

**ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA  
INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y  
FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO**

<b>FASE:</b>	<b>F.2: Diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>	<b>A.2.9. Modelo de Integración Tarifaria</b>
<b>ENTREGABLE:</b>	<b>E-2.20. Propuesta de política tarifaria del SITM, fuentes y usos de fondos del sistema y Plan de implementación</b>



## CONTROL DE MODIFICACIONES

REVISIÓN	FECHA	REVISADO POR	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
Nº 1	30/11/2011	José Javier Muruzábal	Contestación a las observaciones de la UNMQ
Nº 2			
Nº 3			
Nº 4			
Nº 5			
Nº 6			
Nº 7			
Nº 8			
Nº 9			
Nº 10			
Nº 11			
Nº 12			

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	7
2. LA INTEGRACIÓN TARIFARIA. VISIÓN ESTRATÉGICA.....	8
2.1. IMPORTANCIA Y RELACIÓN CON EL MODELO CONCEPTUAL DEL DMQ .....	8
2.2. CONCEPTUALIZACIÓN Y OBJETIVOS .....	9
2.2.1. CONCEPCIÓN GENERAL .....	9
2.2.2. OBJETIVOS .....	10
2.3. HERRAMIENTAS PARA LA INTEGRACIÓN TARIFARIA .....	11
2.3.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA .....	11
2.3.2. TÍTULOS Y PRECIOS.....	13
2.3.3. SOPORTE TECNOLÓGICO .....	14
2.4. ESQUEMA OPERATIVO: VENTAS, VALIDACIÓN, COMPENSACIÓN.....	14
2.5. NECESIDAD DE UNA AUTORIDAD COORDINADORA .....	17
3. SITUACIÓN TARIFARIA OBJETIVO EN 2016 .....	18
3.1. MARCO GENERAL .....	18
3.1.1. GASTO ACTUAL EN TRANSPORTE COLECTIVO .....	18
3.1.2. SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO EN 2016 .....	20
3.2. CONDICIONANTES PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA .....	21
3.3. PROPUESTA DE MARCO TARIFARIO PARA 2016.....	23
3.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS NIVELES TARIFARIOS .....	25
3.4.1. LA LÓGICA DEL SISTEMA .....	26
3.4.2. LA SITUACIÓN ACTUAL.....	26
3.4.3. LA ACTUALIZACIÓN TARIFARIA.....	27
4. PLANTEAMIENTOS HACIA EL FUTURO .....	28
4.1. ESTRATEGIAS DE FIDELIZACIÓN DE LA DEMANDA.....	28
4.2. PROMOCIONES Y OFERTA DE SERVICIOS NO VINCULADOS A LA TRANSPORTACIÓN .....	28
5. FUENTES Y USOS DE FONDOS DEL SITM .....	29
5.1. IMAGEN GLOBAL DE LA DEMANDA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO.....	29
5.2. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA TARIFARIA.....	30
5.2.1. INGRESOS DEL SISTEMA .....	30
5.2.2. EGRESOS DEL SISTEMA.....	31
5.2.3. BALANCE DEL SISTEMA .....	33
5.3. EFECTOS SOBRE LA DEMANDA .....	34

6.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	36
6.1.	PLATAFORMA TECNOLÓGICA.....	36
6.1.1.	LA TARJETA SIN CONTACTO .....	36
6.1.2.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	38
6.1.3.	EMISOR DE TARJETAS Y PRODUCTOS TARIFARIOS .....	40
6.1.4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CENTRO DE CONFORMIDAD .....	40
6.1.5.	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE BILLETEAJE .....	43
6.1.6.	POLÍTICA SOBRE SEGURIDAD .....	51
6.2.	MEDIDAS DE APROXIMACIÓN AL ESCENARIO OBJETIVO ..	55
6.2.1.	MEDIDAS A ADOPTAR EN MATERIA TARIFARIA .....	56
6.2.2.	MEDIDAS A ADOPTAR EN MATERIA DE REORDENACIÓN EMPRESARIAL .....	58
6.2.3.	MEDIDAS A ADOPTAR EN RELACIÓN CON EL DESARROLLO INSTITUCIONAL.....	62
6.2.4.	CAMPAÑAS DE COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICAS.....	63
6.3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 1.	Viajes en transporte público según tarifa.....	18
Tabla nº 2.	Distribución del gasto en viajes con tarifa completa. .	19
Tabla nº 3.	Distribución del gasto en viajes con tarifa reducida..	19
Tabla nº 4.	Viajes en transporte público con alguna etapa en BRT..	20
Tabla nº 5.	Propuesta tarifaria .....	24
Tabla nº 6.	Aplicación del sistema tarifario propuesto.....	25
Tabla nº 7.	Escenario 2011 sin SITM.....	29
Tabla nº 8.	Escenario 2011 con SITM.....	29
Tabla nº 9.	Recaudación del sistema en día laborable de 2011 ..	30
Tabla nº 10.	Vehículos-km en día laborable de 2011 .....	31
Tabla nº 11.	Costes de explotación en 2011 (USD) .....	32
Tabla nº 12.	Egresos anuales del sistema (USD) (2011) .....	32
Tabla nº 13.	Egresos anuales agregados del sistema (USD) (2011)	32
Tabla nº 14.	Balance del sistema (2011) .....	33



## **ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen nº 1	La arquitectura general del sistema.....	39
-------------	--	----

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La integración tarifaria es una de las piezas esenciales del Modelo Conceptual propuesto para el SITM del DMQ y ha contado hasta el momento con dos entregables:

- E.2.18. Informe de diagnóstico del sistema tarifario actual y criterios de actuación (diciembre, 2010)
- E.2.19. Propuesta de Política Tarifaria para el Corredor de la Línea 1 y Plan de Implementación (junio, 2011)

El presente documento contiene el entregable **E-2.20. Propuesta de política tarifaria del SITM, fuentes y usos de fondos del sistema y Plan de implementación** y cierra la actividad A.2.9. Modelo de Integración Tarifaria.

En los entregables anteriores se ha analizado, evaluado y diagnosticado la situación actual del sistema tarifario del DMQ desde el punto de vista de una concepción integradora del sistema de transporte público y se ha elaborado una propuesta de política tarifaria para el corredor de la futura línea 1 del Metro de Quito.

En estas condiciones, se aborda a continuación el diseño de un Modelo de Integración Tarifaria para el DMQ, que, partiendo de los principios aplicados para la línea 1, los extienda al conjunto del ámbito territorial y funcional del DMQ, configurando un nuevo escenario para regular el sistema de precios y recaudo del SITM propuesto.

## **2. LA INTEGRACIÓN TARIFARIA. VISION ESTRATÉGICA**

### **2.1. IMPORTANCIA Y RELACIÓN CON EL MODELO CONCEPTUAL DEL DMQ**

La estrategia tarifaria, por su capacidad para estructurar y vertebrar el sistema de transporte público desde la perspectiva del usuario, constituye uno de los elementos clave de la política de transportes y se sitúa en el nivel estratégico de la toma de decisiones. Por este motivo, dentro del Modelo Conceptual del SITM juega un papel fundamental.

En efecto, tal y como ha sido puesto de manifiesto en numerosas experiencias de países diferentes, la política de precios se revela como uno de los mecanismos más potentes para articular un transporte colectivo atractivo y con las mejores expectativas para competir con el vehículo privado en el mercado de la movilidad urbana mecanizada.

La base esencial para promover la utilización del transporte público se apoya en un servicio con dos cualidades básicas:

- Integración. Por un lado, es preciso que, dentro de las diferentes modalidades de transporte colectivo presentes en la ciudad, el usuario perciba el conjunto como un todo funcionalmente integrado y no como elementos aislados e independientes, con reglas y características propias.
- Calidad. A su vez, la oferta ha de satisfacer unos criterios de calidad de servicio expresados en términos de cobertura territorial, frecuencia de servicio, velocidad de viaje, confort de los vehículos y tarifas adecuadas a cada uno de los perfiles del cliente-tipo.

En ese sentido, la experiencia demuestra que cuando se ha acometido un proceso de integración del sistema de transporte público, el primer paso que se ha dado ha sido el de la integración

tarifaria, lo que ha permitido conformar una primera imagen de unidad del sistema, en relación con la contribución de los usuarios a la financiación del mismo.

Los precios permiten repartir equitativamente las cargas del servicio de transporte entre los diferentes tipos de clientes y establecer mecanismos para fidelizar a la demanda y reforzar el papel del transporte público dentro de la movilidad motorizada.

Por último, las tarifas representan la base de los ingresos por recaudación del sistema, lo que constituye la base principal para la sostenibilidad financiera del mismo.

Por tanto, se puede afirmar que el sistema tarifario juega un papel múltiple en todo este proceso:

- Permite llevar a la práctica una primera integración del sistema, apoyando con fuerza su consolidación como sistema único.
- Representa el mecanismo mediante el que las cargas del sistema se reparten equitativamente entre los distintos tipos de usuarios.
- Posibilita un tratamiento diferenciado de cada tipo de cliente en función de sus hábitos de utilización de este producto, lo que lleva a desarrollar fórmulas de fidelización de la demanda que contribuyen a fortalecer la posición del transporte público como opción de desplazamiento en la ciudad.
- Constituye la base para la sostenibilidad financiera del conjunto del sistema.

## **2.2. CONCEPTUALIZACIÓN Y OBJETIVOS**

### **2.2.1. CONCEPCIÓN GENERAL**

En términos generales un sistema puede definirse como un conjunto de elementos interdependientes, enlazados racionalmente, que se afectan mutuamente y explican la totalidad desde el conjunto.

---

Desde ese punto de vista, un sistema tarifario integrado es aquél que tanto desde la oferta como desde la demanda conecta y relaciona cada uno de sus elementos para constituir una estructura única. Así, un sistema tarifario integrado organiza la movilidad de los usuarios, considerando la relación origen/destino como la unidad de tarificación.

A su vez, el sistema tarifario debe definirse por la autoridad competente, con visión coordinadora e integradora.

Desde la perspectiva de la oferta del servicio, un sistema tarifario integrado cumple las funciones siguientes:

- Hace intervenir al conjunto de los modos y operadores
- Establece criterios de reordenación en la red al eliminar el precio como factor de elección modal
- Contribuye a la racionalización del sistema
- Proyecta una imagen de integración que trasciende sus propios límites

Y desde el punto de vista de la demanda:

- Establece categorías de usuarios en relación con la utilización de la oferta
- Contribuye a la fidelización del público
- Clarifica las aportaciones de los diferentes tipos de usuarios
- Contribuye al incremento de la demanda de transporte

### **2.2.2. OBJETIVOS**

Desde la perspectiva de un sistema de transporte integrado, los objetivos generales de la integración tarifaria son los siguientes:

- Asegurar la cobertura de los costos de producción
- Orientar la elección de los usuarios hacia una utilización eficiente del sistema de transportes
- Garantizar la equidad social

A partir de ellos pueden establecerse como objetivos operativos concretos los siguientes:

- Potenciar la utilización del transporte público
- Establecer unos niveles de precios basados en la proporcionalidad con respecto del servicio prestado
- Contribuir a la eficacia de la explotación del servicio
- Favorecer la estabilidad financiera del sistema
- Promover la integración social
- Mejorar la imagen del servicio público

## **2.3. HERRAMIENTAS PARA LA INTEGRACIÓN TARIFARIA**

Como herramientas para el logro de estos objetivos se encuentran la estructura del sistema, los diferentes títulos y precios y el soporte tecnológico que asegura la viabilidad operativa del conjunto.

### **2.3.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA**

La estructura del sistema caracteriza topológicamente el conjunto, define los criterios de aplicación sobre el territorio y sobre las redes de transporte y tiene como objetivos principales los tres siguientes:

- Promover el uso del transporte público, facilitando los intercambios modales
- Facilitar la comprensión y transparencia
- Distribuir equitativamente las cargas entre los usuarios

Conceptualmente hablando, se pueden distinguir dos tipologías diferentes de fundamentos sobre los que sustentar la estructura del sistema:

### **Tarifa única**

Presenta las siguientes ventajas:

- Claridad
- Facilidad de automatización
- Facilidad para controlar el fraude
- Agilidad en el transporte de superficie, ya que beneficia a usuarios de largo recorrido

Sus principales inconvenientes son los siguientes:

- Rigidez al alza de precio
- Discrimina a los viajeros de corta distancia
- Tendencia a la reducción de ingresos

### **Tarifa según prestación**

Puede ser kilométrica, zonal o por secciones y presenta las siguientes ventajas:

- Fomenta la equidad
- Aumenta la flexibilidad
- Maximiza la información sobre el sistema

Sus principales inconvenientes son:

- Dificultad de aplicación en áreas urbanas
- Efectos disuasorios para usuarios de largo recorrido
- Dificulta la automatización

Como principio de carácter general puede establecerse que la estructura tarifaria debe perseguir el equilibrio entre la equidad y la simplicidad.

### **2.3.2. TÍTULOS Y PRECIOS**

Los tipos de títulos constituyen la relación contractual entre el usuario de los servicios y el titular de los mismos. Su estructura debe favorecer la utilización del sistema, tendiendo a la diversificación para su adaptación a las necesidades de los diferentes segmentos de usuarios.

Existen dos tipos de criterios para definir la estructura tarifaria de un sistema de transporte público:

- Comercial. Tipifica los títulos en función del comportamiento del usuario en términos de tiempo, modos o frecuencia de utilización.
- Social. Tipifica los títulos en función de las características socioeconómicas de los usuarios, según sea su renta, perfil social, etc.

Como principio de carácter general puede establecerse que la tipología de títulos debe ser clara y comprensible y, a su vez, con capacidad de evolución.

Por su parte, los criterios para la fijación de precios deben asegurar, desde la perspectiva del usuario:

- La relación origen-destino como unidad de tarificación
- La integración modal
- La proporcionalidad entre los niveles de precios y los niveles de servicio

Y desde la perspectiva del gestor del sistema:

- La cobertura de los costes operativos
- La estabilidad financiera
- La adaptación a las necesidades de la demanda

En estas condiciones y desde una percepción sistémica, la gestión tarifaria da lugar a la aparición de dos tipos de subvenciones cruzadas:

- Entre los usuarios, porque los precios deben modularse en función de las utilidades proporcionadas por el sistema y de su nivel de utilización por parte de las diferentes categorías de usuarios.
- Entre los operadores y servicios, porque la diversidad de los costes de explotación de los diferentes ámbitos incluidos en el sistema no debe reflejarse en el precio.

Ante esa situación, la AMTP es el ente que garantiza el equilibrio interno del sistema.

### **2.3.3. SOPORTE TECNOLÓGICO**

Para ser operativamente viable, el sistema tarifario debe apoyarse en un soporte tecnológico que garantice:

- Total control por parte del gestor
- Independencia tecnológica
- Compatibilidad e integración entre modos y operadores
- Seguridad del conjunto

A su vez, este soporte debe perseguir:

- La disminución del tiempo de acceso a los modos de transporte, especialmente los de superficie
- La facilidad de utilización por el usuario
- La optimización de la explotación y gestión de la información obtenida

El soporte tecnológico no define el sistema, pero es un elemento imprescindible para conseguir la integración del mismo.

### **2.4. ESQUEMA OPERATIVO: VENTAS, VALIDACIÓN, COMPENSACIÓN**

Desde un punto de vista operativo, la integración tarifaria presenta como requisito indispensable la gestión unificada de la recaudación.

La caja única es la consecuencia financiera de la naturaleza intermodal e integrada del sistema. El proceso se articula a través de los siguientes pasos:

- Red de distribución. Conecta a los usuarios con el sistema de pago.
- Validación. Establece la relación entre usuarios y operadores.
- Compensación a operadores. Determina las reglas del sistema de reparto de la recaudación.

La AMTP controla el conjunto del proceso.

La red de distribución y carga de las tarjetas/títulos de transporte debe garantizar:

- La accesibilidad a los usuarios en términos de cobertura geográfica y territorial, proximidad a los operadores, disponibilidad temporal, facilidad de comprensión.
- La seguridad en las transacciones. Los protocolos de comunicación entre la red de distribución y la AMTP deben realizarse a través de un canal seguro, incorporando los elementos de control que sean precisos.
- La resolución de incidencias. Los procesos deben minimizar las incidencias, que deben resolverse al margen de los operadores de transportes.
- El mantenimiento de las aplicaciones y la funcionalidad operativa de los puntos de distribución.

A su vez, el sistema de validación de títulos/tarjetas se concibe como un sistema cerrado, en el que todos los accesos a los operadores deben ser registrados, en todas y cada una de las etapas de la relación origen/destino.

Sus objetivos son los siguientes:

- Facilitar la explotación, minimizando los tiempos de acceso
- Impedir el fraude

- Asegurar la comunicación con el ente gestor de la recaudación

La operativa de validación se complementa con los mecanismos de inspección y resolución de incidencias.

El procedimiento de intercambio de datos establecido por el ente gestor debe contemplar la metodología de “relleno” de huecos de información, que será homogénea y de común aplicación para el conjunto de los operadores.

Finalmente, el sistema de compensación debe ser competencia de la AMTP y debe asegurar:

- El equilibrio financiero de todas las partes integrantes del sistema
- Su estabilidad en el tiempo
- Capacidad de adaptación ante las modificaciones del servicio
- Eficiencia en la asignación de los recursos

Este sistema puede establecerse sobre la base de la recuperación de los costes del servicio o de la retribución de los viajeros transportados.

La compensación sobre costes presenta las características siguientes:

- Tiende a maximizar el servicio, produciendo un sobrecoste a medio/largo plazo.
- En coyunturas desfavorables, produce un deterioro de la calidad del servicio.
- Puede estar justificado en periodos cortos de carácter transitorio.

Por su parte, la compensación según los viajeros transportados:

- Estimula al operador para mejorar la eficiencia y el rendimiento de la explotación.
- Requiere mecanismos de control más exigentes, que compensen la posible saturación.

- Hace aconsejable introducir medidas bonus/malus que impulsen la mejora continua de la calidad del servicio.

## **2.5. NECESIDAD DE UNA AUTORIDAD COORDINADORA**

La coordinación del conjunto de los elementos de este complejo sistema, con efectos tan variados y trascendentes como los descritos, requiere la existencia de una autoridad única cuyas competencias y funciones pueden resumirse de la manera siguiente:

- Definir el marco de integración
- Determinar el nivel de servicio
- Establecer la política tarifaria
- Recaudar el conjunto de los ingresos del sistema
- Compensar a los operadores por la prestación del servicio
- Ejercer el control técnico-económico de los operadores
- Incorporar estrategias de comunicación con los usuarios
- Promover la eficiencia de las empresas

## 3. SITUACIÓN TARIFARIA OBJETIVO EN 2016

### 3.1. MARCO GENERAL

#### 3.1.1. GASTO ACTUAL EN TRANSPORTE COLECTIVO

Según se desprende del análisis de la movilidad realizado en el entregable E-2.13. Informe de resultados de la encuesta de movilidad, el gasto actual en transporte colectivo en el conjunto del DMQ presenta los siguientes rasgos característicos.

#### Viajes en transporte público según tarifa reducida/completa

En día laborable se realizan un total de 2.230.584 viajes en transporte público. Su distribución según el tipo de tarifa utilizada es la siguiente:

Tabla nº 1. Viajes en transporte público según tarifa

Tipo de tarifa	Viajes	%
Tarifa reducida	473.087	21,2%
Tarifa completa	1.757.497	78,8%
Total viajes	2.230.584	100,0%

<b>Tarifa promedio</b>	<b>\$ 0,2957</b>
------------------------	------------------

Fuente: EDM11

Es decir, el 21,2% de los viajes en transporte público corresponden a usuarios que utilizan tarifa reducida y el 78,8% a usuarios con tarifa completa.

La tarifa media del conjunto del sistema es de \$ 0,2957.

### Viajes en transporte público según tarifa abonada

#### Tarifa completa

Los usuarios con tarifa completa pagan un promedio de \$ 0,3358 por viaje, según la distribución siguiente:

**Tabla nº 2. Distribución del gasto en viajes con tarifa completa**

Tarifa completa	Precio	Viajes	%
	0,25	1.192.373	67,8%
	0,25 - 0,50	112.081	6,4%
	0,5	345.967	19,7%
	> 0,50	107.076	6,1%
<b>Total</b>		<b>1.757.497</b>	<b>100,0%</b>
<b>Tarifa media</b>			<b>\$ 0,3358</b>

Fuente: EDM11

Un 67,8% de los viajes son de una etapa de pago (gasto de \$ 0,25); un 6,4% de los viajes son de una etapa de pago (gasto entre \$ 0,25-0,50); un 19,7% de los viajes son de dos etapas de pago (gasto de \$ 0,50); y el 6,1% restante son de más de dos etapas de pago (gasto > \$ 0,50).

#### Tarifa reducida

La misma distribución anterior pero para usuarios de tarifa reducida es la que se muestra a continuación, resultando una tarifa media para estos viajeros de \$ 0,1467.

**Tabla nº 3. Distribución del gasto en viajes con tarifa reducida**

Tarifa reducida	Precio	Viajes	%
	0,12	398.090	84,1%
	0,25	68.789	14,5%
	>0,25	6.208	1,3%
<b>Total</b>		<b>473.087</b>	<b>100,0%</b>
<b>Tarifa media</b>			<b>\$ 0,1467</b>

Fuente: EDM11

### **Viajes en transporte público con alguna etapa en BRT**

Un total de 554.396 viajes (el 24,9% del total) realizan alguna etapa en BRT con una tarifa media de \$ 0,3177, que se distribuye entre tarifa reducida y resto según se indica a continuación:

**Tabla nº 4. Viajes en transporte público con alguna etapa en BRT**

	<b>Viajes</b>	<b>%</b>	<b>Tarifa media (\$)</b>
<b>Total viajes</b>	<b>554.396</b>	<b>24,9%</b>	<b>0,3177</b>
Tarifa reducida	111.202	23,5%	0,1583
Resto	443.194	25,2%	0,3577

Fuente: EDM11

### **3.1.2. SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO EN 2016**

El sistema de transporte colectivo del DMQ en 2016 estará integrado por los siguientes elementos:

- Metro
- Metrobús-Q (troncales + alimentadoras)
  - Trole
  - Ecovía
  - CCN
  - Suroriental
  - Suroccidental
- Transporte convencional
  - Urbano
  - Interparroquial
  - Intraparroquial

De acuerdo con el modelo conceptual diseñado, todos estos elementos forman parte del Sistema Integrado, con una visión de:

- Complementariedad frente a competencia
- Protección de los sistemas de gran capacidad y mayor coste (Metro, BRT)

- Cobertura territorial y accesibilidad al sistema de toda la población
- Equilibrio económico de los operadores (públicos y privados)

### **3.2. CONDICIONANTES PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA**

El establecimiento de unas nuevas tarifas para el escenario 2016 con un Sistema Integrado de Transporte Masivo estructurado en torno a la línea 1 de Metro y el sistema de capacidad Metrobús-Q, encuentra un conjunto de condicionantes que ha que tener presentes y que pueden clasificarse en los cuatro tipos siguientes:

- Necesidad de pasar de una situación como la actual, basada en la tarifa de cada modo, a otra situación diferente fundamentada en una tarifa del sistema.
- Existencia del Metro, como nuevo modo estructurante del conjunto
- Necesidad de equilibrar el conjunto del sistema
- Viabilidad político-social de la transición desde la situación actual a la propuesta

#### **De la tarifa de cada modo a la tarifa del sistema**

Exige modificar un aspecto clave de la configuración del sistema tarifario y utilizar la tarifa del sistema como concepto clave con las características siguientes:

- Transcender las diferencias de coste de cada modo
- Permita al usuario visualizar el conjunto como un todo
- Facilitar la selección del medio de transporte por razones de eficacia, no tarifarias, lo que da paso a una mejor optimización del sistema

### **El Metro como eje estructurante del sistema**

La recaudación del Metro debe cumplir con los requisitos solicitados para el equilibrio de la operación (nº de viajeros x tarifa media).

Ello supone que, con la demanda prevista, la Línea 1 del Metro debe tener en 2016 una tarifa media de \$ 0,40 .

### **El equilibrio del conjunto del sistema**

Esta condición lleva a superar la situación actual, que desde este punto de vista puede calificarse como precaria, ya que:

- La tarifa del sistema Metrobús-Q se encuentra por debajo de la tarifa técnica
- El transporte convencional está desde el punto de vista tarifario en el límite de la rentabilidad

El recaudo del resto del sistema (todo menos Metro) debe garantizar el equilibrio de la operación (en los términos que la autoridad establezca) de una manera estable.

### **Viabilidad político-social de la transición desde la situación actual a la propuesta**

La transición desde la situación actual a la propuesta debe superar que:

- El sistema lleva sin modificación de tarifas desde 2003
- El incremento debe ser viable desde el punto de vista de quien tiene que asumir los riesgos políticos de las modificaciones (Autoridades)

La situación actual puede expresarse resumidamente como sigue:

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| • Recaudación total en día laborable | \$ 650,000 |
| ○ Metrobús-Q (incluido CCN)          | \$ 120,000 |
| ○ Resto                              | \$ 530,000 |
-

- Balance de la operación
  - Metrobus-Q. Presenta un déficit (entre \$ 0,05 y \$ 0,10 por viajero)
  - Sistema Convencional. Presenta un equilibrio precario (costes  $\geq$  ingresos)

### **3.3. PROPUESTA DE MARCO TARIFARIO PARA 2016**

Tomando en consideración el hecho de que la situación actual del sistema tarifario en el DMQ es conceptualmente muy diferente de la de un sistema integrado, no cabe plantearse para 2016 objetivos muy ambiciosos, más allá de la adopción de los principios y criterios de una integración en los términos que acaban de ser explicados. Lograr que en 2016 funcione un sistema tarifario integrado, aunque sea con una estructura tarifaria sencilla, ya será un importante avance para la consolidación del Modelo Conceptual del SITM.

Por tanto, la propuesta para 2016 se basa en una estructura integrada que de momento carece de variedades tarifarias que impliquen fórmulas de prepago (compras de paquetes de viajes en sus diferentes opciones), ya que:

- Primero debe consolidarse el sistema propuesto, logrando que todos los operadores se adhieran al sistema de caja única con el mismo medio de pago.
- El SITM va a cambiar las pautas de comportamiento de la demanda, por lo que el sistema de movilidad actual (bien conocido a partir de la EDM11) no es un esquema válido para la situación futura.
- Son fórmulas tan distantes de la situación actual que se carece de instrumentos para evaluar sus efectos sobre la demanda (ni siquiera los propios usuarios pueden hacer ahora predicciones fiables sobre su actitud y comportamiento) y sus impactos sobre la recaudación del sistema.

Por tanto, se entiende que lo prioritario para 2016 es consolidar la filosofía de la integración, de manera que una vez conseguido ello

---

podrán plantearse nuevas metas y objetivos en esta materia, de acuerdo con las prácticas habituales para fidelizar a la demanda.

En estas condiciones, seguidamente se describen los elementos de la propuesta tarifaria para el SITM del DMQ en 2016.

### **Ámbito espacial**

Desde el punto de vista territorial, se distinguen dos ámbitos:

- Centro de ciudad
- Periferia, entendida como el espacio urbano fuera del radio de acción de los sistemas de capacidad

### **Títulos de transporte**

El nuevo sistema se apoya en dos tipos de títulos de transporte:

- Monooperador (un viaje)
- Multioperador, con transbordos libres durante un cierto período de tiempo

### **Precios**

Los precios propuestos en unidades monetarias de 2016 y 2011 son los siguientes:

**Tabla nº 5. Propuesta tarifaria**

Tarifa	\$	
	2011	2016
Multioperador	0,60	0,70
Monooperador centro	0,35	0,45
Monooperador periferia	0,25	0,30

Fuente: Elaboración propia

Hay que señalar que las diferencias entre 2011 y 2016 se corresponden con una tasa de inflación constante en torno al 3%.

### **Aplicación**

La aplicación de este sistema a los diferentes tipos de viaje se realizará de acuerdo con el siguiente esquema:

**Tabla nº 6. Aplicación del sistema tarifario propuesto**

		\$ 2011	
		Actual	Propuesta
<b>Viajes de una etapa</b>			
En periferia	Carapungo-Carcelén	0,25	0,25
	Naciones Unidas-Banco Central	0,25	0,35
	Centro (Metro)	0,25	0,35
<b>Viajes multietapa</b>			
Alimentadora - BRT	Roldós-Seminario	0,25	0,60
Convencional - BRT	Los Chillos-El Recreo	0,50	0,60
Convencional - Convencional	Mitad del Mundo-Bellavista	0,50	0,60
Convencional - Metro - BRT	Roldós - El Labrador / Metro a El Recreo / SurOriental a El Capulí	no Metro	0,60

Fuente: Elaboración propia

### **Reglas de reparto y actualización**

En el sistema integrado se reparte entre los operadores la bolsa de recaudación, es decir, todo el recaudo menos los gastos asociados.

El reparto se realizará proporcionalmente al número de viajeros transportados por cada operador, multiplicado dicho valor por su tarifa técnica (aprobada por la Autoridad del Transporte). Es importante que en el momento inicial esa bolsa a repartir esté equilibrada, lo que significa que todos los operadores pagan sus costes.

Finalmente, la tarifa al viajero debe actualizarse según la evolución de la tarifa técnica.

## **3.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS NIVELES TARIFARIOS**

Los niveles tarifarios propuestos vienen condicionados por la necesidad de obtener una tarifa media para los usuarios de la línea 1 del Metro de Quito de \$ 0,40 en 2016, que es la que permite rentabilizar financieramente este proyecto.

Esta propuesta se enfrenta a la situación actual del sistema, con una tarifa de \$ 0,25 para todos los trayectos (etapas) en transporte público a excepción del sistema Metrobús-Q que tiene integrados tarifariamente los servicios troncales y alimentadores (un único pago al utilizar los dos); esta tarifa se encuentra congelada desde 2003.

Las razones que justifican la propuesta tarifaria anterior son de tres tipos:

- La lógica del sistema
- La situación actual
- La actualización tarifaria

### **3.4.1. LA LÓGICA DEL SISTEMA**

La propuesta tarifaria anterior se enmarca en su concepción funcional (tipología de títulos) dentro de la lógica de los sistemas de transporte público socialmente justos y comercialmente atractivos, ya que:

- Distingue tarifa de centro (con una mayor densidad de oferta) y de periferia
- Distingue títulos multioperador (que con una tarifa asequible- \$ 0,60 en 2011- permite resolver un viaje con todos los transbordos que el usuario desee realizar) y títulos monooperador para viajes que puedan resolverse con una sola etapa.

### **3.4.2. LA SITUACIÓN ACTUAL**

En la situación actual, los análisis de movilidad realizados permiten afirmar que el 36% de la demanda de transporte público realiza dos o más transbordos de pago, con lo que resulta un precio  $\geq$  \$ 0,50 por viaje.

Ello admite las dos reflexiones siguientes:

- Un porcentaje muy importante de la demanda actual ya está pagando precios similares a los \$ 0,60 propuestos como tarifa más alta (2011) para el nuevo sistema.
- La nueva tarifa, además de ser similar al precio pagado por el 36% de la demanda actual, presenta el valor añadido de permitir realizar uno o más transbordos gratuitamente para que el usuario resuelva su viaje en las mejores condiciones de confort, reduciendo los desplazamientos andando.

### **3.4.3. LA ACTUALIZACIÓN TARIFARIA**

Como ya se ha indicado, la tarifa actual es el resultado de la congelación del precio del transporte público puesta en práctica desde 2003.

En esas condiciones, la tarifa propuesta representaría aproximadamente recuperar el poder adquisitivo de la tarifa, como si se hubiera actualizado anualmente con la inflación, lo cual no parece que pueda considerarse como una pretensión desproporcionada en términos económicos.

## **4. PLANTEAMIENTOS HACIA EL FUTURO**

### **4.1. ESTRATEGIAS DE FIDELIZACIÓN DE LA DEMANDA**

Como ya se ha indicado, una vez consolidada la propuesta anterior para 2016, podrán realizarse nuevos planteamientos para profundizar en las posibilidades de un sistema tarifario integrado como mecanismo y pieza esencial del Modelo Conceptual del SITM.

En ese sentido serán posibles estrategias basadas en el aprovechamiento de las múltiples posibilidades al respecto del título (tarjeta) para establecer:

- Nuevos títulos con bonificación por pago anticipado
- Bonificación por recarga múltiple
- Títulos temporales con número fijo de viajes
- Etc.

### **4.2. PROMOCIONES Y OFERTA DE SERVICIOS NO VINCULADOS A LA TRANSPORTACIÓN**

Asimismo, el sistema integrado y la tecnología que lo soporta admiten la adopción de fórmulas a estudiar en el futuro que amplíen las posibilidades de utilización de la tarjeta y permitan que ésta se emplee como medio de pago para otros servicios diferentes al de transporte colectivo, tales como estacionamientos públicos, acuerdos con centros comerciales y de ocio, etc.

## 5. FUENTES Y USOS DE FONDOS DEL SITM

### 5.1. IMAGEN GLOBAL DE LA DEMANDA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

Aplicando el Modelo General de Movilidad (MGM) calibrado para el DMQ, puede obtenerse una imagen global del sistema en 2011 en la situación sin y con SITM:

Tabla nº 7. Escenario 2011 sin SITM

	Transbordos	Usuarios	Tarifa (\$) (1)
Usuarios que transbordan en el sistema Metrobús-Q	≥ 1	260.500	0,25
Resto de usuarios	0	1.190.629	0,25
	1	489.171	0,50
	≥ 2	128.343	0,94
	Total	1.808.143	0,37
<b>Total usuarios transporte colectivo</b>		<b>2.068.643</b>	<b>0,35</b>

(1). No incluye las reducciones establecidas para ciertos colectivos

Fuente: Elaboración propia

Tabla nº 8. Escenario 2011 con SITM

	Transbordos	Usuarios	Tarifa (\$) (1)
Usuarios que en el escenario sin SITM transbordan en el sistema Metrobús-Q	0	42.380	0,35
	1	98.999	0,60
	≥ 2	119.121	0,60
	Total	260.500	0,56
Resto	0	1.047.984	0,35
	1	372.365	0,60
	≥ 2	387.795	0,60
	Total	1.808.143	0,46
<b>Total usuarios transporte colectivo</b>		<b>2.068.643</b>	<b>0,47</b>

(1). No incluye las reducciones establecidas para ciertos colectivos

Fuente: Elaboración propia

Esta comparación permite formarse un primer juicio de los efectos del SITM. Como puede apreciarse, la tarifa media del sistema (sin considerar las reducciones de tarifa establecidas) pasa de \$ 0,35 a \$ 0,47, con un incremento del 33%.

## 5.2. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA TARIFARIA

La propuesta tarifaria se evalúa comparando el balance ingresos/egresos del sistema en 2011 en la situación sin/con SITM, utilizando los resultados obtenidos con el MGM.

### 5.2.1. INGRESOS DEL SISTEMA

Los ingresos del sistema se obtienen aplicando a la demanda del sistema la correspondiente tarifa.

Para situar este cálculo del lado de la seguridad, en la situación con SITM se toman en cuenta para el Metro únicamente los viajeros procedentes del transporte público, es decir, sin considerar las captaciones esperadas por la línea 1 del Metro desde el vehículo privado y la inducción (lo cual incrementaría el número de viajeros en torno a un 15%).

De esta manera se obtienen los resultados siguientes:

**Tabla nº 9. Recaudación del sistema en día laborable de 2011**

Transbordos pago	Demanda sin SITM	Demanda con SITM		
		TOTAL	Con 1 etapa en Metro (*)	Sin etapas en Metro
0 transbordos de pago	1.451.129	1.090.363	33.644	1.056.719
1 transbordo con pago	489.171	471.364	172.252	299.112
2 ó más transbordos con pago	128.343	506.915	94.317	412.598
TOTAL	2.068.643	2.068.643	300.213	1.768.430
RECAUDACIÓN (Sin Reducciones)	\$ 728.010	\$ 968.595	Rec. METRO: \$ 109.971	Rec. resto: \$ 859.624
RECAUDACIÓN (Con Reducciones)	\$ 650.841	\$ 865.924	Rec. METRO: \$ 97.420	Rec. resto: \$ 768.504

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la tarifa multioperador, el mecanismo de reparto establecido entre operadores ha considerado que Metro siempre recibe el doble que los restantes operadores que participan en la cadena modal del viaje del usuario.

La recaudación total del sistema en laborable de 2011 pasaría de \$ 650.841 sin SITM a \$ 865.924 con SITM (con un crecimiento del 33%).

A su vez, la recaudación del sistema en laborable de 2011 que no corresponde al Metro pasaría de \$ 650.841 sin SITM a \$ 768.504 con SITM, lo que significa un aumento del 18%.

### **5.2.2. EGRESOS DEL SISTEMA**

Para calcular los egresos hay que considerar para cada elemento del sistema los vehículos-km y su coste en la situación sin/con SITM.

Los vehículos-km son los siguientes:

**Tabla nº 10. Vehículos-km en día laborable de 2011**

<b>Sistema</b>	<b>Sin SITM</b>	<b>Con SITM</b>	<b>Variación</b>
Alimentador	136.048	137.008	0,7%
Troncoalimentador	0	17.272	
Convencional e interparroquial	629.358	490.661	-22,0%
Metrobús-Q	54.783	44.731	-18,3%
Metro		48.077	
Total	820.189	737.749	-10,1%

Fuente: Elaboración propia

Los vehículos-km en la situación con SITM responden a la estrategia de integración física del sistema explicada en el entregable E-2.17.

Por su parte, los costes de explotación se recogen a continuación:

**Tabla nº 11. Costes de explotación en 2011 (USD)**

Sistema	Coste (\$)/veh-km
Alimentador	0,70
Convencional	0,85
Metrobús-Q	1,20
Metro	1,48

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se obtienen los siguientes valores de egresos para 2011 sin/con SITM.

**Tabla nº 12. Egresos anuales del sistema (USD) (2011)**

Sistema	Sin SITM		Con SITM		Variación
	Vehículos-km	Egresos anuales (\$)	Vehículos-km	Egresos anuales (\$)	
Alimentador	38.093.440	26.665.408	38.362.240	26.853.568	0,7%
Troncoalimentador			4.836.160	3.385.312	
Convencional	176.220.240	149.787.204	137.385.080	116.777.318	-22,0%
Metrobús-Q	15.339.240	18.407.088	12.524.680	15.029.616	-18,3%
Metro			17.548.105	26.035.897	
Total		194.859.700	210.656.265	188.081.711	-3,5%

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse, los egresos totales del sistema sufrirían en 2011 una disminución del 3,5% con SITM frente a la situación sin SITM (ello conlleva necesariamente la reducción de oferta del sistema actual recogida en la estrategia de integración física).

Por otra parte, si se agregan los resultados de Metrobús-Q, convencional y Metro se obtienen los siguientes valores:

**Tabla nº 13. Egresos anuales agregados del sistema (USD) (2011)**

Sistema	Sin SITM	Con SITM	Variación
Metrobús-Q	45.072.496	45.268.496	0,4%
Convencional	149.787.204	116.777.318	-22,0%
Metro		26.035.897	
Total	194.859.700	188.081.711	-3,5%

Fuente: Elaboración propia

El sistema Metrobús-Q apenas registra variaciones en sus egresos por la incorporación a la situación con SITM de las líneas troncoalimentadoras que compensan la reducción de oferta experimentada en las troncales.

Por el contrario, el sistema convencional vería reducidos sus egresos anuales por el SITM en un 22%.

### **5.2.3. BALANCE DEL SISTEMA**

A continuación se presenta el balance actual (ingresos-egresos) del sistema de transporte sin/con SITM:

**Tabla nº 14. Balance del sistema (2011)**

Sistema	Sin SITM			Con SITM		
	Ingresos	Egresos	Balance	Ingresos	Egresos	Balance
Metrobús-Q + convencional	182.235.480	194.859.700	-12.624.220	215.181.120	162.045.814	53.135.306
Metro				27.277.600	26.035.897	1.241.703
Total	182.235.480	194.859.700	-12.624.220	242.458.720	188.081.711	54.377.009

Fuente: Elaboración propia

Ello pone de manifiesto que el SITM presenta una mejora muy significativa del balance económico-financiero del sistema de transporte público, que pasaría de registrar un déficit en 2011 de \$ 12,6 M en la situación sin SITM a presentar un superávit de \$ 54,4 M en la situación con SITM.

Como puede apreciarse, es el sistema convencional quien se beneficia de la mayor parte de esta mejora, ya que pasaría de un déficit sin SITM de \$ 12,6 M a un superávit con SITM de \$ 53,1 M. El Metro, por su parte, registra un pequeño superávit de \$ 1,2 M.

Conviene reiterar una vez más que este notable resultado es consecuencia de las estrategias de integración física y tarifaria en las que se basa el SITM y toma como condición necesaria que éstas se han desarrollado en toda su extensión.

### **5.3. EFECTOS SOBRE LA DEMANDA**

Desde el punto de vista de la demanda, y como principales perjudicados por la propuesta, se encuentran las dos categorías siguientes:

#### **Viajeros que ahora utilizan Alimentador – BRT y realizarán con el SITM al menos un transbordo**

Según se ha indicado anteriormente, en la actualidad hay 260.500 usuarios que utilizan el sistema Metrobús-Q con al menos un transbordo dentro de dicho sistema y pagan una tarifa de \$ 0,25.

De ellos, 42.380 utilizarán el SITM sin necesidad de transbordar, mientras que el resto (218.120 usuarios) harán uno o más transbordos por lo que tendrán que pagar una tarifa de \$ 0,60.

En resumen se tiene:

- Nº de afectados 218.120 usuarios (260.500 – 42.380)
- Pago 2011 sin SITM \$ 0,25
- Pago 2011 con SITM \$ 0,60

#### **Viajeros que en la situación actual no transbordan y deberán transbordar con el SITM**

En la actualidad hay 1.190.629 usuarios que no transbordan y pagan una tarifa de \$ 0,25, de los que 1.047.984 seguirán sin transbordar con el SITM; el resto son 142.646 usuarios que realizarán uno o más transbordos y deberán pagar una tarifa de \$ 0,60.

En resumen se tiene:

- Nº de afectados 142.646 usuarios (1.190.629 – 1.047.984)
- Pago 2011 sin SITM (sin transbordo) \$ 0,25

- Pago 2011 con SITM (al menos un transbordo)  $\geq$  \$ 0,60

**Viajeros que en la situación actual realizan un transbordo y con el SITM transbordarán al menos dos veces**

En la actualidad hay 489.171 usuarios que transbordan una vez y pagan una tarifa de \$ 0,50, de los que 372.364 seguirán realizando un transbordo; el resto son 116.807 usuarios que realizarán dos o más transbordos y deberán pagar una tarifa de \$ 0,60.

En resumen se tiene:

- Nº de afectados 116.807 usuarios (489.171 – 372.364)
- Pago 2011 sin SITM (un transbordo) \$ 0,50
- Pago 2011 con SITM (al menos dos transbordos)  $\geq$  \$ 0,60

## **6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

### **6.1. PLATAFORMA TECNOLÓGICA**

Este apartado tiene como objetivo proporcionar una visión global de los elementos necesarios que hay que tener en cuenta en el desarrollo de un sistema basado en tecnología sin contacto para el transporte público de Quito.

Para la implantación de un Sistema Integrado de Tarifas en todo el DMQ (incluyendo la línea 1 del Metro) se apuesta por un sistema de billeteaje basado en tarjetas inteligentes sin contacto, cuyas características principales se describen en los puntos siguientes.

#### **6.1.1. LA TARJETA SIN CONTACTO**

Los sistemas de billeteaje basados en tarjetas inteligentes sin contacto facilitan el acceso rápido, seguro y cómodo de los usuarios al transporte público, minimizan los gastos de adquisición y mantenimiento de los equipos, facilitan la gestión de los títulos de transporte, aportando flexibilidad para la implantación de cualquier tipo de estrategia tarifaria, permiten estudios de movilidad y son una elección óptima como soporte para los sistemas de billeteaje actuales.

##### **Semiconductor**

La elección del semiconductor, conocido comúnmente como chip, es una de las cuestiones que más pueden condicionar el sistema de billeteaje.

Se debe elegir un semiconductor que aporte unas mínimas condiciones de seguridad (ver apartado "POLÍTICA SOBRE SEGURIDAD"). Además de esto, se recomienda que el semiconductor sea compatible con los estándares internacionales para garantizar independencia tecnológica de un fabricante concreto. Por supuesto, se estudiará también el precio, la vida del chip, el que pueda ser

ensamblado y encartado no sólo en tarjetas de PVC sino también en tarjetas de cartón plastificado, etc.

### **Sistema flexible basado en ficheros de configuración**

El sistema debe ser lo más flexible posible funcionando con una lógica común, estableciéndose los comportamientos específicos mediante ficheros de configuración. Estos ficheros de configuración se utilizan para la generación de las imágenes de los títulos que se graban electrónicamente y para los ficheros de configuración u otros que se cargan en los elementos validadores, cargadores o de inspección del sistema.

El sistema deberá estar concebido para que la introducción de un título nuevo no implique modificaciones en los procesos de prepersonalización, personalización, carga/recarga de títulos, validación e inspección; ello permite una proyección del sistema de billeteaje con un horizonte distante en el tiempo.

### **Lector de tarjetas**

Los lectores sin contacto de cualquier elemento del sistema deben cumplir las normas ISO1443 A y B, NFC, las normas internacionales y nacionales relativas a los límites de potencia de radiación respecto a la salud humana y seguridad eléctrica, y de compatibilidad electromagnética.

Es conveniente realizar especificaciones en cuanto a capacidad de almacenamiento, capacidad de albergar lista de tarjetas no permitidas, velocidad de la transacción, especificaciones de interfaces, protocolos y puertos de comunicaciones. Especificaciones en cuanto a la velocidad de proceso y de memoria de los lectores, sistemas operativos.

### **Incidencias y modos degradados**

El sistema debe contemplar la definición completa de incidencias y modos degradados y adelantarse a cualquier situación con la que pueda encontrarse el viajero cuando interactúe con los elementos del sistema.

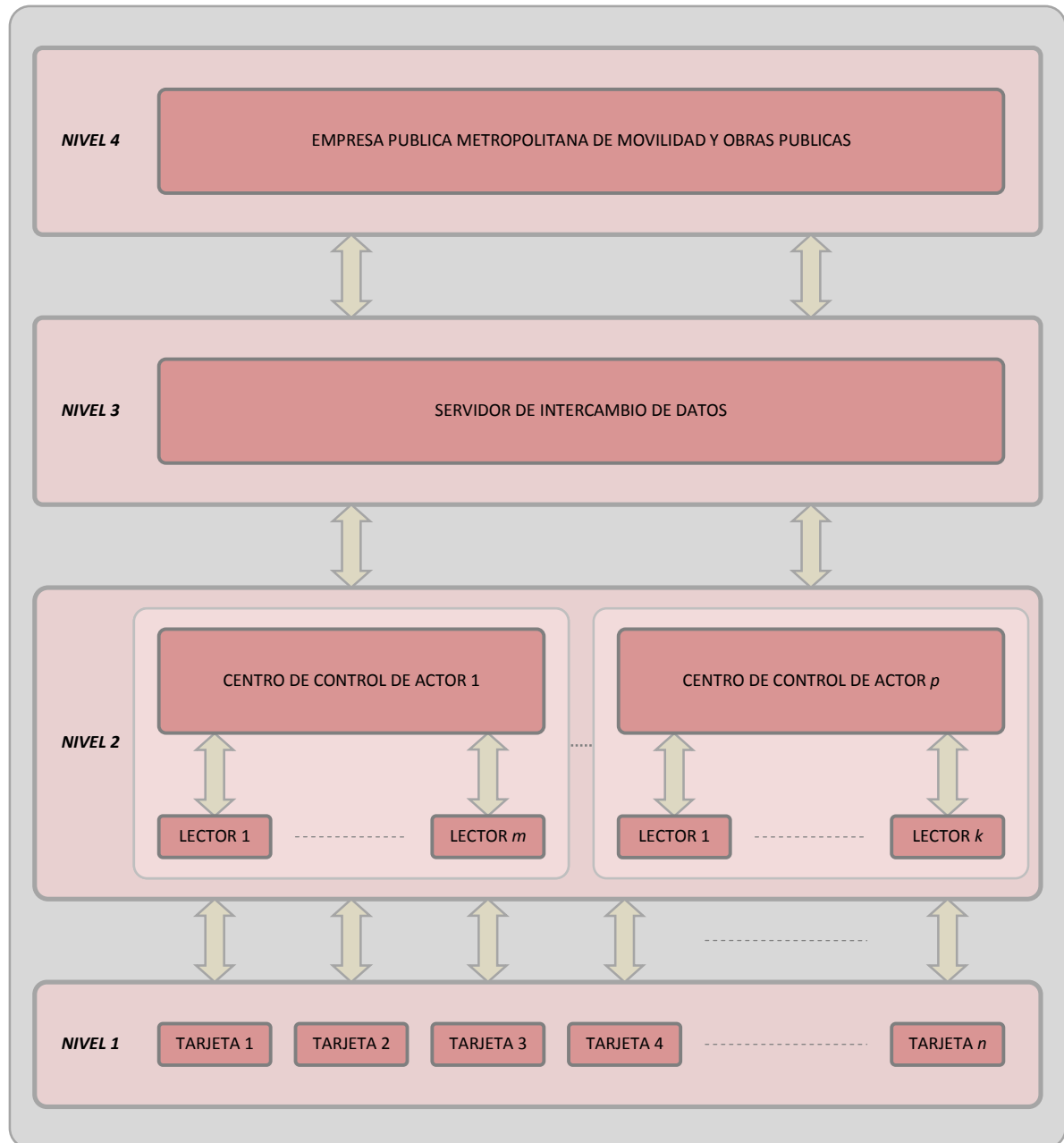
Es recomendable, que la Autoridad de Transporte (la AMTP) disponga de un centro de pruebas.

### **6.1.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA**

De forma simplificada, en la figura siguiente se muestra la arquitectura general del sistema que se basa en cuatro niveles distintos que se desarrollan a continuación:

- Nivel 1: Usuarios con Tarjetas Sin Contacto (TSC).
- Nivel 2: Actores (como por ejemplo empresas operadoras de transporte, redes comerciales de venta de tarjetas y títulos, fabricantes de tarjetas, suministradores de módulos de seguridad etc.). Cada actor tiene su propia red en la que siempre existe un centro de control donde se conectan (en tiempo real o no) a todos los terminales con lector de tarjeta sin contacto que ejecutan una determinada función.
- Nivel 3: Servidor de Intercambio de Datos (SID). Es un servidor seguro que se emplea para facilitar el intercambio (bidireccional) de información, entre los distintos actores que participan en el proyecto y la AMTP (Agencia Metropolitana de Transporte Público). Así por ejemplo, los operadores suben a este servidor los registros de validación que representan la utilización de títulos dentro de un determinado periodo, o las redes de venta comunican las ventas de un día. El AMTP sube al mismo servidor varios paquetes de datos imprescindibles para la función adecuada del sistema. Unos ejemplos podrían ser las tarifas de los títulos y la lista de tarjetas no permitidas.
- Nivel 4: AMTP. La Autoridad de Transporte como emisor de tarjetas y títulos, en su centro de control desempeña varias funciones: liquidaciones, logística de tarjetas y módulos de seguridad, generación y mantenimiento de bases de datos, generación de información para actores, detección de fraude, análisis de oferta y demanda, atención al público (gestión de incidencias), sanciones etc.

**Imagen nº 1 La arquitectura general del sistema**



Fuente: Elaboración propia

### **6.1.3. EMISOR DE TARJETAS Y PRODUCTOS TARIFARIOS**

El emisor de tarjetas y títulos es probablemente el rol más importante en un sistema de TSC para el transporte público. Se encarga de la adquisición, distribución y en general de toda la logística de las tarjetas. Además, controla las actividades en las que participa la tarjeta y es la entidad que autoriza o desautoriza el acceso en ella a través de sus propios elementos de seguridad. El emisor de productos tarifarios se responsabiliza de la aplicación de las reglas comerciales de dichos productos en todos aquellos puntos donde se venden o se utilizan.

Los productos tarifarios multimodales serán comunes a todos los operadores de transporte dentro de su ámbito de aplicación; es decir, un producto tarifario multimodal válido en la zona urbana sólo será aceptado por los operadores de transporte que operan en dicha zona, y no necesariamente por todos, según las reglas que se establezcan.

Se entiende que la AMTP representa la única institución autorizada a emitir este tipo de productos en el DMQ; dos o más empresas operadoras no podrían ponerse de acuerdo para emitir títulos comunes y una empresa operadora con varias concesiones podría emitir un producto tarifario común a todas sus concesiones sólo con autorización expresa de AMTP. Además, como regulador de productos tarifarios establece las tarifas y reglas de uso.

### **6.1.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CENTRO DE CONFORMIDAD**

El proyecto de implantación de la TSC en la zona metropolitana de Quito es un proyecto con un elevado nivel de complejidad en todos los niveles operativos (operadores, redes de venta de tarjetas y títulos, fabricación de tarjetas, inspección, explotación de datos, logística etc.).

Una implantación del tipo "llave en mano" podría no ser la solución óptima, porque implicaría adjudicar la implantación entera a una única empresa que diseñaría e implementaría todos los sistemas en todos los actores. Las desventajas serían la dependencia tecnológica

de dicha empresa, el aumento de precios y la implicación limitada por parte de la administración y los operadores.

Este tipo de proyectos tienen un ámbito donde interactúan distintos tipos de actores como fabricantes, vendedores de tarjetas, operadores de transporte etc. Surge entonces la necesidad de establecer una especie de idioma o estándares que todos los actores participantes tienen que implementar o emplear para poder comunicarse y entenderse entre ellos.

Dichos estándares permiten garantizar la compatibilidad entre distintos sistemas dentro del proyecto, aceleran la integración y facilitan las ampliaciones futuras. Así, por ejemplo no serviría para nada, si un usuario pudiera cargar fácilmente un título en su tarjeta y encontrara dificultades en la red de un determinado operador para realizar la validación. La AMTP como entidad emisora de tarjetas, títulos y órgano del sector público de las competencias en materia de transporte público regular de viajeros debería asumir el rol del creador de los estándares necesarios para este proyecto.

Por razones de simplificación, el proyecto se debería dividir en varios sub-proyectos que permitirían control y seguimiento más fácil. Así, por ejemplo existirían los sub-proyectos de redes de ventas de tarjetas y títulos, de consumo (validación), de inspección, de fabricación de tarjetas, de módulos de seguridad, etc. En cada uno de estos sub-proyectos participarían los actores correspondientes, siendo la AMTP, el único actor que se implicaría en todas las actividades. Eso le permitiría tener una visión global y naturalmente le concedería los roles del coordinador, organizador, planificador y controlador del proyecto en su totalidad. Así, se podría decir que la AMTP no es solamente el emisor de las tarjetas y títulos sino el líder del proyecto.

Más concretamente, la creación de los estándares debería incluir:

- Definiciones funcionales de todos los distintos sistemas del proyecto.
- Definición de proceso de datos en el centro de control del emisor (AMTP).

- Especificaciones técnicas de todos los equipos, sistemas o servicios que componen en el proyecto.
- Diseño de algoritmos para la realización de las operaciones con la tarjeta y los módulos de seguridad.
- Creación de protocolos de intercambio de información en todos los niveles y especificación de formato de datos para cada caso.

Así, cada suministrador de sistemas, desarrollaría sus productos según las normas que le corresponden. En la mayoría de los casos, los sistemas desarrollados son complejos y no es fácil que se compruebe el cumplimiento de los estándares. Sería entonces bastante arriesgado introducir nuevos elementos en el entorno de producción, antes de probarlos.

Así se podrían generar errores, conflictos, y problemas que dejarían fuera de servicio equipos, crearían una imagen negativa sobre la tarjeta sin contacto, afectarían la credibilidad de la AMTP e incluso podrían poner en peligro la continuidad del proyecto entero. Con el objetivo de comprobar el cumplimiento de los estándares establecidos por la AMTP, se debería crear o utilizar un Centro (o Laboratorio) de Pruebas de Conformidad. Las funciones o pruebas que se podrían realizar en este centro serían de tres tipos:

- Pruebas que se asocian con las normas internacionales ISO 7816 e ISO 14443 sobre tarjetas inteligentes con o sin contacto. Más concretamente son pruebas sobre flexión, torsión, descargas electrostáticas sobre tarjetas, protocolos de comunicaciones de bajo nivel etc. Para las comprobaciones de este tipo se necesitarían los aparatos que especifica la norma ISO 10373.
- Pruebas sobre el cumplimiento de las funciones de la tarjeta, según los algoritmos especificados por la AMTP. En este caso serían equipos diseñados a medida (ad. hoc.) para el laboratorio.
- Pruebas que directamente evaluarían la compatibilidad de equipos suministrados por distintos suministradores y medirían parámetros como tiempo de operación o analizarían el nivel de seguridad del sistema etc.

Las especificaciones técnicas deberían ser concretas y a la vez lo suficientemente flexibles para facilitar la integración de nuevas tecnologías (asumiendo así los avances tecnológicos), sin tener que abandonar o desperdiciar los sistemas existentes ya instalados y funcionando. La contribución en este caso del Centro de Pruebas de Conformidad sería esencial porque permitiría no solo probar las nuevas tecnologías, sino además podría facilitar los desarrollos de prototipos creando así un centro de desarrollos tecnológicos.

#### **6.1.5. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE BILLETEAJE**

En el sistema de billeteaje se distinguen dos grandes conjuntos de procesos principales asociados a la tarjeta:

- Procesos relacionados con la comercialización de tarjetas.
- Procesos relacionados con el uso de la tarjeta.

Dentro del grupo de procesos de comercialización de tarjetas, a su vez, se distinguen los siguientes procesos principales:

- Fabricación de tarjetas.
- Compra de tarjetas.
- Pre-personalización de tarjetas.
- Distribución de tarjetas y resto de materiales de apoyo.
- Venta de tarjetas.

Dentro del grupo de procesos relacionados con el uso de la tarjeta, a su vez, se distinguen los siguientes procesos principales:

- Carga/recarga (venta de títulos de transporte).
- Validación.
- Inspección.

Entre los procesos citados, algunos están vinculados a una de las operaciones posibles que se pueden realizar con la tarjeta. Estas operaciones son las siguientes:

- Fabricación de tarjetas.
- Pre-personalización.
- Carga.
- Validación.
- Inspección.

En apartados siguientes se hace una resumida descripción funcional de cada una de estas operaciones.

### **Fabricación de tarjetas**

El AMTP previendo la demanda de tarjetas, encomienda al fabricante, con la periodicidad y cantidades que se determinen, la fabricación de tarjetas. De forma resumida, los aspectos más destacables a tener en cuenta en la fabricación de la tarjeta son los siguientes:

- Chip que va encapsulado en la tarjeta.
- Laminación: la tarjeta tiene cinco capas; en la capa central se encuentra el chip.
- Tipo de antena: de hilo de cobre; se usarán las recomendaciones del fabricante para su diseño.
- Impresión de datos en la tarjeta: algunos van impresos en tinta y otros con grabación laser (el número de serie y el número de lote de la tarjeta).
- Envoltorio: las tarjetas fabricadas se almacenarán en cajas, en la forma que determine la AMTP (número de tarjetas por caja, formato etiquetas exteriores adheridas a la caja).
- Controles de calidad (porcentaje de rechazo, debido a defectos de fabricación inferior a determinado valor (por ejemplo) 0.65%).

- Las tarjetas deben de ser fabricadas bajo el cumplimiento de determinadas normas: ISO/IEC 14443 1, ISO/IEC 14443 2, ISO/IEC 14443 3, ISO/IEC 14443 4, etc.

La comunicación entre la AMTP y el fabricante tiene lugar mediante un intercambio de datos, cuyo formato y estructura son establecidos por la AMTP.

Una vez fabricadas, las tarjetas son enviadas al pre-personalizador.

### **Pre-personalización de tarjetas**

Una vez fabricadas las tarjetas, hay que pre-personalizarlas. La pre-personalización de una tarjeta se define como la operación que:

- Genera en la memoria de la tarjeta la estructura de aplicación y ficheros predefinida (para que sea posible su uso en el proyecto).
- Escribe determinados datos en los ficheros de cada tarjeta.
- Almacena en el circuito integrado de la tarjeta las claves necesarias y su configuración correspondiente para que la tarjeta funcione en todas las operaciones del proyecto.

La tarjeta se pre-personaliza de acuerdo con las especificaciones, establecidas por la AMTP. Para poder realizar correctamente dicha operación, el terminal de pre-personalización tiene que recibir la siguiente información:

- Claves necesarias para la correcta pre-personalización de la tarjeta. Cada terminal de pre-personalización debe poder conectarse con un módulo de seguridad que dispondrá de dicha información. Las claves se utilizan en combinación con el número de serie de la tarjeta (único para cada tarjeta), con el objetivo de generar un conjunto de claves único para cada tarjeta.
- Detalles sobre el pedido como por ejemplo, código de lote, cantidad de tarjetas, rango de números de identificación de tarjetas etc.

Después de cada operación de pre-personalización el terminal registra determinada información (número de serie de la tarjeta, fecha y hora de la operación, etc.), que el pre-personalizador enviará a la AMTP. La comunicación entre la AMTP y el pre-personalizador tiene lugar mediante un intercambio de datos, cuyo formato y estructura son establecidos por la AMTP.

Una vez pre-personalizadas, las tarjetas son remitidas a las redes de comercialización de tarjetas, que en el caso del DMQ podrían ser:

- Red 1 de comercialización: METRO de Quito.
- Red 2 de comercialización: Puestos de venta de teléfonos móviles.
- AMTP (solo para la resolución de determinadas incidencias).

Sería razonable que las operaciones de fabricación y pre-personalización de tarjetas se ejecutaran por la misma entidad para reducir costes y agilizar procesos.

### **Venta y carga/recarga de tarjetas**

En términos generales existen dos tipos de tarjetas: personalizadas y no personalizadas. En el presente caso, y de acuerdo con la propuesta realizada, no es previsible que a corto plazo existan tarjetas personalizadas salvo para los colectivos bonificados por exigencia legal (escolares y adultos mayores); por tanto, las redes comerciales no ejecutarán la operación de personalización (donde una determinada tarjeta se asocia a un usuario imprimiendo foto y nombre en el soporte etc.), limitándose su actividad a la carga/recarga de las tarjetas (venta de títulos).

Se define como carga/recarga la operación que se realiza en un terminal determinado para introducir un título nuevo en la tarjeta (carga) o ampliar (recarga) la validez de otro anteriormente introducido, que puede ser válido o no en el momento de la recarga. Es necesario, por tanto, durante la primera vez que se utiliza una tarjeta para cargar un título, especificar su fecha de caducidad, para poder así controlar el periodo que durará este nuevo soporte. Para elegir este periodo, hay que tener en cuenta que los fabricantes de

semiconductores garantizan la retención de datos durante 10 años contando desde la fabricación.

La carga puede ser atendida o automática. Cuando la carga es atendida, las principales funciones del terminal son éstas:

- Cargar/recargar la tarjeta.
- Encender y apagar el propio terminal de carga/recarga.
- Abrir y cerrar la aplicación de carga/recarga.
- Iniciar y finalizar una sesión.
- Imprimir registros de liquidación.
- Gestionar operarios del terminal.
- Registro de datos de las ventas realizadas.
- Envío de la información registrada al centro de gestión de la red de venta a la que pertenezca el terminal.
- Recibir datos de configuración del terminal.
- Recibir nuevas versiones de la aplicación de carga/recarga.
- Instalar nuevas versiones de la aplicación.

Cuando la carga se realiza de forma automática, el usuario interactúa directamente con el terminal, sin la intervención de operario alguno.

Los principales datos de configuración necesarios para que el terminal funcione correctamente son los siguientes:

- Lista de tarifas de los títulos.
- Propiedades de títulos.
- Lista de tarjetas no permitidas.
- Lista de aplicaciones y versiones admitidas.
- Parámetros asociados con el interfaz del usuario (para cada resultado posible de la operación, se puede asociar una combinación de estas tres señales o mensajes: aviso acústico, aviso visual, mensaje de texto).

- Parámetros de funcionalidad (indicador de punto de carga/recarga de títulos, modo atendido/modo automático, nombre del administrador del terminal, contraseña maestra del terminal, cantidad de operarios autorizados para utilizar el terminal, nombre de usuario y contraseña de los operarios, cantidad de ficheros de liquidaciones generados diariamente cuando el terminal opera en modo automático, cantidad de envíos de datos generados que tiene que realizar el terminal diariamente cuando opera en modo automático).

Después de cada operación de carga/recarga, el terminal registra determinada información (número de serie de la tarjeta, fecha y hora de la operación, etc.), que cada red de venta enviará a la AMTP con la periodicidad que ésta determine. La comunicación entre la AMTP y cada red de venta tiene lugar mediante un intercambio de datos, cuyo formato y estructura son establecidos por la AMTP.

### **Validación**

Se define la operación de validación como la operación que se realiza con la tarjeta en un validador de entrada o de salida, con objeto de acceder o salir de las instalaciones de una empresa operadora de transporte.

Los principales datos de configuración necesarios para que el terminal funcione correctamente son los siguientes:

- Lista de tarifas de títulos.
- Lista de tarjetas no permitidas.
- Lista de aplicaciones y versiones admitidas.
- Parámetros asociados con el interfaz del usuario (deben ser comunes para todas las empresas operadoras y cubrir todos los resultados posibles de la operación, se puede asociar una combinación de estas tres señales o mensajes: aviso acústico, aviso visual, mensaje de texto).
- Parámetros de funcionalidad (son numerosos; se citan algunos como ejemplo: indicador de punto de acceso, tipo de funcionamiento (entrada o salida), zonas de operación del

validador, líneas de operación del validador, duración máxima de un viaje con o sin limitación de transbordos, etc.).

Cada una de las tarjetas incluida en una lista de tarjetas no permitidas lleva asociada una acción, por ejemplo: no permitir la utilización o dar un aviso al viajero.

Después de cada operación de validación el validador registra determinada información (número de serie de la tarjeta, fecha y hora de la operación, etc.), que cada empresa operadora enviará a la AMTP, con la periodicidad que ésta determine. La comunicación entre la AMTP y las empresas operadoras tiene lugar mediante un intercambio de datos, cuyo formato y estructura son establecidos por la AMTP.

### **Inspección**

Se define la operación de inspección como la operación que se realiza con la tarjeta en un terminal de inspección durante un viaje y que tiene como objetivo comprobar que el viajero o viajeros disponen de un título válido para el viaje que están realizando. La inspección, como tal, es realizada por un agente de inspección de las empresas operadoras o de la AMTP, y en el transcurso de la misma es asistido por el terminal de inspección.

De forma resumida, las principales funciones del terminal de inspección son las siguientes:

- Introducción de datos personales del inspector.
- Recibir datos de configuración del terminal (fecha, hora, títulos admitidos etc.). En aquellos casos en los que la validación tiene lugar a bordo del vehículo (autobuses), el terminal podrá descargar todos los datos necesarios para la inspección de la máquina expendedora (si está disponible).
- Gestionar operadores del terminal.
- Lectura y visualización del contenido de la tarjeta.
- Proceso de datos de lectura de los títulos presentados para inspección y presentación del resultado.

- Expedición de sanciones e impresión de los documentos que correspondan en cada caso.
- Registro de datos de las inspecciones realizadas.
- Descarga del registro de actividad del inspector con las sanciones expedidas.

De forma resumida, los principales datos de configuración necesarios para que el terminal funcione correctamente son los siguientes:

- Lista de tarifas de títulos.
- Lista de tarjetas no permitidas.
- Lista de aplicaciones y versiones admitidas.
- Parámetros asociados con el interfaz del usuario (deben ser comunes para todas las empresas operadoras y cubrir todos los resultados posibles de la operación, se puede asociar una combinación de estas tres señales o mensajes: aviso acústico, aviso visual, mensaje de texto).
- Parámetros de funcionalidad (son numerosos; se citan algunos como ejemplo: código de terminal de inspección, zonas de operación del terminal, líneas de operación del terminal, duración máxima de un viaje, etc.).

Con carácter general, si en el transcurso de una inspección se detecta una tarjeta en lista de tarjetas no permitidas, el Inspector debe retirar la tarjeta del usuario. Además, el terminal debe tener capacidad para bloquear el título de la tarjeta.

Después de cada operación de inspección el terminal registra determinada información (número de serie de la tarjeta, fecha y hora de la operación, irregularidades detectadas, etc.), que cada empresa operadora enviará a la AMTP, con la periodicidad que ésta determine. La comunicación entre la AMTP y las empresas operadoras tiene lugar mediante un intercambio de datos, cuyo formato y estructura son establecidos por la AMTP.

### **6.1.6. POLÍTICA SOBRE SEGURIDAD**

Con la tecnología de las tarjetas sin contacto es posible eliminar el fraude por falsificación y plantear políticas de seguridad que permitan tener control completo de cada tarjeta del sistema, sin afectar a la privacidad del portador de la misma. Este nivel de seguridad es completamente inabordable con los soportes anteriores, como el papel o cualquier soporte magnético.

Sin embargo, para lograr este nivel de seguridad, no sirve cualquier tarjeta sin contacto. Debe ser una tarjeta que cumpla unas mínimas características, como veremos en este epígrafe.

También hay que tener en cuenta que la tarjeta sin contacto, por sí misma, no es suficiente. La tarjeta es un elemento muy seguro del sistema, pero requiere ser complementado con elementos adicionales. En concreto, para lograr el nivel de seguridad propuesto anteriormente se requieren los siguientes mecanismos:

- Garantizar el secreto de las claves maestras.
- El acceso a cualquier tarjeta del sistema está protegido. Cada tarjeta tiene sus propias claves, distintas a todas las demás.
- Canal de comunicaciones seguro entre tarjeta y lector: Para lograr esta funcionalidad hay que utilizar un dispositivo seguro de almacenamiento de claves (SAM o HSM). El canal que se establece entre tarjeta y terminal mediante un SAM o HSM siempre es un canal seguro.
- Listas de tarjetas no permitidas: Si una tarjeta se pierde o es robada, el sistema tiene capacidad de anularla (mediante "listas negras", que en este documento denominamos "listas de tarjetas no permitidas") y proporcionar otra al usuario.
- Autenticidad, integridad y coherencia de los datos del sistema.
- Privacidad del usuario: El "Centro de Control de la AMTP" que procesa y explota la información de "VALIDACIÓN" procedente de todos los operadores y la información de venta, procedente de las "REDES DE PERSONALIZACIÓN/CARGA/RECARGA" debe tener un sistema capaz de anonimizar la información resultante para garantizar la privacidad de la movilidad de las personas.

Teniendo en cuenta estos mecanismos, las tarjetas sin contacto deben ser elegidas con la garantía de las siguientes prestaciones:

- Acceso mediante autenticación mutua basado en un algoritmo conocido y estándar (como por ejemplo; TDES, AES, etc.).
- Protección de zonas de memoria mediante claves.
- Número de serie de la tarjeta único.

A continuación se definen los conceptos de seguridad necesarios para el diseño de un sistema de billeteaje basado en tarjetas sin contacto cuyas condiciones de contorno son la eliminación del fraude por falsificación y que la AMTP disponga de toda la información y control de cada tarjeta, sin afectar a la privacidad del portador de la misma.

### **Claves maestras del sistema**

Las claves maestras de un sistema son aquellas a partir de las cuales se calculan el resto de claves del sistema mediante procesos de cifrado. Estas claves que se obtienen se denominan claves diversificadas. La característica fundamental de estas claves diversificadas es que son únicas y además es imposible obtener las claves maestras a partir de las mismas. Por esta razón, es fundamental proteger las claves maestras de un sistema, operación que se garantiza cuando estas claves son embebidas en un dispositivo de almacenamiento seguro de claves, como puede ser un SAM o un HSM.

### **Elementos de seguridad local**

Los elementos de seguridad local, conocidos como SAM (Módulo de Acceso Seguro) tienen la característica de embeber claves y comandos de forma segura.

Estas claves son claves maestras del sistema. A partir de ellas, los comandos del SAM pueden calcular la clave de cualquier tarjeta del sistema internamente (clave diversificada), para negociar un canal seguro que utilizará la tarjeta con el terminal.

Físicamente un SAM es un dispositivo muy pequeño, es como un SIM de telefonía móvil. Este dispositivo se inserta en un zócalo dentro del terminal, por ejemplo, dentro de un torniquete. La gran ventaja adicional del SAM, es que es un dispositivo muy rápido, permitiendo operaciones de VALIDACION incluso por debajo de 200 milisegundos.

### **Elementos de seguridad centralizada**

Un dispositivo local (como un SAM) no es menos seguro que un dispositivo centralizado (como un HSM), lo que ocurre es que un SAM tiene un tamaño muy reducido, lo cual facilita la pérdida o robo. Sin embargo un sistema basado en seguridad HSM, es un sistema compuesto por un conjunto de servidores, que por tamaño y acceso físico impiden la posibilidad de pérdida o robo.

El módulo de hardware seguro (HSM) es una tarjeta PCI que se aloja en un servidor, al que se conoce como servidor criptográfico. Los dispositivos HSM forman el núcleo de la seguridad centralizada, capaces de embeber claves y comandos de forma segura (software de bajo nivel). El núcleo incorpora un sistema antirrobo basado en la "tamperización", esto es un proceso autodestructivo por si se intenta abrir o quitar un dispositivo HSM. Pero para que el HSM pueda ofrecer servicio a un terminal que trabaja con tarjetas sin contacto, se requieren dos canales de comunicación:

- Entre el servidor criptográfico y el módulo HSM. El servidor criptográfico (hardware) tiene que comunicarse con el módulo o los módulos HSM que alberga. Esto implica la instalación de un servidor de aplicaciones tipo "tomcat" (software). Sobre el servidor de aplicaciones hay que montar otra capa software de alto nivel, que permite trabajar con los comandos embebidos del núcleo.
- Entre el servidor criptográfico y el terminal de acceso a la tarjeta sin contacto. Para que el servidor criptográfico pueda ofrecer el servicio al terminal, se necesita establecer un canal. Este puede ser en base al protocolo http o https.

### **Lista de tarjetas no permitidas**

Las listas de tarjetas no permitidas, es un relación de números de serie de tarjetas que la AMTP ha decidido dar de baja.

Dicha lista se puede generar cada noche por la AMTP y distribuir automáticamente en cada terminal de validación de cada operador, de forma que las tarjetas incluidas en la lista no se podrán utilizar para acceder a los servicios de transporte.

Este tipo de listas se pueden configurar para que tengan una acción asociada. Por ejemplo, por cada número de serie en listas no permitidas se puede definir la acción de bloquear un título determinado o bloquear la tarjeta completamente (con todos los títulos que incluye).

La AMTP debe disponer de las herramientas software necesaria para la gestión de Listas No Permitidas. Dicho software debe responder al procedimiento que se establezca por la AMTP. De manera que se debe especificar un procedimiento para cada causa posible.

- Robo.
- Extravío.
- Lista de tarjetas candidatas a pasar a Listas No Permitidas por incoherencia en el procesado.
- Otras.

### **Seguridad en el centro de cálculo**

Toda la información que genera el sistema, en relación a la tarjeta sin contactos, es enviada al Servidor de Intercambio de Datos (SID) de la AMTP.

Por lo tanto, la AMTP tendrá que disponer de un centro de cálculo, que procese toda la información. En este procesamiento hay que tener en cuenta varios requisitos:

- Autenticidad: Los criterios de autenticidad, afectan a dos casos:
  - Acceso al SID: Pueden basarse en identificación simple, como puede ser con contraseña o en una estrategia avanzada y más segura, como puede ser mediante uso de firma digital.
  - Información enviada al SID: Se tiene que tener la certeza de que el actor de un fichero y de las transacciones que contienen son de quien dice ser.
- Integridad: Se garantizará la integridad de la información (propiedad que busca mantener los datos libres de modificaciones no autorizadas) con las siguientes medidas:
  - Firma digital por cada registro (cada transacción), mediante SAM o HSM.
  - Firma digital (mediante clave privada) del fichero que contiene todas las transacciones.
- Confidencialidad: Es la propiedad de prevenir la divulgación de información a personas o sistemas no autorizados. En este sentido, la AMTP tendrá que definir mecanismos para que esta información confidencial no se pueda divulgar.
- Privacidad: La privacidad es información confidencial muy crítica, que afecta a la persona en concreto. Para evitar cualquier intromisión en el ámbito privado, es necesario anonimizar la información.
- Coherencia: Todos los datos procedente de todos los actores; fabricantes de tarjetas, personalizadores, redes de carga/recarga, consumo (validación en operadores de transportes) deben ser coherentes, es decir, no proporcionar información contradictoria, sino complementaria.

## **6.2. MEDIDAS DE APROXIMACIÓN AL ESCENARIO OBJETIVO**

La implementación del escenario propuesto para 2016 aconseja la adopción de una serie de medidas de aproximación al mismo, sin

cuyo impulso y desarrollo a lo largo del cuatrienio anterior podría complicarse el cumplimiento de los objetivos planteados.

En las páginas que siguen se comentan estas medidas, que se dirigen a orientar las actuaciones hacia la corrección de las debilidades más significativas que presenta la organización actual del sistema, y que se pueden sintetizar en:

- Ausencia de estructura empresarial consolidada, que impide y frena la racionalización de la oferta y la correcta asignación de los recursos.
- Resistencias a la modificación de la tarifa, con el consiguiente deterioro de la rentabilidad y la aparición de la necesidad de recursos adicionales a los estrictamente recaudatorios.
- Aumento injustificado de los costes de producción, con un exceso de oferta que da lugar a unos tiempos excesivos en los desplazamientos.
- Necesidad de mejorar las estructuras administrativas de coordinación del conjunto de los operadores.

### **6.2.1. MEDIDAS A ADOPTAR EN MATERIA TARIFARIA**

Una vez más, es preciso recordar los principios básicos sobre los que se asienta la propuesta tarifaria para el sistema, y que consisten en:

- Integración de todos los modos y operadores.
- Consideración del origen/destino del desplazamiento como la unidad de tarificación.
- Estructura simplificada de carácter zonal (centro/periferia).
- Unificación de títulos: billete único, distinguiendo entre los desplazamientos de una sola etapa (un solo operador) o varias (más de un operador).

Partiendo de la situación actual, cuyo diagnóstico ha sido realizado y se encuentra descrito con detalle en los documentos correspondientes, se considera conveniente como medida de acercamiento al escenario objetivo romper cuanto antes con la inercia mantenida de congelación de precios. Esta decisión, que debe ser valorada asumiendo los riesgos de carácter político-social que implica, se estima sin embargo oportuna desde el momento en que se acumulan una serie de efectos positivos y mejoras llevadas a cabo (próxima apertura del Corredor SurOccidental, mejoras en la plataforma del Trolebús, prolongación del eje Ecovía-Corredor SurOriental, mejoras en las paradas del CCN, etc.) que han trasladado al usuario una percepción de incremento real del nivel de servicio cuyos beneficios es preciso derivar a la sociedad en términos de necesidad de una mayor contribución de todos los beneficiarios, en primer lugar, de los usuarios que directamente utilizan los servicios y perciben la mejor prestación de los mismos. Pero también los no usuarios, que indirectamente resultan asimismo beneficiados a través de la minoración de las aportaciones públicas por la recuperación de ingresos vía tarifas, pueden también contribuir si se consideran en un futuro vías complementarias de financiación del sistema incorporando políticas de aparcamientos disuasorios, etc.

El incremento a aplicar, teniendo en cuenta el punto de llegada que se pretende alcanzar en 2016, debería ser el máximo que se pudiera admitir desde el punto de vista social y político, y en este sentido la nueva tarifa de aplicación para los viajes monooperadores en el centro de la ciudad no debería ser inferior a 0,35 centavos para, lo que significa un 40% de aumento respecto a la situación actual, que en definitiva es prácticamente equivalente a la recuperación de la inflación acumulada durante el periodo de mantenimiento del precio actual de 0,25 centavos.

La aplicación de esta medida, que debería asimismo poder ser utilizada con fines de reordenación de la oferta, podría sin embargo ser susceptible de introducirse en dos fases: una primera, que se restringiría a los operadores incluidos en el sistema Metrobús-Q –la red en la que son visibles las mejoras aludidas- y otra segunda en la que se pueden incorporar los servicios de buses convencionales en la medida en que vayan produciéndose ajustes en la producción y se integren por tanto en el sistema.

No hay que menospreciar, no obstante, las dificultades que entraña la gestión de esta aplicación por fases, ya que, por un lado, contribuye a mantener el concepto de alternativa o competencia entre modos en lugar de complementariedad y coordinación, que es el objetivo final; y por otro, la progresiva incorporación de la red convencional al sistema integrado, con el incremento de tarifa correspondiente, debe de significar una mejora sustancial de la prestación del servicio para que sea realmente apreciado por los usuarios y no se produzca un efecto de rechazo que, precisamente por su prolongación en el tiempo –sucesivas subidas a medida que se van concretando las reordenaciones- puede llegar a poner en riesgo la estrategia y paralizar su progreso.

Por consiguiente, parece necesario considerar esta actuación en materia tarifaria en el contexto de otro conjunto de medidas tendentes a impulsar la reestructuración empresarial y la concentración de operadores.

### **6.2.2. MEDIDAS A ADOPTAR EN MATERIA DE REORDENACIÓN EMPRESARIAL**

Uno de los objetivos a conseguir y mantener en el tiempo es el equilibrio financiero del sistema y su autofinanciación. Se trata, por tanto, de que en el punto de partida del sistema, el esquema operativo se componga de los siguientes elementos.

- Una red de líneas internas a la zona considerada periférica.
- Una red de líneas alimentadoras a los sistemas de capacidad (BRT, Trole, Metro) desde la periferia.
- Una red de líneas alimentadoras exprés, entre la periferia y los sistemas de capacidad (BRT, Trole, Metro).
- Los sistemas de capacidad (Metro, Trole, BRT).

La oferta proporcionada por este conjunto de elementos debe estar coordinada, evitando duplicidades y proporcionando la imagen de una

red única. Así, por ejemplo, la red de líneas internas a la periferia y los servicios de alimentación entre la periferia y los sistemas de capacidad debe estar diseñada de tal forma que se obtenga la máxima eficiencia con el mínimo coste, y ello solo es posible combinando los recursos de tal manera que la necesaria capilaridad para garantizar la cobertura territorial del servicio no vaya en detrimento de los tiempos de viaje de los usuarios que recorren mayores distancias hasta los sistemas de capacidad.

La concepción de esta organización articulada de los servicios exige una estructura empresarial que pueda soportar la coexistencia, dentro de una misma unidad de explotación, de servicios con altos rendimientos junto a otros cuyo balance económico será necesariamente negativo, de tal manera que es precisamente la concentración de servicios en unidades autosuficientes lo que permite el funcionamiento del sistema como tal.

A lo largo de los cuatro años previos a la puesta en servicio de la línea de metro, en los que es preciso mantener el servicio orientándolo al mismo tiempo en la dirección del escenario final, sería conveniente introducir medidas de racionalización promoviendo la creación de estructuras empresariales de dimensiones razonables que puedan atender en un futuro las crecientes y diversas necesidades de la demanda.

En este sentido, los esfuerzos deben dirigirse a la transformación del esquema actual de las explotaciones, precario y dependiente de los subsidios indirectos, que se trasladan con dificultad hacia la mejora de los niveles de servicio, en estructuras empresariales sólidas, cuya nueva mentalidad debe orientarse hacia el control de los costes de producción y la mejora continua de la calidad del servicio, en un esquema de distribución de la oferta reformulado sobre las bases de la complementariedad de todos los servicios. En este sentido, las estrategias de maximización de la demanda deben dirigirse a la fidelización de los usuarios y a la captación de nuevos segmentos de la población, no atraídos hasta entonces por el sistema de transporte público.

En definitiva, se debe caminar hacia un escenario en el que se sustituyan las actuales cooperativas por empresas reales, en las que

la propiedad de los vehículos esté claramente separada de los trabajadores, quienes son agentes asalariados que forman parte de una organización al servicio de unos objetivos generales dictados por la administración competente, y a los que se subordinan los objetivos específicos de dicha organización.

Con la culminación de este proceso de reformas, se debería de contar con un escenario en el cual:

- Cada nueva unidad de explotación hubiera negociado un nuevo contrato con la administración, en condiciones de homogeneidad con el conjunto de los operadores existentes.
- La administración ejerciera las competencias de recaudación de los ingresos de explotación y compensación de los costes de producción en virtud de los contratos establecidos.

Las características de los contratos establecidos que, como se ha indicado, y ello es especialmente importante, deben de basarse en unos criterios homogéneos y estandarizados para todos y cada uno de los operadores, pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- Vigencia del contrato.
- Condiciones de carácter técnico (Itinerarios, horarios y expediciones, paradas, características de los vehículos, causas de modificación de las condiciones, etc.)
- Equilibrio económico del servicio (determinación de la tarifa técnica en la situación de partida, estructura de costes del servicio, procedimientos de revisión, etc.)
- Régimen de liquidación (definición procedimientos de compensación).
- Definición instrumentos de control por parte de la administración.
- Tarifas de aplicación.
- Consideración situaciones excepcionales.

- Causas de extinción del contrato.
- Régimen jurídico del contrato.

Con carácter general, cada empresa se responsabilizará de la gestión de los servicios encomendados a la tarifa establecida. Esta tarifa, que representa la tarifa de compensación que la AMTP liquidará periódicamente a cada operador, se obtiene a partir del análisis y determinación de los costes del servicio, que deben ser calculados con base en parámetros objetivos, medibles y verificables (velocidad comercial, acuerdos salariales, costes de adquisición de los vehículos, etc.), y puede referirse a la producción (coste unitario por kilómetro producido) o a la demanda transportada (coste por viajero).

En este sentido, es aconsejable establecer la compensación con base en los viajeros transportados, ya que:

- Contribuye a la eficiencia del sistema al vincular los resultados de la empresa a los objetivos generales de incremento de demanda.
- Introduce mecanismos de autorregulación de los costes totales del servicio.

Es conveniente, sin embargo, propiciar en los contratos instrumentos de control de aquellos aspectos que pueden terminar por dañar la calidad del servicio en aras de una maximización de los rendimientos, incorporando también un sistema de incentivos/penalizaciones en función del cumplimiento o no de objetivos de calidad fijados por la autoridad y renovados periódicamente.

Un segundo aspecto muy importante en relación con los aspectos retributivos y de compensación de los operadores es el que tiene que ver con la revisión de la tarifa técnica y las causas de modificación de la misma a lo largo del plazo del contrato.

Teniendo siempre presente que mantener el equilibrio financiero de las explotaciones durante el periodo de duración del contrato es un objetivo indispensable para el funcionamiento del sistema integrado, hay que procurar que la cobertura tarifaria no se deteriore, y por lo

tanto, la revisión de las tarifas de aplicación al usuario, en ausencia de otras fuentes de financiación, es prácticamente una respuesta obligada a las actualizaciones de los precios de compensación.

Por tanto, y en tanto en cuanto no se alteren sustancialmente las condiciones de carácter técnico establecidas en los contratos, hay que procurar establecer mecanismos automáticos que relacionen la evolución de las tarifas de aplicación con las revisiones de las tarifas técnicas, no siendo descartable que puedan producirse situaciones en las cuales los ingresos totales del sistema, convenientemente distribuidos en función de los sistemas de reparto y las proporcionalidades a que los mismos den lugar, adquieran el carácter de presupuestos de ejecución de los servicios.

El régimen económico de las explotaciones, por consiguiente, es un asunto de extrema importancia, cuya responsabilidad solo puede ser asumida por una autoridad que centralice las operaciones de recaudo y distribución.

No hay que olvidar tampoco que conciliar simultáneamente los objetivos de reordenación indicados con la garantía de atención de las necesidades actuales en tanto no se dispone de la nueva infraestructura de metro, unido al impacto añadido que sobre el conjunto de la ciudad va a tener la ejecución de las obras, es sin duda una tarea compleja, que va a demandar el protagonismo de una AMTP, cuyas funciones se van a comentar en el siguiente apartado.

### **6.2.3. MEDIDAS A ADOPTAR EN RELACIÓN CON EL DESARROLLO INSTITUCIONAL**

Tal como se ha venido comentando, se considera imprescindible mejorar los mecanismos de coordinación institucional a lo largo del próximo cuatrienio que permitan llegar al escenario objetivo en 2016 con una AMTP del sistema integrado, que haya dirigido todo el proceso de reordenación esbozado y ostente una posición de liderazgo clara capaz de fijar los criterios generales de actuación y marcar los objetivos a cumplir.

En lo que respecta a la política tarifaria y al modelo de gestión tarifaria del sistema integrado propuesto en este documento, las competencias a asumir por la autoridad deben de ser al menos las siguientes:

- Elaborar las directrices de política tarifaria y establecer el marco tarifario de común aplicación.
- Fijación y aprobación de las tarifas de aplicación a los usuarios.
- Recaudación de los ingresos por tarifas del conjunto de operadores.
- Distribución entre los operadores de los ingresos por tarifas.
- Realización de compensaciones económicas adicionales a los operadores, si fueran precisas.
- Establecimiento contratos y condiciones de explotación de los servicios.
- Control de costes de las empresas prestadoras de los servicios.
- Realización de auditorías económico-financieras y de gestión de las explotaciones, y cuantos elementos de seguimiento de la actividad se consideren necesarios.
- Mantener las relaciones con los usuarios y dirigir y coordinar la política de información e imagen del sistema.

Las competencias y funciones indicadas deben enmarcarse en el contexto del modelo conceptual propuesto para el SITM, entendiendo que solo con la existencia de este órgano coordinador es posible conseguir los objetivos establecidos.

#### **6.2.4. CAMPAÑAS DE COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICAS**

Una de las claves para concluir con éxito el proyecto consiste en conseguir la inclusión de los ciudadanos en el mismo, hacer que se sientan partícipes.

Con este fin, las inevitables alteraciones y molestias que en la vida ciudadana van a tener lugar durante el periodo de ejecución de las obras, deben de intentar neutralizarse en la medida de lo posible con la realización de campañas de comunicación que recuerden permanentemente al usuario los objetivos finales del proyecto y los pasos que se están dando para alcanzarlos.

La comisión que pueda crearse como germen de la AMTP debería también asumir la dirección de las campañas informativas y de comunicación que a este respecto se planteen durante todo el proceso, ya que va a ser necesario comunicar las actuaciones de reordenación de los servicios, intentando minimizar los impactos negativos y explicando en profundidad las mejoras sobre la situación anterior.

Con este fin, puede ser aconsejable el mantenimiento permanente de grupos de usuarios seleccionados a partir de las técnicas estadísticas adecuadas, para orientar las campañas de comunicación incidiendo en aquellos aspectos percibidos como más relevantes, adoptar el lenguaje pertinente, etc.

## **6.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El impulso de las medidas propuestas en el apartado anterior habrá allanado el camino para llegar al año 2016 en una situación favorable para establecer el sistema con las características generales que se consideran imprescindibles para su configuración y que se pueden resumir en las ya señaladas en el apartado 2.3.2 de este documento y recogidas de nuevo a continuación:

### **Desde la perspectiva del usuario del sistema**

- La relación origen/destino como unidad de tarificación.
- La integración modal.

- La proporcionalidad entre los niveles de precios y los niveles de servicio,

**Desde la perspectiva del gestor del sistema**

- La cobertura de los costes del sistema, globales y para cada operador.
- La estabilidad financiera.
- La adaptación a las necesidades de la demanda.

La puesta en práctica de estos principios y su mantenimiento a lo largo del tiempo es una tarea que sin duda debe enfrentarse a dificultades, pero contribuirá a dotar al sistema de una fortaleza que le permitirá evolucionar hacia el futuro a esquemas más ambiciosos y acordes con sistemas de elevadas prestaciones.

La simplificación del marco tarifario es un valor en sí mismo, que inicialmente presenta ventajas indudables para una población acostumbrada a un esquema de tarifa única como el actual, sin diversificación de zonas ni de títulos. El marco propuesto y desarrollado en el apartado 3 de este informe plantea una situación en la que ya se combinan dos variables (zona y etapas por viaje).

Una vez conocido y asentado este nuevo marco, la AMTP podría plantearse la aplicación de criterios de tarificación basados en estrategias de carácter comercial, intentando vincular a los usuarios con una utilización elevada del sistema, premiando su fidelidad y comprometiéndoles permanentemente con el mismo.

La aplicación de estrategias de este tipo, que en definitiva consisten en establecer precios distintos en función de la utilización, suelen tener un efecto muy beneficioso sobre el comportamiento de los usuarios, y, una vez que la tecnología permite incorporar prácticamente sin limitaciones todo tipo de medidas, pueden plantearse dos tipos de soluciones:

- Carga anticipada de títulos de transporte por periodos de tiempo naturales, con número de viajes limitados, etc.
- Carga anticipada de efectivo, con regularización de la tarifa a posteriori en función de la utilización real del sistema.

Sin que éste sea el momento de pronunciarse por un tipo u otro de solución tarifaria, en términos generales el primer grupo es el más extendido en el momento actual, y además es el más adecuado cuando se pretende dar un salto cualitativo en la modificación de hábitos de la población, pasando de abonar una tarifa viaje a viaje a la compra de un paquete de viajes o periodos temporales por adelantado.

En todo caso, lo que interesa señalar es que el transporte público no es ajeno a la introducción de criterios de fijación de precios de otros productos de consumo, y que la aplicación de tales criterios es rentable en términos sociales y financieros para el sistema.

Una recomendación adicional en este sentido, que además en el caso concreto de la estructura de oferta del sistema en la ciudad de Quito adquiere mayor trascendencia, tiene que ver con la búsqueda de soluciones que no induzcan a la realización de viajes cortos en exceso, ya que este tipo de viajes tenderán a efectuarse en los tramos especialmente cargados de los sistemas de capacidad, lo cual puede llegar a rebajar innecesariamente los niveles de calidad del servicio. Las tarifas de utilización ilimitada, aunque proporcionan la ventaja de contribuir a mejorar los rendimientos en las horas valle, presentan sin duda este riesgo que es preciso valorar y tener en cuenta.

Con carácter general, las bonificaciones sobre la tarifa base no deberían de considerar situaciones personales relacionadas con el nivel de ingresos u otro tipo de aspectos sociales, ya que la gestión de este tipo de medidas es muy compleja y acaban por incorporar una excesiva rigidez a la modificación de precios, sin que en absoluto se pueda garantizar que se cumplen los fines redistributivos con los que supuestamente se establecen. En este sentido, parece conveniente limitar estos criterios a los contemplados en la actualidad con carácter normativo (adultos mayores y escolares).

El marco tarifario debe asimismo procurar la estabilidad financiera del sistema, para lo cual es preciso que la AMTP establezca unos criterios de actualización de costes del servicio –necesidades a compensar por la autoridad- e ingresos –recaudación tarifaria- claros y estables. La planificación económico-financiera adquiere una importancia estratégica, debiendo prever las situaciones de tensión entre ingresos y gastos, y distinguiendo los posibles problemas de liquidez de otros que puedan derivar en un alcance estructural y requieran de la búsqueda de recursos de financiación distintos de las contribuciones de los usuarios. Los instrumentos de control y seguimiento económico de las explotaciones adquieren una especial relevancia en este sentido.

Con independencia de la premisa de que el sistema debe ser autofinanciable, y de que el recurso a fuentes externas –aportaciones públicas con carácter general- deba de ser una excepción en los estados financieros del sistema, la propia actividad de servicio público aconseja el mantenimiento de una metodología sistemática de evaluación social del mismo. La realización y publicación de este tipo de balances proyecta una imagen muy positiva de transparencia hacia la población por parte de los gestores públicos, y al mismo tiempo clarifica los diferentes grupos de beneficiarios del sistema, lo cual es particularmente interesante para justificar la posible introducción de gravámenes o contribuciones ajenos a la recaudación tarifaria.

El objetivo de autofinanciación del sistema no debe ser obstáculo para la incorporación de medidas de gestión relacionadas con la mejora continua de la calidad del servicio. La AMTP debería considerar la creación de un departamento específico, independiente de las unidades responsables de la planificación de los servicios, orientada a definir los objetivos de calidad y velar por su cumplimiento.

Este planteamiento debe relacionarse con una doble vertiente. Por un lado, la promoción de los sistemas de gestión de la calidad a lo largo de todos los procesos de producción en el nivel del operador; y por otro, el nivel interno de la autoridad que establece los compromisos con los usuarios.

La primera perspectiva dará lugar a la plasmación en los contratos con los operadores de unos requisitos de calidad cuyo incumplimiento dará lugar a penalizaciones económicas. En cuanto al componente interno de la AMTP, que naturalmente se apoya en la primera vertiente mencionada, forma parte asimismo de la estrategia de comunicación institucional, pero, en definitiva, consiste en la definición y divulgación de los compromisos de la institución con la sociedad, y proyecta una imagen de rigor y transparencia que deben ser inherentes a la acción pública y contribuyen a la consolidación del servicio y a la sensación de pertenencia al mismo por parte de los ciudadanos.

**ENTREGABLE: E-2.20. Propuesta de política tarifaria del SITM, fuentes y usos de fondos del sistema y Plan de implementación**



Metro de Madrid, S.A.

**Fase:** *F.2: Diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo*

**Actividad:** *A.2.9. Modelo de Integración Tarifaria*

---

**ENTREGABLE: E-2.20. Propuesta de política tarifaria del SITM, fuentes y usos de fondos del sistema y Plan de implementación**



Metro de Madrid, S.A.

**Fase:** *F.2: Diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo*

**Actividad:** *A.2.9. Modelo de Integración Tarifaria*

---