de viajes por semana.
- *Abono*, el cual se emplea para proporcionar al usuario una tarifa que contemple un número ilimitado de viajes a un costo fijo y con una temporalidad se ubica entre los 15, 30, 180 y 360 días. El mercado de este abono está dirigido hacia los usuarios que utilizan el servicio con frecuencia, el cual puede ser personalizado o impersonal. Esta segunda modalidad induce a un uso excesivo y a veces mal intencionado del abono al facilitarse el uso del mismo por varias personas.

La estrategia de la estructura tarifaria que se seleccione permite establecer las condiciones que deberán cubrirse por los tipos de boletos. A manera de ejemplo, se pueden mencionar las siguientes:

- *Elementos comunes a los boletos*. Se debe normalizar el diseño, color, impresión y formato de los boletos para todas o cada una de las empresas de transporte. Asimismo, deben considerar los criterios que se establezcan, tales como distancia de recorrido, medios o rutas de transporte que se puedan utilizar, la duración del viaje y la vigencia de los boletos, así como la distribución y administración del sistema tarifario.
- *Elementos diferentes a los boletos*. Se deberá establecer el número de viajes para el cual es válido y la aceptación o no de transbordo para cada tipo de boleto.

10.4.5 Parámetros de implantación

Se entiende por parámetros de implantación los elementos que se deben considerar para poner en funcionamiento un sistema tarifario, los cuales se pueden dividir en seis categorías, siendo éstas:

Lugar de venta. Este parámetro implica analizar los lugares donde se venderán los boletos y abonos, ya sea en las estaciones de metro, en estanquillos, a través de máquinas automáticas expendedoras de boletos o bien, en casetas diseñadas para tal fin. Asimismo, éstos pueden ser vendidos abordo de las unidades o bien mediante una red de distribuidores. En algunos casos, la venta abordo de las unidades se penaliza mediante una tarifa disuasiva que contempla un mayor cobro que el señalado por el precio base.

Forma de distribución. La distribución puede ser manual, directamente por los operadores de unidades o a través de máquinas expendedoras de boletos, la cual puede ser manual o automática.

Forma de pago. El pago de los boletos puede ser al contado, por cheque, tarjeta de crédito o bancaria o bien a través de un cobro directo de la nómina del usuario como un descuento o como una prestación dada por la empresa.

Control. El control en un sistema tarifario consiste en establecer los mecanismos que permitan monitorear a los usuarios en el cumplimiento del pago debido de las tarifas así como de los vendedores de los boletos.

El control del usuario puede ser a partir de un marcaje de ciertas indicaciones en la tarjeta o boleto, como se muestra en la Figura 10.16, lo cual implica un control posterior que verifique aleatoriamente el cumplimiento de la obliteración o cancelación del boleto. A su vez, el control puede consistir en el reconocimiento de la validez del boleto, existiendo un verdadero control sistemático, el cual puede ser realizado por un empleado o a través de lectores automáticos. Finalmente, el control puede efectuarse a la entrada, a la salida o en ambas situaciones.

Por otra parte, el control de los vendedores debe considerar la verificación de la contabilidad de los vendedores internos o externos en la empresa ya que el control de los ingresos debe ser muy estricto al estar implicada la supervivencia misma de la empresa en esta acción.

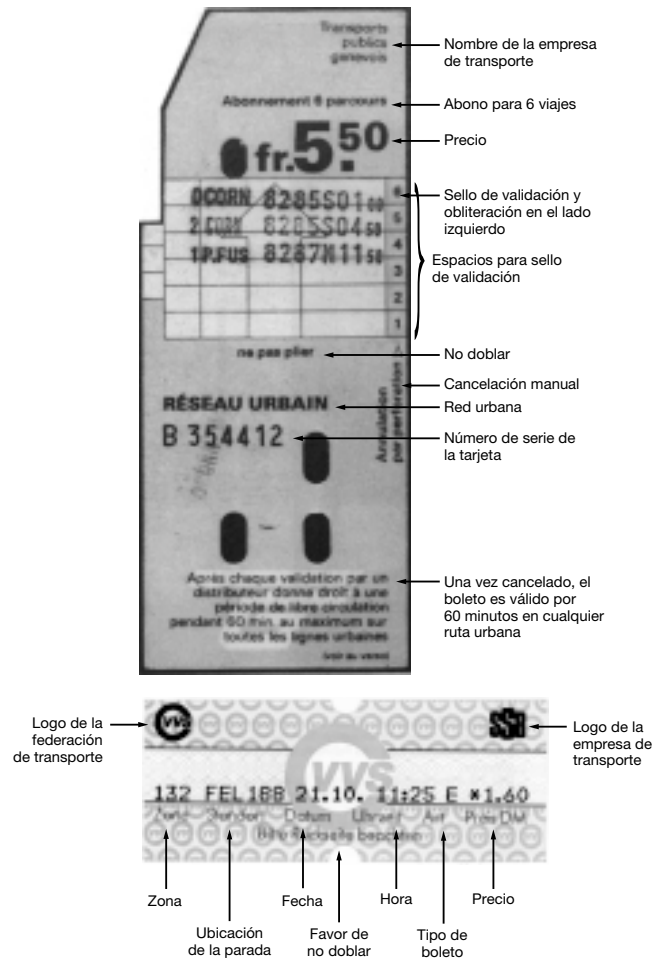


Figura 10.16.
Controles en una tarjeta multiviaje y boleto sencillo. Cortesía de Transports Publics Genevois y VVS.

Plantilla. Es importante establecer la cantidad de personal que se requiere para manejar un sistema tarifario así como el equipo con que debe contar para la adecuada realización de sus funciones.

Estadística. Esta actividad consiste en llevar una base de datos confiable sobre aspectos referentes a las afluencias, a las ventas, a la evasión, de mercadotecnia y a otros aspectos de interés para la empresa. La implantación de sistemas que presentan una utilización variable inducen a la pérdida de las estadísticas en cuanto a ingresos y afluencias por lo que se debe contar con

sondeos sistemáticos que establezcan las afluencias, el número de viajes por usuario, patrones de comportamiento, entre otros.

10.5 Cálculo de Tarifas

La tarifas en los sistemas de transporte público mexicanos son fijados por las autoridades estatales o federales, obedeciendo básicamente a las presiones que ejercen los transportistas debidas a los incrementos en los costos. Por tal motivo, el nivel tarifario debe ser establecido en función de un control efectivo de los costos que origina el servicio que presta.

Normalmente, el cálculo consiste en la determinación de un valor de lo que se gasta por unidad y se relaciona con el número de pasajeros que la unidad, ruta o empresa transporta durante el período considerado. Desgraciadamente, en la mayor parte de las ciudades mexicanas las agrupaciones, cooperativas o empresas carecen de registros confiables, tanto de costos como de afluencias de pasajeros, debido principalmente a la estructura individual que presentan los transportistas. Esto origina, que la autoridad se base en supuestos y cifras no confiables que orillan a una negociación tarifaria mas que a una determinación realista de tarifas.

Por ello, se presenta un procedimiento para el cálculo de tarifas consistente en el desarrollo de cuatro grandes rubros: establecer los costos a los que se incurre al prestar el servicio; establecer las frecuencias de mantenimiento, factores e índices operativos; calcular el costo por kilómetro y el costo por pasajero y; contar con una fórmula de revisión periódica de tarifas.

El cálculo de la tarifa se puede efectuar a nivel de ruta, empresa o sector de operación y se basa en la determinación de una tarifa de equilibrio en la que no se considera la utilidad. Para su estimación se requiere conocer los siguientes elementos:

- Cantidad de pasajeros transportados, por día, mes o año
- Kilometraje recorrido por día, mes o año
- Costo por kilómetro

Con el fin de facilitar el trabajo, se recomienda elaborar formatos similares –pero ajustados a la situación particular de cada empresa– como los mostrados en las Figuras 10.17 a la 10.22, los cuales sintetizan la metodología detallada para el cálculo de tarifas [8, 9, 10].

En los formatos que se señalan, el costo por kilómetro está compuesto por tres elementos, siendo éstos:

- *Costos variables*, los cuales dependen del kilometraje recorrido por el parque vehicular por unidad de tiempo, siendo los principales componentes el combustible; los aceites y lubricantes y; los neumáticos. Se considera que son los costos que se ven afectados diariamente por la operación del vehículo.
- *Costos fijos*, los cuales son independientes del kilometraje recorrido, encontrándose entre éstos los siguientes: costo de capital, gastos de personal y mantenimiento, gastos de refacciones y equipo y gastos por servicios administrativos, así como imprevistos
- *Utilidad* la cual representa la ganancia que el prestatario del servicio recibe por tener determinada inversión. Esta no se considera dentro de los formatos, pero se debe considerar dentro de la tarifa final.

Los aspectos mas relevantes del procedimiento se presentan a continuación.

10.5.1 Elementos de partida para el cálculo de la tarifa

Antes de proceder a la obtención de la información particular sobre los costos variables y fijos se requiere conocer información sobre los precios de los consumibles principales, sobre los seguros así como información sobre la edad del parque vehicular y salarios promedio del personal de operación y mantenimiento. De esta manera se requiere obtener la siguiente información:

- Precios de consumibles
 - combustible [\$/l]
 - aceite de motor [\$/l]
 - aceite para caja de velocidades [\$/l]
 - aceite para diferencial [\$/l]
 - líquido para frenos [\$/l]
 - grasa [\$/kg]
 - llanta nueva [\$/unidad]
 - llanta recubierta [\$/unidad]
 - cámara [\$/unidad]
 - autobús nuevo, representativo de la flota vehicular [\$/unidad]

- Gastos del seguro obligatorio por unidad [\$/unidad]
- Datos sobre la composición del parque vehicular
 - parque vehicular total [unidades]
 - parque en operación [parque total menos unidades de reserva o en mantenimiento]
 - parque vehicular nuevo de 0 a 1 año [unidades]
 - parque vehicular de 1 a 2 años [unidades]
 - parque vehicular de 2 a 3 años [unidades]
 - parque vehicular de 3 a 4 años [unidades]
 - parque vehicular de 4 a 5 años [unidades]
 - parque vehicular de 5 a 6 años [unidades]
 - parque vehicular de 6 a 7 años [unidades]
 - parque vehicular mayor de 7 años [unidades]
- Gasto por personal
 - Salario mensual promedio del operador [\$/mes]
 - Salario mensual promedio del despachador [\$/mes]
 - Salario mensual promedio del supervisor [\$/mes]
 - Salario mensual promedio del mecánico [\$/mes]
 - Salario mensual promedio del personal administrativo [\$/mes]

10.5.2 Estimación de la demanda

Una primera actividad consiste en estimar la cantidad de pasajeros que se transportan por unidad por periodo considerado, en este caso, por mes. Como se observa en la Figura 10.17, se presentan tres casos:

- estimación por ruta
- estimación por empresa
- estimación por sistema o área de servicio

En el caso que existan varios tipos de usuarios que pagan diferentes tarifas será necesario calcular la captación vehicular equivalente o cantidad de pasajeros equivalentes que transporta la ruta, la empresa o el sistema. Tal es el caso en nuestro medio de la tarifa para estudiantes así como la utilización de abonos, plantillas o tarjetas multiviaje. Para efectos de este ejemplo se considera el número de pasajeros mensuales que transporta la ruta, empresa o sistema, estimándose la cantidad conforme al formato de la Figura 10.18. Este resultado se integra en la Figura 10.19.

1 Cálculo del Número de Usuarios Transportados Mensualmente por Vehículo

1.1. Cálculo de la captación de usuarios por ruta			
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta	1		Usuarios/mes
Parque vehicular en operación en la ruta	2		Unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1		÷	2A
		=	3
			Usuarios/unidad x me
1.2. Cálculo de la captación de usuarios por empresa			
Número equivalente de usuarios transportados mensualmente por empresa	1		Usuarios/mes
Parque en operación en la empresa	2B		Unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1		÷	2B
		=	3
			Usuarios/unidad x me
1.3. Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema			
Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema	1		Usuarios/mes
Parque en operación en el sistema	2C		Unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1		÷	2C
		=	3
			Usuarios/unidad x me

NOTA: En el caso de existir una sola tarifa en la ruta, empresa o sistema el número equivalente de usuarios corresponde al total de usuarios transportados anotándose éste directamente en el recuadro 3.

Figura 10.17.
Captación por unidad.

2 Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1. Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado			
Usuarios transportados con descuento del X %	4A		Usuarios
Usuarios transportados con descuento del Y %	4B		Usuarios
Usuarios transportados sin descuento	5		Usuarios
Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes			
4A		x	1 - X/100
		+	4B
		x	1 - Y/100
		+	5
		=	3
			Usuarios/mes

NOTA: El valor de 3 estará en función del porcentaje de tarifas que presenten descuento dentro de la ruta, empresa o s

Figura 10.18.
Estimación de la demanda.

10.5.3 Estimación de la distancia promedio recorrida por unidad

La Figura 10.19 muestra el formato recomendado para el cálculo de la distancia promedio recorrida por unidad. Al igual que en el caso anterior, éste puede ser estimado a nivel ruta, empresa o sistema y su resultado se estima a nivel del mes de operación seleccionado [km/veh/mes]. La información base resulta del análisis de las hojas del despachador así como de los controles operativos que lleve la empresa.

10.5.4 Estimación de los costos variables

Dentro de los costos variables se consideran básicamente tres conceptos que son los que normalmente presentan un mayor peso en este costo, siendo éstos:

3. Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1. Caso I: Cálculo efectuado a nivel ruta			
Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta	6		-
Longitud de la corrida	7		km
Parque vehicular promedio en operación	2		Unidad
Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)	8		km
Promedio de viajes en vacío	9		-
Distancia de recorrido por ruta			
6		x	7
			÷
2			
			+
8		x	9
			÷
2			
			=
10			km/veh x mes
3.2. Caso II: Cálculo a nivel empresa o sistema			
Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema	11		km/mes
Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema	12		km
Parque vehicular por empresa o sistema	2		Unidad
Distancia de recorrido por empresa o sistema			
11		÷	2
			+
12			
			=
10			km/veh x mes

NOTA: Se considera distancia muerta o en vacío al recorrido que efectúa la unidad desde su punto de encierro hasta el punto de inicio de operaciones en el cual aborda el primer usuario con tarifa pagada y viceversa.
Se entiende por corrida el trayecto realizado por una unidad entre su origen y su destino (de extremo a extremo de la ruta)

Figura 10.19.
Estimación de la distancia promedio de recorrido.

- el combustible
- los aceites y lubricantes
- los neumáticos

Es un requisito que la empresa de transporte cuente o estime los valores de los rendimientos que se presentan en cada uno de los componentes anteriores. Con el fin de mostrar el procedimiento, la Figura 10.20 ilustra el formato recomendado para el cálculo de los costos variables así como los valores sugeridos de rendimientos para cada componente, pudiéndose modificar éstos según las condiciones particulares de cada ruta, empresa o sistema.

Los costos variables se ven afectados por el tipo de superficie de rodamiento, por lo que es recomendable reducir en un 10% los coeficientes de rendimiento si el 20% o mas de la extensión de la ruta o red, según el caso,

4. Determinación de Costos Variables

4.1. Neumáticos

Precio de neumático radial	A		\$
Precio de neumático normal	B		\$
% de utilización de neumáticos radiales	C		\$
% de utilización de neumáticos normales	D		\$
(A x C) + (B x D)			
Precio de neumático ponderado	=	$\frac{(A \times C) + (B \times D)}{100}$	=
E			\$

	Precio unitario	Cantidad	Resultado
Neumático nuevo ponderado	E <input type="text"/> \$	x <input type="text"/> 6	= <input type="text"/> 12 <input type="text"/> \$
Recubierta	<input type="text"/> \$	x <input type="text"/> 6 x <input type="text"/> 2	= <input type="text"/> 13 <input type="text"/> \$
Cámara	<input type="text"/> \$	x <input type="text"/> 6 x <input type="text"/> 2	= <input type="text"/> 14 <input type="text"/> \$
Costo total de los neumáticos 12 + 13 + 14 = 15			<input type="text"/> 15 <input type="text"/> \$
Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo			<input type="text"/> 16 <input type="text"/> 40,000 <input type="text"/> km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos			<input type="text"/> 17 <input type="text"/> 30,000 <input type="text"/> km
Vida útil 16 + 17 = 18			<input type="text"/> 18 <input type="text"/> 70,000 <input type="text"/> km
Costo por kilómetro de neumáticos	<input type="text"/> 15 <input type="text"/> \$	÷ <input type="text"/> 18 <input type="text"/> 70,000 <input type="text"/> km	= <input type="text"/> 19 <input type="text"/> \$/km

Figura 10.20.
Estimación del costo variable.

4. Determinación de Costos Variables (cont.)

4.2. Combustible				
Precio por litro	20			\$/l
Rendimiento máximo	21	1.65		km/l
Cálculo del costo de combustible por kilómetro				
20		÷	21	1.65 = 22
4.3. Aceites y lubricantes				
	Precio		Rendimiento máximo	Resultado
Motor		\$/l ÷	140 km/l	= 23
Caja de velocidades		\$/l ÷	350 km/l	= 24
Diferencial		\$/l ÷	1,300 km/l	= 25
Frenos		\$/l ÷	4,550 km/l	= 26
Grasa		\$/kg ÷	10,000 kg/km	= 27
Cálculo del costo de aceites y lubricantes por kilómetro				
23 + 24 + 25 + 26 + 27 = 28				
4.4. Costo Variable (Resumen)				
Costo por kilómetro de neumáticos	28			\$/km
Costo por kilómetro de combustible	22			
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	19			
Costo variable total por kilómetro	29			
19 + 22 + 28 = 29				

Figura 10.20.*Estimación del costo variable (continuación).*

presentan tramos sin pavimentar. Asimismo, los rendimientos que se obtengan de los consumibles se deben considerar sobre una base del rendimiento mínimo obtenido.

Como se observa de la Figura 10.20 anterior, el costo variable total por kilómetro resulta de la suma de los costos por kilómetro de los consumibles considerados.

10.5.5 Estimación de los costos fijos

El formato de la Figura 10.21 muestra el procedimiento para la determinación de los costos fijos, dentro de los cuales se consideran los siguientes:

- Costos del capital
 - depreciación del parque vehicular
 - remuneración
- Gastos en refacciones y accesorios
- Gastos mensuales de personal de operación, mantenimiento y administración
 - operador
 - confianza y administración
 - otros sindicalizados
 - mantenimiento
- Gastos administrativos mensuales
 - seguro de la unidad
 - otros gastos e imprevistos

En la figura anterior, se utilizan factores de depreciación y de remuneración que emplean algunos sistemas de transporte, mismos que deberán ser ajustados a las situaciones particulares de cada empresa. Los valores mostrados resultan de la aplicación del método de la suma de los dígitos y el Cuadro 10.3 muestra el procedimiento seguido para la estimación de los coeficientes de depreciación y de la remuneración propuestos. Por otra parte, con fines explicativos, se ha considerado un valor de rescate del 10% al cabo de 7 años.

Asimismo, los factores de prestaciones sociales se establecen considerando los factores que presentan el IMSS para seguridad social (variable, entre 23 y 29%), el INFONAVIT (5%) y el SAR (2%). Entre las prestaciones consideradas están incluidas la prima vacacional, la cual representa un 25% del salario bruto; los días festivos, que son 7 días al año más 1/6 de año por el cambio de gobierno; el aguinaldo, el cual considera 15 días de salario bruto y; las cuotas patronales, entre otros. Con

Periodos (años)	Fórmula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Fórmula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0 - 1	$(7/28) * (1 - 0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.000) * (CETES/12)$	0.0100
1 - 2	$(6/28) * (1 - 0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225) * (CETES/12)$	0.0078
2 - 3	$(5/28) * (1 - 0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418) * (CETES/12)$	0.0058
3 - 4	$(4/28) * (1 - 0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579) * (CETES/12)$	0.0042
4 - 5	$(3/28) * (1 - 0.1)$	0.096	0.804	$(1-0.708) * (CETES/12)$	0.0029
5 - 6	$(2/28) * (1 - 0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804) * (CETES/12)$	0.0020
6 - 7	$(1/28) * (1 - 0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868) * (CETES/12)$	0.0013
mas de 7	$(0/28) * (1 - 0.1)$	0.000	---	$(1-0.900) * (CETES/12)$	0.0010

Nota:

Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año

Se considera un valor de rescate del 10%

Se considera una tasa de CETES de 12%

Cuadro 10.3.*Ejemplo de cálculo de los coeficientes de depreciación y remuneración del capital.***5. Costos Fijos**

5. 1 Costo del Capital			
Precio del autobús tipo A	F		\$
Precio del autobús tipo B	G		
Precio del autobús tipo C	H		
% de autobuses tipo A	I		
% de autobuses tipo B	J		
% de autobuses tipo C	K		
Precio ponderado del parque vehicular en operación	=	$\frac{(F \times I) + (G \times J) + (H \times K)}{100}$	= L
Precio de los neumáticos (6 neumáticos + 6 cámaras)	30		
Precio del vehículo nuevo sin neumáticos L - 30 = 31	31		
Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento	32		Veh.
5.1.1. Depreciación			
Coeficiente de depreciación anual del parque vehicular total			
Vehículos de 0 a 1 año	No. veh.	X	0.225
Vehículos de 1 a 2 años	No. veh.	X	0.193
Vehículos de 2 a 3 años	No. veh.	X	0.161
Vehículos de 3 a 4 años	No. veh.	X	0.129

Figura 10.21.*Estimación de los costos fijos.*

Vehículos de 4 a 5 años	No. veh.	X	0.096	=	37	
Vehículos de 5 a 6 años	No. veh.	X	0.064	=	38	
Vehículos de 6 a 7 años	No. veh.	X	0.032	=	39	
Vehículos con mas de 7 años	No. veh.	X	0.0000	=	40	
Coeficiente de depreciación ponderado del parque vehicular 33 + 34 + 35 + 36 + 37 + 38 + 39 + 40 = 41					41	
Depreciación anual del parque vehicular						
31		X	41	=	42	
Depreciación anual por unidad						
42		÷	32	=	43	
Depreciación mensual por unidad						
43		÷	12	=	44	\$/veh. x me
Depreciación mensual de instalaciones y equipos						
L		X	0.0001	=	45	
Depreciación mensual 44 + 45 = 46					46	

NOTA: Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años.

Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos

$$\frac{(N - i + 1)}{0.5 N (N + 1)} \quad \text{donde: } N = \text{vida útil} \\ i = \text{año de la estimación}$$

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	Vehicul	X	0.0100	=	47	
Unidades de 1 a 2 años	Vehicul	X	0.0078	=	48	
Unidades de 2 a 3 años	Vehicul	X	0.0058	=	49	
Unidades de 3 a 4 años	Vehicul	X	0.0042	=	50	
Unidades de 4 a 5 años	Vehicul	X	0.0029	=	51	
Unidades de 5 a 6 años	Vehicul	X	0.0020	=	52	
Unidades de 6 a 7 años	Vehicul	X	0.0013	=	53	
Unidades con mas de 7 años	Vehicul	X	0.0010	=	54	
Coeficiente de remuneración mensual por vehículo 47 + 48 + 49 + 50 + 51 + 52 + 53 + 54 = 55					55	
Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular						
55		X	31	=	56	\$/mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad						
56		÷	32	=	57	
Remuneración mensual del capital utilizado en instalaciones y equipo						
L		X	0.0004	=	58	

Costo total de capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	
Costo total del capital 46 + 57 + 58 = 59	59	

NOTA: El factor de remuneración estimado considera una tasa de interés (CETES) del 12% y una vida útil de 7 años con un valor de rescate del 10%. Bajo estas consideraciones el Cuadro 12.3 muestra los valores que se obtienen.

Figura 10.21.
Estimación de los costos fijos (continuación).

5.2. Gastos en refacciones y accesorios**5.2.1.(Operación, mantenimiento y administración)**

Total de gastos mensuales por vehículo

63		3	0.0083	Veh. x mes	60		\$/veh. x mes
----	--	---	--------	------------	----	--	---------------

5.3. Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario promedio mensual	Prestaciones Sociales	Factor de Utilización			
Operador	\$/mes	X 1.42	X 1.71	=	M	
Confianza y administrativo	\$/mes	X 1.42	X 0.42	=	N	
Otros	\$/mes	X 1.42	X 0.43	=	O	
Personal de mantenimiento	\$/mes	X 1.42	X 0.78	=	P	
M + N + O + P = Q					Q	

5.4. Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro	\$/mes	÷ 12	=	61	
Otras compras	L \$	X 0.0017	=	62	
61 + 62 = 63				63	

5.5. Costo fijo total por kilómetro**5.5.1. Costo fijo total mensual por unidad**

Costo total del capital	59	
Gastos en refacciones y accesorios	60	
Gastos en personal	Q	
Gastos administrativos	63	
Costo fijo total mensual	59 + 60 + Q + 63 = 64	64

5.5.2. Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido	10A ó 10B	
64 km/veh. x mes	÷ 10A ó 10B	65 km/veh. x mes

NOTA: Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1986. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa

Figura 10.21.
Estimación de los costos fijos (continuación).

fines del desarrollo del cálculo tarifario se ha considerado un factor de prestaciones del 42%.

Por otra parte, se requiere considerar el factor de utilización del personal por unidad [empleados/unidad] ya sea éste sindicalizado o de confianza, el

cual variará de empresa a empresa, así como un factor de utilización correspondiente a otros gastos e imprevistos (teléfono, luz, gastos oficina, entre otros). Dentro de los cuadros de cálculo se han utilizado los valores reportados por *Autotransportes Urbanos de Pasajeros R100* de la ciudad de México [11, 12].

La suma de los costos y gastos fijos anteriores permite obtener un costo fijo por unidad por mes, valor que se relaciona con la distancia promedio recorrida mensual, obteniéndose un costo fijo total por kilómetro de servicio ofrecido.

10.5.6 Estimación de la tarifa de equilibrio

El formato que se muestra en la Figura 10.22 establece el procedimiento para la estimación de una tarifa de equilibrio y comprende tres aspectos:

- la estimación del costo total por kilómetro, la cual se calcula mediante la suma del costo total variable y fijo por kilómetro.
- la estimación de la captación de usuarios por kilómetro, el cual se estima a partir de la relación de los usuarios transportados mensualmente y la distancia promedio mensual de recorrido.
- el cálculo final de la tarifa, resulta de la relación del costo total por kilómetro y la captación por kilómetro lograda.

6. Cálculo de la Tarifa

6.1. Cálculo del costo total por kilómetro				
Costo variable por kilómetro	29			
Costo fijo total por kilómetro	65			
Costo total por kilómetro $29 + 65 = 66$	66			
6.2. Captación promedio por kilómetro				
Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3			
Distancia promedio recorrida	10		km/veh x me	
3		÷	10	
			=	67
6.3. Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad				
66		÷	67	
			=	68

Figura 10.22.
Estimación de la tarifa de equilibrio.

Estos resultados no contemplan una utilidad a la empresa o transportista como tampoco el pago del *Impuesto Sobre la Renta* o el pago del *Impuesto al Activo*.

10.5.7 Revisión tarifaria

La revisión periódica de tarifas requiere contar con un procedimiento avalado tanto por el prestatario del servicio así como por las autoridades de tal manera que ambas partes conozcan de antemano las reglas del juego en cuanto a incrementos. A manera de ejemplo, la fórmula de ajuste tarifario mostrada a continuación [13], sirve de punto de partida para realizar las revisiones periódicas:

$$C = C_0 \left[a \frac{S}{S_0} + b \frac{G}{G_0} + c \frac{V}{V_0} + d \frac{I}{I_0} \right]$$

donde:

- C = Costo por kilómetro actualizado
- C_0 = Costo por kilómetro acordado al momento del concesionamiento del servicio o última revisión tarifaria
- S_0 = Salario mínimo vigente a la fecha del concesionamiento o última revisión tarifaria
- G_0 = Precio del litro de combustible vigente a la fecha del concesionamiento
- V_0 = Precio a gobierno del vehículo vigente a la fecha del concesionamiento
- I_0 = Índice general de precios al consumidor que publica el Banco de México vigente a la fecha del concesionamiento
- S, G, V, I = Parámetros al momento de actualizar el costo por kilómetro
- a, b, c, d = Coeficiente de proporcionalidad de los principales insumos considerados

Para ello, se considerará el precio por kilómetro recorrido planteado para cada modalidad de servicio. Es recomendable aplicar esta fórmula mínimamente cada año, mientras que la revisión de los coeficientes de proporcionalidad se debe realizar cada cinco años.

10.6 Impacto de las tarifas

La elasticidad de la demanda es una medida conveniente de la respuesta relativa de las afluencias en el transporte público a las modificaciones en la tarifa u otros factores que influyen en la demanda.

Por ello, la elasticidad de una tarifa de transporte público indica el cambio porcentual en la afluencia de usuarios como resultado de un cambio del uno por ciento en las tarifas. Al relacionar cambios porcentuales, se tiene un valor adimensional y puede ser utilizado para comparar respuestas en la elasticidad de la demanda entre diferentes países y periodos de tiempo.

Existen varias formas de obtenerla, cada una de las cuales resultan en valores con pequeñas diferencias numéricas, destacando entre ellas la elasticidad puntual, la elasticidad lineal, la elasticidad del punto medio y la elasticidad de arco. A continuación se comentará brevemente sobre cada una de ellas.

10.6.1 Elasticidad puntual

La elasticidad puntual es una medida de la relación de un cambio proporcional infinitesimal en la demanda contra un cambio proporcional infinitesimal en la tarifa, manteniendo las demás variables constantes. Matemáticamente, la elasticidad puntual se describe como:

$$\epsilon_{pt} = \frac{dQ}{dF} \times \frac{F_1}{Q_1}$$

donde:

ϵ_{pt} es la elasticidad puntual definida a un nivel de afluencia Q_1 y un nivel tarifario F_1 . En esta ecuación dQ y dF representan las derivadas de la variable respectiva.

Sin información sobre la forma de la curva de demanda resultado de la relación entre F y Q , no se puede calcular la elasticidad de punto para diferentes combinaciones de afluencias y niveles tarifarios. A su vez, la fórmula solo expresa el valor de la elasticidad en un punto (Q_1, F_1) y por lo tanto no puede ser utilizada para medir la relación entre cambios finitos en afluencias y tarifas. En este caso, se consideran ciertos supuestos en cuanto a la forma de la curva de demanda y al contar con dos pares de puntos disponibles, se puede calcular una medida para la elasticidad.

10.6.2 Elasticidad lineal

Se le conoce como elasticidad lineal ya que dentro de un rango de cambios tarifarios y de afluencias considerados, la curva de demanda se considera como una línea recta. La elasticidad lineal es la mas utilizada entre las empresas de transporte y se calcula como el porcentaje de cambio en la afluencia entre el porcentaje de cambio en la tarifa. Esto se expresa matemáticamente como:

$$\epsilon_{sr} = \frac{\left[\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \right]}{\left[\frac{F_2 - F_1}{F_1} \right]} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q_1}}{\frac{\Delta F}{F_1}}$$

donde:

ϵ_{sr} es la elasticidad calculada para el cambio en la afluencia y nivel tarifario de la demanda actual con la tarifa actual contra la demanda esperada con la nueva tarifa.

Esta medición lineal es una forma sencilla para calcular la elasticidad y ofrece una aproximación aceptable de la elasticidad puntual para cambios pequeños en las afluencias y tarifas. Teóricamente, la elasticidad de la demanda que resulta de un incremento de la tarifa de F_1 a F_2 debería ser idéntica a la elasticidad medida para una reducción tarifaria de F_2 a F_1 . Sin embargo, en el caso de la elasticidad lineal no es el caso y en especial para cambios tarifarios grandes ya que el porcentaje de cambio se calcula de los niveles tarifarios y de afluencias originales.

10.6.3 Elasticidad del punto medio

La diferencia entre las mediciones de la elasticidad de demanda medidas en las dos direcciones puede eliminarse considerando los niveles tarifarios y de afluencias reales en los medios puntos de ambas observaciones. Por lo tanto, la elasticidad del medio punto es una medida conveniente para su uso con grandes cambios en los niveles tarifarios, expresándose matemáticamente como:

$$\epsilon_{\text{med}} = \frac{\frac{(Q_2 - Q_1)}{\left[\frac{(Q_2 + Q_1)}{2}\right]}}{\frac{(F_2 - F_1)}{\left[\frac{(F_2 + F_1)}{2}\right]}} = \frac{(Q_2 - Q_1)(F_2 + F_1)}{(Q_2 + Q_1)(F_2 - F_1)}$$

donde:

ϵ_{med} es la elasticidad del punto medio calculada para el cambio de los niveles de afluentes y niveles tarifarios de (Q_1, F_1) a (Q_2, F_2) .

A diferencia de la elasticidad lineal, la elasticidad del punto medio es una curva convexa al valor constante de la elasticidad tarifaria.

10.6.4 Elasticidad de arco

La elasticidad de arco se define por la definición logarítmica de la elasticidad, la cual se expresa de la siguiente manera:

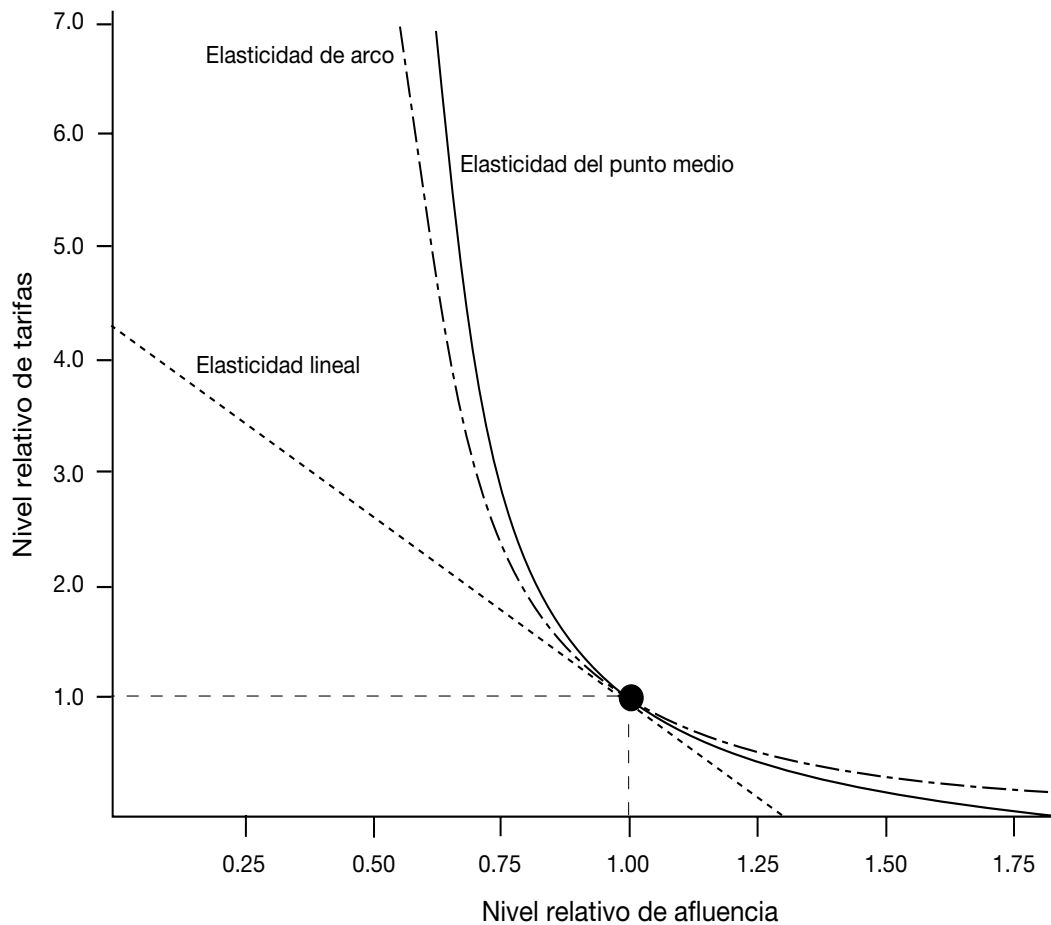
$$\epsilon_{\text{arc}} = \frac{\log Q_2 - \log Q_1}{\log F_2 - \log F_1}$$

donde:

ϵ_{arc} es la elasticidad de arco calculada para el cambio en la afluencia y nivel tarifario de la demanda actual con la tarifa actual contra la demanda esperada con la nueva tarifa.

A valores constantes de la elasticidad, la elasticidad de arco también presenta una curva de demanda convexa, aun cuando con diferencias menores con la curva resultado de la elasticidad del punto medio.

A excepción de la elasticidad puntual, la cual requiere información sobre la forma de la curva de demanda, cada una de las medidas de elasticidad discutidas anteriormente muestran una forma funcional única. La Figura 10.23 ilustra las curvas de demanda para los tres últimos tipos de elasticidad basados en una elasticidad puntual inicial [en $(1,1)$] de -0.30 . Se observa que para cambios muy pequeños [(esto es, para movimientos pequeños de la coordenada $(1,1)$], las tres formas de medir la elasticidad producen valores similares. Sin embar-



Fuente: Referencia [14].

Figura 10.23.

Curvas de elasticidad de la demanda basadas en una elasticidad de punto inicial de -0.30.

go, cuando el cambio tarifario es grande, la elasticidad lineal difiere substancialmente de las otras dos. Asimismo, para incrementos fuertes en las tarifas, las elasticidades del punto medio y de arco son numéricamente mayores que la elasticidad lineal y menores numéricamente para decrementos tarifarios.

Por otra parte, el punto en donde las curvas cruzan el eje horizontal indica el punto para un servicio gratuito. Mientras la elasticidad lineal y la de medio punto establecen un valor para un cambio a un servicio gratuito, la elasticidad de arco no cruza el eje y por lo tanto queda indefinido a una tarifa cero.

Finalmente, la relación entre el valor numérico de la elasticidad y su efecto en los ingresos es otra de las diferencias importantes entre los diferentes tipos de elasticidad. Para los valores de la elasticidad de medio punto y de arco menores a -1.00, la respuesta a la demanda es inelástica puesto que una reducción en las tarifas conducirá solamente a un pequeño incremento en la afluencia y por lo tanto a una reducción en el ingreso total. A su vez, un incremento en las tarifas conducirá solamente a un pequeño decremento en la afluencia y por lo tanto un incremento neto en los ingresos.

Para los valores de la elasticidad mayores a -1.00, la respuesta a la demanda se considera elástica y los cambios en la tarifa e ingresos están relacionados inversamente. Por ello, una elasticidad de arco o de medio punto de -1.00 corresponde a la situación donde un cambio proporcional en las tarifas produce el mismo cambio proporcional en las afluencias y por ende ningún cambio en los ingresos. Sin embargo, esto no es cierto para la elasticidad lineal la cual puede ser numéricamente mayor que -1.00 cuando se estima de un programa de reducción tarifaria, resultando en una pérdida de ingreso.

Sin información sobre la curva de demanda, no es posible determinar cual medida de elasticidad de la demanda representa de una manera correcta el mercado de transporte que se está estudiando. La forma lineal de la elasticidad ha sido utilizada ampliamente debido a su sencillez aun cuando presenta serios problemas si se originan cambios fuertes en el nivel tarifario. Los métodos de arco y de medio punto son los métodos dominantes para expresar la respuesta de las afluencias.

10.6.5 Elasticidad tarifaria

La fórmula de *Simpson y Curtin* [15] es la expresión que normalmente se utiliza en el mercado del transporte para determinar la pérdida de afluencia debido a un incremento tarifario y se expresa de la siguiente manera:

$$P_a = 0.80 + 0.30 \cdot P_t$$

donde:

P_a = porcentaje de pérdida en la afluencia

P_t = porcentaje de incremento tarifario

Esta fórmula ha sido utilizada extensamente por administradores del transporte y oficinas reguladoras del transporte en los Estados Unidos en sus

planes de financiamiento y análisis de políticas tarifarias, lo cual ha dado como resultado el establecimiento de una regla de cocina en la que se establece que la afluencia se incrementará (o decrementará) 0.3% por cada punto porcentual de decremento (incremento) en las tarifas sobre su nivel previo.

Aún cuando esta fórmula es correcta en señalar el hecho de que la afluencia es inelástica (es decir, no se ve muy afectada por los cambios tarifarios), su uso indiscriminado puede llevar a errores en los cálculos en los impactos de las afluencias debidos a cambios tarifarios. Esto ha orillado a muchos analistas del transporte elaborar una serie de conclusiones sobre las elasticidades de las tarifas, siendo las mas importantes las siguientes:

- La demanda de transporte público es inelástica a los cambios tarifarios, esto es, el cambio proporcional en las afluencias es menor que el cambio proporcional en las tarifas. Las elasticidades tarifarias oscilan entre un valor de -0.04 a -0.87 con una media de -0.28 ± 0.16 .
- Las elasticidades tarifarias varían según el tamaño de la ciudad y son mayores en ciudades pequeñas y medias que en grandes ciudades.
- Las elasticidades tarifarias de los autobuses y de las horas valle son mayores que las del metro y de las horas de máxima demanda, respectivamente. Se considera que las elasticidades tarifarias de los autobuses son dos veces mayores que las del metro en los casos que se presenten ambos medios de transporte. Los valores para trenes regionales o suburbanos se encuentran entre los valores observados para el metro y el autobús. A su vez, las elasticidades tarifarias para las horas valle se consideran del doble que las observadas para las horas pico, independientemente del medio de transporte considerado. Las elasticidades tarifarias para el fin de semana son comparables con las que se presentan en un día hábil para la hora valle.
- Los viajes cortos menores a 1.5 km son mas elásticos que los viajes largos entre 1.5 y 5 km, estimándose ser 100% mas grandes.
- Las elasticidades tarifarias aumentan con los ingresos y se reducen con la edad del usuario.
- De todos los propósitos de viajes, el referente al trabajo es el mas inelástico, mientras que los viajes de compras o escolares son de dos a tres veces mas elásticos que los de trabajo.

Finalmente, el Cuadro 10.4 presenta las elasticidades tarifarias para diferentes casos, en el cual se muestran su media y su desviación estándar.

	MEDIA		DESVIACION ESTANDAR	NUMERO DE CASOS
Elasticidades tarifarias agregadas				
<i>Método de estimación</i>				
Semiexperimental	-0.28	±	0.16	67
Serie de tiempo	-0.42	±	0.24	28
Cruzada	-0.53	±	0.35	28
<i>Tipo de cambio tarifario</i>				
Incremento tarifario	-0.34	±	0.11	14
Reducción tarifaria	-0.37	±	0.11	9
<i>Cambio a una tarifa gratuita</i>				
Dentro centro histórico	-0.52	±	0.11	4
Sistema	-0.30	±	0.17	6
<i>Tamaño de la ciudad</i>				
Población mayor a un millón	-0.24	±	0.10	19
Población 500,000 y 1 millón	-0.30	±	0.12	11
Poblaciones menores a 500,000	-0.35	±	0.12	14
Elasticidades tarifarias desagregadas				
<i>Por medio de transporte</i>				
Autobús	-0.35	±	0.14	12
Metro	-0.17	±	0.05	10
Tren regional		-0.31		1
<i>Longitud del viaje</i>				
Londres: Autobús				
• viajes menores a 1.5 km		-0.55		1
• viajes entre 1.5 y 5 km		-0.29		1
Londres: Metro				
• viajes entre 1.5 y 5 km		-0.25		1
• viajes mayores de 5 km		-0.60		1
<i>Tipo de ruta</i>				
Radial sobre arteria	-0.09	±	0.02	3
Periférica	-0.31	±	0.05	3
Sistema	-0.24	±	0.08	3
Orientada al centro histórico	-0.40	±	0.04	3
Orientada a la periferia	-0.62	±	0.09	3
Sistema	-0.55	±	0.08	3
En el centro histórico	-0.52	±	0.11	4
Sistema	-0.43	±	0.08	3
<i>Periodo del día</i>				
Hora máxima demanda	-0.17	±	0.09	5
Hora valle	-0.40	±	0.26	5
Todo el día	-0.29	±	0.19	5
<i>Propósito de viaje</i>				
Trabajo	-0.10	±	0.04	6
Escuela	-0.19	a	-0.44	3
Compras	-0.23	±	0.06	5
<i>Grupo de edad</i>				
1 - 16 años	-0.32	±	0.01	2
17 - 24 años	-0.27	±	0.03	2
25 - 44 años	-0.18	±	0.10	2
45 - 64 años	-0.15	±	0.03	2
mayores de 65 años	-0.14	±	0.02	2

Fuente: Referencia [15].

Cuadro 10.4.
Elasticidades tarifarias.

REFERENCIAS

1. Vukan R. Vuchic. *Transit Operating Manual*. Harrisburg, PA: Pennsylvania Department of Transportation, 1978.
2. Robert B. Cervero, et al. *Efficiency and Equity Implications of Alternative Transit Fare Policies*. Washington, DC: Urban Mass Transportation Administration, 1980.
3. Eduardo Nuez Cañibano. *Definición y Características Tecnológicas de la Tarifación Multimodal y sus Formas de Implantación*. México: Asociación de Investigación del Transporte de España, sf.
4. Patrick D. Mayworm y Armando Lago. *The Costs of Transit Fare Prepayment Programs: A Parametric Cost Analysis*. Washington, DC: UMTA, 1982.
5. Lester R. Strickland. *Self Service Fare Collection*. Washington, DC: Urban Mass Transportation Administration, 1979.
6. SOFRETU. *Proposiciones para una Reforma Tarifaria y Presentación de una Gama de Sistemas de Control para los Transportes Colectivos de México*. México: COVITUR, 1983.
7. Angel Molinero. *Sistema Tarifario para el Transporte del Distrito Federal*. México: COVITUR, 1984.
8. _____. *Metodología y Procedimiento para el Cálculo de Tarifas para Automóviles de Alquiler*. México: COVITUR, 1982.
9. SOGELERG / SOFRETU / USTRAN. *Modelo Tarifario TARIFA*. México: COTREM, 1989.
10. ANTP. *Cálculo de Tarifas de Ônibus Urbano*. Sao Paulo: ANTP, 1990.
11. Dirección de Finanzas. *Estudio Financiero y Operativo 1982-1991*. México: AUPR100, 1987.
12. AUPR100. *Condiciones Generales de Trabajo 1991-1992*. México: Talleres Gráficos de la Nación, 1991.
13. Angel Molinero, et al. *Documentos para el Concesionamiento de la Subred Naucalpan*. Naucalpan de Juárez: COTREM, 1990.
14. Alexander Grey. *Urban Fares Policy*. Lexington, Mass: DC Heath and Co., 1975.
15. Ecosometrics, Inc. *Patronage Impacts of Changes in Transit Fares and Services*. Washington: Urban Mass Transportation Administration, 1980.

PREGUNTAS

1. Describa el círculo vicioso que se presenta con el incremento de tarifas.
2. Comente acerca de la estructura y niveles tarifarios que se presentan en su ciudad así como de la forma de cobro existente. ¿Qué recomendaciones haría a las autoridades para mejorar cada uno de los aspectos anteriores?
3. ¿En qué consiste el sistema de autoservicio en el pago de tarifas?
4. Analice el sistema tarifario actual con que cuenta su ciudad y establezca los criterios básicos y complementarios que mejorarían el sistema actual. Configure el sistema tarifario ideal para su ciudad.
5. La empresa Omnibús de Irapuato considera que sus costos se han incrementado y que se requiere hacer una revisión al nivel tarifario actual, pasando de una tarifa de \$0.90 a \$1.20. La afluencia actual promedio en sus rutas es de 5,300 usuarios al día. En caso de implementar dicho aumento, estime la afluencia que manejará a lo largo de las primeras semanas después de su implantación y justifique su decisión.