

---

DEFINICIÓN DEL MODELO PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE RECAUDO EN EL  
PROYECTO PRIMERA LÍNEA METRO DE QUITO Y  
MODELO DE INTEROPERABILIDAD DE RECAUDO  
ENTRE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DEL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

---

ENTREGABLE 2  
ANEXOS TÉCNICOS PARA LA ADQUISICIÓN E  
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RECAUDO DE LA  
PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO



10/12/2018

## ANEXOS TÉCNICOS PARA LA ADQUISIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RECAUDO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

### 1 Introducción

La primera línea del Metro de Quito (PLMQ) tiene previsto iniciar operaciones en octubre de 2019, entre otros aspectos de vital importancia para cumplir con este hito, la puesta en marcha del sistema de recaudo que empleará el subsistema es crucial. No solo por la implicación que tiene para un inicio de operación del subsistema bien recibido por la ciudadanía, sino por ser un elemento clave en el establecimiento del Sistema Integrado de Transporte Público del DMQ (SITMQ), que integrará los subsistemas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

De acuerdo con los términos de referencia, el objetivo de la presente consultoría es definir el modelo para la implementación del Sistema Integrado de Recaudo (SIR) en la PLMQ, a través del desarrollo de los anexos técnicos para su adquisición e instalación y el modelo de interoperabilidad del SIR para los sistemas de transporte público del DMQ.

Este informe y sus anexos corresponden a los anexos técnicos para la adquisición e instalación del SIR para la PLMQ. Tal como lo solicitan los términos de referencia, se tomaron como base los documentos de contratación del recaudo preparados por Metro de Madrid como parte de la licitación de construcción de la PLMQ.

### 2 Cambios realizados

Inicialmente estaba previsto que el constructor de la PLMQ realizara el suministro e instalación del SIR, pero esta responsabilidad se le retiró. Desde entonces ha habido modificaciones en el modelo de servicio y un nuevo estudio de actualización de la demanda esperada para la PLMQ. Ahora, se le debe devolver esa responsabilidad al constructor teniendo en cuenta la nueva información, pero con el mismo presupuesto inicial. Así, los cambios realizados a los documentos de Madrid se basan en tres principios: realizar el mínimo de modificaciones, incluir mejoras y ajustar al presupuesto existente.

#### 2.1 Modificaciones mínimas

Minimizar las modificaciones es una estrategia para reducir el riesgo de rechazo del constructor de retomar el proyecto de suministro e instalación del SIR. Al minimizar los cambios, tanto de forma como de contenido, el constructor tendrá menos argumentos para no aceptar retomar el proyecto o para solicitar un presupuesto mayor. Por esta razón se conservó la estructura inicial de documentos. También se conservó el formato y se partió de la estructura interna y el contenido de cada documento, agregando y suprimiendo secciones y contenido de ser necesario.

#### 2.2 Mejoras

La necesidad de realizar cambios a los documentos originales de Madrid surge de las mejoras propuestas en esta consultoría y de la nueva información disponible.

### 2.2.1 Mejoras de la consultoría

Las mejoras propuestas en la consultoría son varias. En primer lugar, se incluyen requisitos para garantizar la interoperabilidad del sistema de recaudo, permitiendo la fácil entrada de nuevos subsistemas de transporte y de nuevos actores en el sistema. Esto se logra, con respecto al suministro e instalación de equipos, fijando la tecnología del medio de pago y las reglas de comunicación entre este y los equipos. Las reglas de comunicación se materializan en una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés Application Programming Interface), que será propiedad de la Autoridad de Transporte, o de la entidad pública que esta designe, por ejemplo la Empresa Pública Metro del DMQ (EPMMQ), y de uso obligatorio por todos los actores. Se verificará el cumplimiento de este requisito mediante una homologación de los equipos antes de integrarse al sistema de recaudo. De esta forma los primeros actores no tendrán una posición ventajosa que les permita la creación de monopolios y se garantizará la libre competencia entre proveedores, operadores y concesionarios de recaudo. Esto tanto para subsistemas o líneas futuros como los existentes cuando termine el contrato.

La segunda mejora fue la adición del modelo de servicio. Se definió uno nuevo y se usó como base para la especificación de los equipos. Además, se incluyó un capítulo con el modelo de servicio en los anexos técnicos, para que el contratista se haga una idea de cómo debe funcionar el sistema y realice una mejor labor. El nuevo modelo de servicio implicó varios cambios en las especificaciones de los equipos.

La primera modificación relacionada con el nuevo modelo de servicio es la simplificación del SIR como consecuencia de la utilización de un único medio de pago junto con la eliminación del concepto de títulos/billetes/pasajes de transporte. En el nuevo modelo el usuario recarga dinero en su medio de pago, una tarjeta, y al usar un medio de transporte se le descontará un monto de dinero equivalente a la tarifa que corresponda. Esto simplifica el SIR, ya que en caso de existir diferentes tarifas (por medio de transporte, horarios, etc.) o productos (pasaje sencillo, pase con varios pasajes, pases por tiempo en vez de por pasajes: diarios, semanales, etc.) se podrán cargar en la misma tarjeta.

La segunda modificación relacionada con el nuevo modelo de servicio es la mejora en el acceso a las estaciones gracias al cambio de las barreras de control de acceso para personas de movilidad reducida (PMR). Estos accesos están destinados a PMR y a personas con coches, maletas, bastones, etc. y también serán accesos de servicio (por ejemplo, para el ingreso de materiales). Es decir que son usuarios a los que se les dificulta empujar y mantener abierta una puerta manual al mismo tiempo que la atraviesan. Por ende, para facilitarles el acceso se cambiaron las puertas manuales por puertas automáticas.

La tercera mejora de la consultoría es una de seguridad. El SIR requiere unas llaves de seguridad que deben ser creadas, almacenadas y luego distribuidas entre algunos componentes sensibles para autorizarles su funcionamiento (los medios de pago y los dispositivos de recarga del medio de pago entre otros). Se agregó el entorno seguro de emisión de Módulos de Seguridad de Acceso (SAM, por sus siglas en inglés Secure Access Module) que permite distribuir las llaves en los dispositivos de la estación que lo requieran. Además, al ser un entorno seguro, es ideal para el almacenamiento de las

llaves. Finalmente, la arquitectura propuesta de este entorno le permite la posesión exclusiva de las llaves a la Autoridad de Transporte, o a la entidad pública que esta designe, por ejemplo la EPMMQ, y la posibilidad de dar accesos parciales y temporales cuando sea necesario, por ejemplo al proveedor de los medios de pago.

La última mejora de la consultoría amplía los medios de pago compatibles al incluir las tarjetas bancarias. Se solicitó que los equipos contaran con una certificación que garantiza la aceptación de las principales tarjetas Europay Mastercard y Visa (EMV) y también se solicitó que los equipos contaran con la certificación PCI-DSS, necesaria para el manejo de la información bancaria.

### 2.2.2 Actualización

El estudio de demanda posterior a la elaboración de los documentos de Madrid hace necesaria una actualización. El estudio de Taryet del 20 de julio de 2018 presenta un nuevo escenario de demanda para la PLMQ con integración de redes de transporte. Como se desconoce cuál será la situación de las redes, de la tarifa y por ende de la demanda cuando entre en operación la PLMQ, se actualizaron las cantidades de los equipos utilizando el escenario más exigente para cada estación entre el escenario sin integración y el nuevo escenario con integración. Además, se proyectaron los datos del estudio para el año 2023, con el fin de tener suficiente tiempo para realizar una licitación de nuevos equipos cuando el incremento en la demanda lo requiera, como se detalla en el documento 181210\_Modelo de Costos.xlsx.

Esta actualización implica un aumento en las cantidades, debido al incremento en los movimientos de las estaciones con respecto a los tomados en cuenta por Madrid, como se resume en la tabla que se presenta más adelante.

*Tabla 1 Comparación de los movimientos por estaciones*

Estación	Movimientos Madrid	Movimientos Taryet	Variación
El Labrador	111976	112532	0%
Jipijapa	16888	35462	110%
Iñaquito	42579	76442	80%
La Carolina	40977	137703	236%
La Pradera	10960	28199	157%
Universidad Central	57344	99091	73%
El Ejido	64290	62376	-3%
La Alameda	34137	56212	65%
San Francisco	24003	96929	304%

La Magdalena	43273	48047	11%
El Recreo	57743	79955	38%
El Calzado	17797	39043	119%
Solanda	31238	38313	23%
Morán Valverde	61984	62604	1%
Quitumbe	60860	109840	80%

La tendencia general es de un aumento de los movimientos en cada estación, que corresponde a un incremento aproximado de la demanda diaria de la PLMQ de un 60%. Incremento que se ve reflejando en una mayor cantidad de equipos. Vale la pena resaltar que se observan variaciones muy importantes en dos estaciones sin una clara justificación: El Recreo y La Carolina. La variación es tan importante que la segunda pasa a ser la estación con mayor número de movimientos, incluyendo a las estaciones terminales.

Adicionalmente se actualizaron las cantidades de equipos en función de la versión más reciente de los planos. El número de vestíbulos en la PLMQ pasó de 18 a 21, lo que también se ve reflejado en un mayor número de equipos.

### 2.3 Ajustes para el cierre del presupuesto

El incremento en los costos debido a las mejoras y a la actualización realizadas exige ajustes para mantener el presupuesto inicial. Este ajuste se realizó mediante dos estrategias: bajar las especificaciones y disminuir las cantidades.

Se bajaron las especificaciones de los equipos adaptándose a un modelo de servicio menos exigente. Se replanteó el modelo de servicio con el fin de obtener ahorros mediante la simplificación de las máquinas de venta y recarga de tarjetas. Las nuevas máquinas propuestas son solo de recarga, no dan cambio, y dado el extendido uso de monedas en Quito, solo aceptan monedas. Este cambio permite dividir el costo de las máquinas por 10 aproximadamente, sin afectar el servicio, ya que las máquinas son un complemento a las taquillas presentes en cada vestíbulo que recibirán todos los medios de pago y darán cambio para la venta y recarga de tarjetas. Un beneficio adicional de este cambio es la reducción del número de máquinas necesarias, debido al menor tiempo de transacción gracias a la simplificación del proceso de recarga.

También se bajaron las especificaciones adaptando los equipos a las condiciones de Quito y eliminando atributos que se consideraban suntuosos. Los rangos de temperatura de funcionamiento de los equipos se redujeron teniendo en cuenta que Quito no tiene estaciones. Además, se bajaron requerimientos como impresoras láser a color, visores de usuario en los torniquetes a color de 7", entre otros. Finalmente, teniendo en cuenta que solo se considera una tarifa plana, se pasó de un sistema cerrado, que exige validación a la entrada y a la salida, a uno abierto, en el que solo es necesario validar a la entrada.

Finalmente se redujeron las cantidades actualizadas obtenidas a partir del estudio con el fin de cerrar el presupuesto. Se redujeron los accesos para PMR solo a los vestíbulos que cuentan con acceso para PMR desde la calle. Como esto no fue suficiente se realizó una reducción proporcional del número de torniquetes en todas las estaciones a un 93% de las cantidades ideales. Para el ajuste final, teniendo en cuenta el incremento tan alto sin justificación clara en La Carolina, se redujeron las máquinas de recarga en esta estación.

Debido a la reducción de cantidades ideales de torniquetes y de máquinas de recarga es necesario que el operador de recaudo asuma el costo eventual de equipos adicionales para garantizar el nivel de servicio. Para esto se deben crear incentivos al contratarlo.

### 3 Listado de anexos

Este entregable está compuesto por los siguientes anexos:

- 181210\_Modelo Costos
- Parte 1 - Alcance y objetivos
- Parte 2 - Requerimientos de la solución
- Parte 3 - Adecuaciones técnicas y locativas
- Parte 4 - Disposiciones generales
- Parte 5 - Modelo de servicio
- Parte 6 - Arquitectura tecnológica
- Parte 7 - Etapas del proyecto
- Parte 8 - Recomendaciones adicionales
- Resumen de cambios en pliegos técnicos para adquisición del SIR