

# Calidad percibida en intercambiadores de transporte en Madrid

**Giulia Dell'Asin**

Investigadora, TRANSyT-UPM, España

**Andrés Monzón de Cáceres**

Catedrático de transportes, TRANSyT-UPM, España

## RESUMEN

En la última década, la intermodalidad de pasajeros ha sido uno de los elementos clave en la Política Común de la Unión Europea para facilitar el cambio modal, así como disminuir la congestión y la contaminación medio-ambiental en las ciudades europeas. En este contexto, los intercambiadores de transporte, los lugares donde se produce el intercambio entre modos de transporte, juegan un papel relevante.

En el presente estudio, se ha analizado la calidad percibida por los usuarios larga-corta distancia de tres intercambiadores de transporte en Madrid: Príncipe Pío, Avenida de América y Méndez Álvaro. El análisis se ha basado sobre la encuesta de calidad que desarrolla anualmente el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en los intercambiadores de la ciudad.

A partir de los resultados del aplicación de técnicas multivariantes (análisis factorial + análisis clúster) y del cálculo del índice de calidad percibida (I.C.P.), herramienta de evaluación de la calidad que considera el punto de vista de los viajeros, se han identificado los atributos de calidad que son más significativos por los usuarios larga-corta distancia en los intercambiadores madrileños.

Desde una perspectiva global, los determinantes de calidad resultan ser los factores más críticos de cada intercambiador: *información* (Príncipe Pío), *impacto ambiental* (Avenida de América) y *seguridad* (Méndez Álvaro). Implementando el análisis clúster se identifica, para cada intercambiador, un grupo particular que se diferencia del grupo general por manifestar características específicas en cuanto a las variables socio-demográficas y de movilidad, así como en la percepción de la calidad.

## 1. LA PROBLEMÁTICA DEL INTERCAMBIO MODAL LARGA-CORTA DISTANCIA

En la última década, la Política Común de la Unión Europea se ha orientado hacia el desarrollo de un sistema de transporte sostenible, debido a los problemas de congestión y contaminación que afectan a las ciudades europeas. Hoy en día, la intermodalidad de

viajeros es la clave para enfrentar la creciente complejidad de la movilidad y hacer que los usuarios utilicen más difusamente el transporte público y abandonen el uso del vehículo privado (Comisión Europea, 2001).

El intercambio modal debe ser favorecido e impulsado, sobre todo en las grandes áreas metropolitanas, incluyendo también los viajes multimodales donde el recorrido abarca la larga distancia (150-200 km) con el ámbito regional o urbano. El intercambio modal larga-corta distancia (LC) presenta distintas características con respecto al intercambio que se observa en el ámbito local: los viajes LC se destacan por bajas frecuencias y motivos de trabajo u ocio. Por tanto, se trata de usuarios que no tienen familiaridad con las terminales de intercambio y, generalmente, consideran el desplazamiento de corta distancia (primera/última milla urbana) como un momento crítico del viaje en su conjunto.

Los planificadores y proyectistas han dedicado esfuerzos enormes diseñando mejores vehículos, mejores trazados de vías y mejores sistemas de información, para reducir el tiempo de viaje entre los nodos de la red de transporte público y ofrecer una mayor calidad durante el viaje. Sin embargo, se ha dado menos importancia a la reducción del tiempo en los extremos del viaje, en las llegadas y salidas de la terminal (PIRATE, 1999). En este contexto, los intercambiadores de transporte juegan un papel relevante para alcanzar los niveles de integración necesarios para optimizar el intercambio LC: administrativo (organización común de los varios agentes implicados), tarifario (implementación del abono y del billete integrado) y físico (diseño de elementos estructurales y gestión de aspectos operacionales).

## 2. LA CALIDAD DEL SERVICIO Y LA PERSPECTIVA DEL USUARIO

Para que el transporte público se convierta en una oportunidad competitiva frente al coche es necesario, además de un buen diseño y de políticas adecuadas, ofrecer una *calidad de servicio* superior.

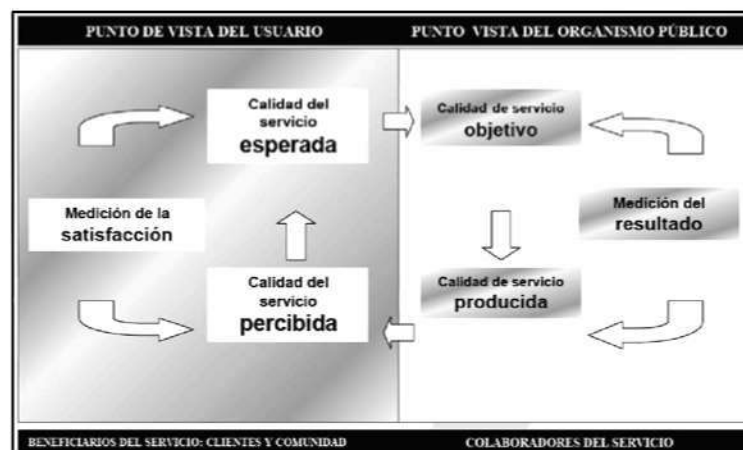


Fig. 1 – El ciclo de la calidad en el sistema de transporte público

En la actualidad, todavía no hay obligación específica alguna sobre requisitos de calidad en los contratos de operación de transporte público urbano (López y García, 2008). Sin embargo, la norma UNE-EN 13816 (2003) establece los factores que afectan a la calidad del servicio de transporte público y que se pueden aplicar al análisis de la calidad de los intercambiadores de transporte: servicio ofertado, accesibilidad, información, tiempo total, atención al cliente, confort, seguridad e impacto ambiental.

Tras dicha norma, el *organismo público* ha comenzado a ver a los ciudadanos como clientes (actuales y potenciales), destacando el papel del *usuario* en el sistema. Dentro del esquema del ciclo de calidad del servicio de transporte público (Fig. 1), se contempla el punto de vista de la Administración y de los operadores por una parte, y el de los usuarios por otra.

El grado de satisfacción de los usuarios depende de la diferencia que se observa entre sus expectativas (calidad esperada) y la realidad que encuentra (calidad percibida). En la medición de la satisfacción influyen distintos aspectos, como las experiencias previas, las sensaciones, las actitudes, las necesidades y el entorno personal del usuario (Hine y Scott, 2000). Además, la valoración global dada por el usuario es el resultado de la observación general de una serie de factores que el sistema le ofrece, los cuales poseen una importancia relativa distinta respecto a la valoración del conjunto.

Desde hace unas décadas, el análisis del grado de satisfacción de los usuarios de transporte público ha sufrido un desarrollo relevante (TRB, 1997). En particular, se han implementado técnicas cualitativas, e.g. método de la “matriz de mejora” (Stradling et al, 2007), y cuantitativas, e.g. técnicas estadísticas e índices de calidad (Swanson et al, 1997), para medir el gap entre calidad esperada y calidad percibida.

El Índice de Calidad Percibida (I.C.P.) constituye una de las herramientas más utilizadas para analizar en qué medida los viajeros están (in)satisfechos del servicio recibido. La formulación más frecuente para el cálculo del I.C.P. coincide con un indicador lineal, cuyo modelo asume que la calidad percibida del intercambiador está determinada por una combinación lineal de las valoraciones medias de los N factores de calidad ( $m_i$ ) con sus pesos en la muestra ( $w_i$ ):

$$I. C. P. = \left( \sum_{i=1}^N w_i m_i \right) \cdot 100 \quad (1)$$

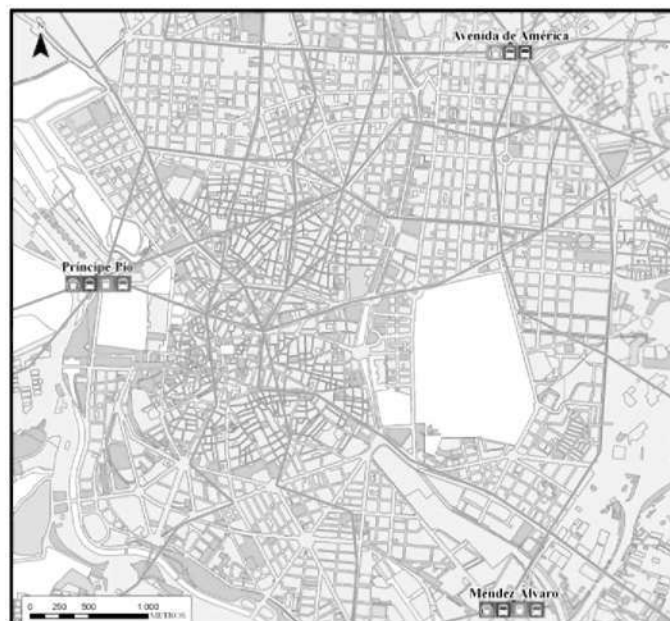
La estimación de los pesos  $w_i$ , se realiza mediante una regresión lineal múltiple (MLR) con el vínculo que todos los pesos deben sumar 1 ( $\sum w_i = 1$ ) y cada uno de ellos debe ser positivo ( $w_i \geq 0$ ). En este modelo MLR la variable dependiente es la valoración global, mientras que las variables independientes son las valoraciones de los factores de calidad  $i$ -ésimos. Por tanto, los pesos  $w_i$  corresponden a los coeficientes estandarizados resultantes de la implementación de dicho modelo MLR.

### 3. EL CASO DE ESTUDIO: INTERCAMBIADORES EN MADRID

El presente estudio se ha planteado sobre tres intercambiadores de transporte del Área Metropolitana de la ciudad de Madrid (Fig. 2): *Príncipe Pío* (PP), *Avenida de América* (AA) y *Méndez Álvaro* (MA). Con respecto a la intermodalidad LC, se han considerado los siguientes modos de transporte: autobús urbano EMT (C), metro (C), servicios de Cercanías-RENFE (C), autobús interurbanos (L) y autobús de largo recorrido (L).

El objetivo general del análisis es el de evaluar la calidad percibida en las tres terminales por los usuarios implicados en viajes de “larga-corta distancia”. Se destacan dos objetivos específicos:

- a) Cuantificar y comparar el grado de satisfacción global de los usuarios LC en cada intercambiador, identificando los determinantes (i.e.: factores estadísticamente significativos) de la calidad;
- b) Identificar segmentos de usuarios LC que perciben la calidad de manera distinta en los tres intercambiadores, evidenciando potenciales medidas de mejora en relación a la calidad.



**Fig. 2 – Ubicación de los intercambiadores en el área metropolitana de Madrid**

Los objetivos se han conseguido a través de la elaboración de los datos procedentes de la encuesta de calidad que el Consorcio de Transportes de Madrid ha llevado a cabo en los tres intercambiadores en diciembre de 2008. La encuesta ha permitido identificar las características socio-demográficas (edad, sexo) y de movilidad (frecuencia, motivo, modo) de los usuarios LC, así como conocer la valoración global del intercambiador y la evaluación de 20 aspectos de calidad en términos de importancia y satisfacción. El análisis estadístico se ha implementado considerando sólo parte de la muestra de cada intercambiador, i.e. los viajeros LC.

Con respecto a la metodología del estudio desarrollado, se han observado las dos etapas siguientes para los datos de cada intercambiador (paquete estadístico SPSS 16.0):

- **Análisis A:** análisis factorial (para reducir la lista de atributos de calidad de la encuesta) + cálculo de los I.C.P. (donde los pesos de los factores de calidad se obtienen de la implementación del modelo MLR presentado previamente).
- **Análisis B:** análisis clúster (implementada en cada intercambiador para identificar grupos de usuarios según características socio-demográficas y de movilidad) + cálculo de los I.C.P. para cada clúster.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras el análisis factorial se ha reducido el conjunto de aspectos de calidad cinco factores, los cuales corresponden a las áreas especificadas en la norma UNE-EN 13816 (2003): información (señalización, información), accesibilidad (circulación, funcionamiento ascensores y escaleras mecánicas), tiempo de viaje (tiempo de espera, trasbordo), seguridad (safety, security) e impacto ambiental (ventilación, ruido).

Los resultados de la implementación del análisis MLR se reflejan en la Tabla 1. El cálculo de los I.C.P. permite destacar diferencias y similitudes entre los casos de estudio: se observa un gap entre PP (I.C.P.<sub>PP</sub> = 71) y los otros intercambiadores (I.C.P.<sub>AA</sub> = 61 y I.C.P.<sub>MA</sub> = 64). En cambio, la valoración global (expresada en términos de porcentaje) del intercambiador en su conjunto alcanza un valor medio parecido en los tres casos, sin posibilidad de determinar un ranking en cuanto a mayor calidad percibida por usuarios LC. Con respecto a la bondad del ajuste de los modelos, los valores del coeficiente de determinación  $R^2$  son satisfactorios, variando entre 0.674 y 0.740.

Mayor interés asume la estimación de los pesos (coeficientes estandarizados) de los factores de calidad, resultantes de la regresión lineal múltiple. Los cinco factores son estadísticamente significativos al 5% en cada modelo MLR; sin embargo contribuyen con distinta intensidad en la determinación del nivel de calidad (I.C.P.). Se observa que los determinantes de calidad resultan ser lo *factores más críticos* de cada intercambiador:

- **PP: información ( $\beta = 0.212$ )** por el amplio desarrollo superficial del intercambiador y la necesidad de coordinación entre áreas distintas.
- **AA: impacto ambiental ( $\beta = 0.280$ )** por la profundidad y el diseño mismo del intercambiador subterráneo, el cual presenta 5 niveles.
- **MA: seguridad ( $\beta = 0.304$ )** por la ubicación del intercambiador en una zona más periférica respecto al centro y considerada “peligrosa”.

Este resultado remarca la importancia de los aspectos críticos en la determinación cuantitativa de la calidad en los intercambiadores: la cantidad de cambio que se produce en el valor del I.C.P. es mayor, por cada cambio de una unidad de estas variables (manteniendo constantes el resto de las variables independientes).

Intercambiador	Factores de calidad (v.i.)	Coeficientes no estandarizados		Coef. estand. ( $\beta$ )	t test (variables con $p < 0.05$ )	I.C.P.	Validación modelo	Valoración global media
		B	Error típ.					
Príncipe Pio	(Constante)	0.466	0,142		3.281	71	R = 0.821 R <sup>2</sup> = 0.674	76.0
	Información	0.219	0,056	0.212	3.910			
	Impacto ambiental	0.194	0,028	0.208	6.928			
	Seguridad	0.163	0,048	0.186	3.395			
	Tiempo de viaje	0.158	0,034	0.198	4.647			
	Accesibilidad	0.245	0,071	0.196	3.450			
Avenida América	(Constante)	1.101	0.169		6.514	61	R = 0.860 R <sup>2</sup> = 0.740	77.6
	Información	0.132	0.027	0.136	4.888			
	Impacto ambiental	0.221	0.019	0.280	11.631			
	Seguridad	0.198	0.038	0.240	5.210			
	Tiempo de viaje	0.232	0.028	0.228	8.285			
	Accesibilidad	0.086	0.024	0.116	3.583			
Méndez Álvaro	(Constante)	1.561	0.631		2.473	64	R = 0.858 R <sup>2</sup> = 0.737	76.5
	Información	0.167	0.054	0.131	3.092			
	Impacto ambiental	0.062	0.023	0.087	2.695			
	Seguridad	0.222	0.023	0.304	9.652			
	Tiempo de viaje	0.146	0.021	0.198	6.952			
	Accesibilidad	0.203	0.021	0.280	10.952			

**Tabla 1 – Resultados del análisis de regresión lineal múltiple en los tres intercambiadores**

Sin embargo, el análisis no destaca diferencias significativas entre usuarios LC y usuarios que utilizan el intercambiador para desplazamientos locales y, por tanto, en la metodología propuesta se ha implementado un análisis clúster (considerando siempre sólo parte de la muestra de cada intercambiador, i.e. los viajeros LC). En concreto, se ha aplicado el método K-medias y se han empleado las variables *edad*, *sexo*, *motivo*, *modo CD*, *modo LD* como variables explicativas de los grupos resultantes.

En cada intercambiador se han identificado dos conglomerados, clúster general y clúster particular, para luego calcular el I.C.P. en cada uno de ellos (Tabla 2).

El *clúster general* de cada intercambiador presenta usuarios con características homogéneas y con I.C.P. parecido a los obtenidos del análisis agregado en cada caso de estudio (Tabla 1).

Los *clústeres particulares* de cada intercambiador se diferencian del otro grupo por manifestar características peculiares en cuanto a las variables explicativas. Los clústeres particulares de cada intercambiador se detallan a continuación:

- Príncipe Pío Mujeres de media edad que se desplazan por motivo de compras utilizando el autobús interurbano (LD).
- Avenida de América Hombres de media edad que trabajan afuera de Madrid y viajan en autobús de largo recorrido (LD) y taxi (CD).
- Méndez Álvaro Hombres y mujeres de edad joven que viajan por motivo de ocio utilizando autobuses, en cada etapa del viaje (LD+CD).

Observando los determinantes de calidad más percibidos en los tres segmentos de demanda, se destacan prioridades diferentes, las cuales dependen de las características socio-demográficas y de movilidad de los grupos de viajeros LC: **accesibilidad** ( $\beta_{PP} = 0.322$  : mujeres/compras), **tiempo de viaje** ( $\beta_{AA} = 0.341$ : hombres/negocios) e **información** ( $\beta_{MA} = 0.298$ : jóvenes/ocio).

Clúster		Clúster general						Clúster particular					
		Intercambiador		Príncipe Pío		Avenida América		Méndez Álvaro		Príncipe Pío		Avenida América	
Variables		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Edad	menos 25	416	24	382	19	165	20	238	12	289	22	361	47
	26 - 40	849	49	1345	67	478	58	1071	54	984	75	161	21
	más 65	468	27	281	14	181	22	674	34	39	3	246	32
	Total	1733	100	2008	100	824	100	1983	100	1312	100	768	100
Sexo	Hombre	901	52	1024	51	404	49	635	32	932	71	407	53
	Mujer	832	48	984	49	420	51	1348	68	380	29	361	47
	Total	1733	100	2008	100	824	100	1983	100	1312	100	768	100
Motivo	Trabajo/estudio	399	23	683	34	206	25	278	14	1063	81	177	23
	Ocio	347	20	321	16	173	21	317	16	79	6	369	48
	Compras	520	30	703	35	305	37	1031	52	157	12	184	24
	Otros	468	27	301	15	140	17	357	18	13	1	38	5
	Total	1733	100	2008	100	824	100	1983	100	1312	100	768	100
Modo LD	Bus interurbano	1733	100	1205	60	379	46	1983	100	551	42	376	49
	Bus largo recorrido	-	-	803	40	445	54	-	-	761	58	392	51
	Total	1733	100	2008	100	824	100	1983	100	1312	100	768	100
Modo CD	Bus EMT	607	35	823	41	255	31	833	42	105	8	353	46
	Metro	832	48	1185	59	404	49	635	32	1207	92	184	24
	Cercanías	295	17	0	0	165	20	516	26	0	0	230	30
	Total	1733	100	2008	100	824	100	1983	100	1312	100	768	100
$\beta$ factores calidad (modelo MLR)	Información	0.209		0.103		0.152		0.147		0.296		0.298	
	Imp. ambiental	0.198		0.256		0.120		0.231		0.072		0.101	
	Seguridad	0.203		0.241		0.290		0.202		0.088		0.197	
	Tiempo viaje	0.219		0.234		0.203		0.098		0.341		0.235	
	Accesibilidad	0.171		0.166		0.235		0.322		0.203		0.169	
	L.C.P. (R <sup>2</sup> )	68 (0.696)		50 (0.701)		59 (0.727)		78 (0.791)		64 (0.821)		62 (0.775)	

**Tabla 2 – Resultados del análisis clúster y de los modelos MLR**

## 5. CONCLUSIONES

El I.C.P. propuesto en el presente estudio permite plantear un criterio de evaluación para la calidad percibida por los usuarios de intercambiadores e identificar los atributos de la calidad estadísticamente más significativos. En particular, se aprecia la utilidad de técnicas de análisis multivariable, i.e. el análisis factorial (para evitar problemas de multicolinealidad entre v.i.) y el análisis clúster (para identificar segmentos de demanda).

Los modelos MLR obtenidos tras el análisis cuantitativo llevado a cabo en los tres intercambiadores madrileños son válidos ( $R^2 = 67-74 \%$ ) y permiten identificar los atributos de calidad que son más significativos por los usuarios LC y, sobre todo, para particulares grupos de viajeros LC (clúster general + clúster particular).

El punto de vista de los usuarios “larga-corta distancia” es un elemento clave para la planificación de intercambiadores de transporte; la percepción de la calidad de esta categoría de viajeros es tan importante como aquella de los que se desplazan en el ámbito local/urbano.

Los planificadores del transporte y los agentes implicados en la toma de decisiones tendrían que tener en cuenta estos resultados a la hora de plantear medidas que se adapten a las necesidades de la demanda intermodal. Esta es la clave para alcanzar mejores niveles de calidad y, por tanto, conseguir una mayor utilización de los intercambiadores de transporte.

## AGRADECIMIENTOS

El análisis llevado a cabo en este trabajo se ha realizado gracias a la información aportada por el Consorcio de Transportes de Madrid (la encuesta de calidad ha sido desarrollada por Táryet – Ingeniería del Transporte en diciembre 2008). Además, se agradece a Belén Martín por la colaboración (Figura 2).

## REFERENCIAS

COMISIÓN EUROPEA (2001). *Libro Blanco - La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*. COM 2001/370 Final. Bruselas.

HINE, J. y SCOTT, J. (2000). Seamless, accessible travel: users' views of the public transport journey and interchange. *Transport Policy* 7, pp. 217-226.



LÓPEZ, M.E. y GARCÍA, A. (2008). La calidad en el transporte público: el difícil equilibrio entre precio y nivel de servicio. *Estudios de Construcción y Transporte* 109, pp. 153-167.

PIRATE (1999). *Intercambiadores de transporte Manual y directrices*. Consorcio Regional de Transportes de Madrid - Área de Estudios y Planificación, Madrid.

STRADLING, S.G., ANABLE, J. y CARRENO, M. (2007). Performance, importance and user disgruntlement: A six-step method for measuring satisfaction with travel modes. *Transportation Research Part A* 41, pp. 98-106.

SWANSON, J., AMPT, L. y JONES, P. (1997). Measuring bus passenger preferences. *Traffic Engineering and Control* 38(6), pp. 330-336.

TRB (1997). *A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality (Part B)*. TCRP Report 47, Morpace International Inc. and Cambridge Systematics Inc National Academy Press, Washington D.C., pp. 33-52.

UNE-EN 13816 (2003). Transportation. Logistics and Services. Public Passenger Transport. Service Quality Definition, Targeting and Measurement. AENOR.