

## **POTENCIAL DE USO DE LA BICICLETA EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID**

**Prof. Andrés Monzón**

**Catedrático de transportes, Director del Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)**

Tel.: +34 913365373 Fax.:+34 913366656 e-mail: [andres.monzon@upm.es](mailto:andres.monzon@upm.es)

**Lissy La Paix**

**Investigadora**

Tel.: +34 913365234 e-mail: [llapaix@caminos.upm.es](mailto:llapaix@caminos.upm.es)

**Gianni Rondinella**

**Investigador**

Tel.: +34 913366657 e-mail: [transyt9@caminos.upm.es](mailto:transyt9@caminos.upm.es)

Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT)-Universidad Politécnica de Madrid

Escuela de Ingenieros de Caminos. Ciudad Universitaria.

28040 Madrid- España

### **RESUMEN**

Este artículo presenta los resultados de un estudio sobre el potencial de uso de la bicicleta en la Ciudad Universitaria de Madrid. El objetivo principal de la investigación es la estimación de la demanda de usuarios de un sistema de bicicleta pública de préstamo entre estudiantes y trabajadores dentro del recinto universitario.

El estudio permite definir las características principales de los potenciales usuarios de bici en una zona universitaria, sus preferencias en el diseño de un sistema de préstamo de bicicletas. Se identifican las barreras y motivaciones para aumentar el uso de la bicicleta; y se analiza el impacto de diferentes escenarios posibles en la construcción de carriles bici, puntos de aparcamiento y costes.

Los resultados del estudio indican que los principales usuarios habituales son jóvenes estudiantes, de ambos géneros, con edades entre 18-24 años. El 12% utiliza la bici a diario, tanto por “estudio-trabajo” como “gestiones personales”.

Las principales barreras que pueden limitar el uso de la bici son la distancia y la peligrosidad de la bicicleta. Por el contrario, las barreras menos importantes son la condición física y la comodidad de otros transportes. La principal motivación para la elección del modo bicicleta es la sostenibilidad ambiental del modo y su efecto favorable sobre la salud.

El 75,79% (correspondiente a 89.000 usuarios/día) utilizaría diariamente o varias veces por semana el sistema de préstamo para realizar la última etapa de su viaje, desde la estación de metro/bus de acceso a la ciudad universitaria. Más elevada sería la utilización para la movilidad interna: 80,53% (94.000 usuarios/día).

Además, los factores que más influyen en la utilización de la bicicleta de préstamo son, en primer lugar, la cercanía de los puntos de préstamo y, secundariamente, la existencia de carriles bici. El precio del préstamo es un elemento determinante en el uso del sistema. La opción más aceptada sería el pago de una tasa anual con derecho al uso gratis de la bicicleta para usos de menos de 30 minutos.

## **1 INTRODUCCIÓN**

Nuestras ciudades se encuentran, en la actualidad en una situación de esquizofrenia respecto a la movilidad en modos no motorizados. Se acepta como axioma sus beneficios para la salud y el medio ambiente, y se aprueban programas para incentivar los viajes a pie y en bicicleta. Sin embargo, al mismo tiempo, se están diseñando ciudades cada vez más dispersas, con menos densidad, lo que dificulta el uso de la bicicleta, al aumentar las distancias de viaje. Según Wardman, Tight, & Page, (2007), en Gran Bretaña el uso de la bicicleta se redujo de 23 a 4,5 billones de pasajeros-kilómetro, durante el período 1952-2003 y, en países como Estados Unidos y Canadá, el porcentaje de viajes urbanos que se realizan en dicho medio es menor del 2%; por el contrario, en algunas ciudades holandesas y danesas, dicho porcentaje supera el 20%.

En este sentido, para potenciar el uso de modos más sostenibles -como la bicicleta- se desarrollan proyectos como UNI-BICI en la Ciudad Universitaria de Madrid. UNIBICI<sup>1</sup> ha realizado un análisis de la demanda potencial de viajes en bicicleta en el campus. El proyecto se enmarca dentro de Plan Director de Movilidad Ciclista de Madrid de esta encuesta, pues, obedece a la necesidad de obtener información que permita conocer los hábitos, necesidades y expectativas de los usuarios del sistema de transporte en la Ciudad Universitaria, sirviendo la información recopilada como base para la promoción el uso de la bicicleta en dicha zona y la determinación de los parámetros de funcionamiento del sistema. El proyecto UNIBICI está orientado a dimensionar y definir las características que debería tener un sistema de bicicleta pública de préstamo en el campus universitario.

La Ciudad Universitaria tiene 5,5 km<sup>2</sup> de extensión, y acuden a ella 118.101 personas, 75,52% son estudiantes y el 24,48% restante se distribuye en 13,61% de personal vinculado y 10,87 no vinculado a la universidad. Cuenta con 144 centros, 84 facultades y el resto Colegios Mayores, Centros de Investigación y de la Administración del Estado. La red de transporte público incluye: dos líneas de metro, tres estaciones y 13 líneas de autobús (interurbanos y urbanos EMT).

La investigación se basa en una encuesta realizada on-line, con muestreo aleatorio, en los meses de mayo y junio de 2008, tanto a usuarios como a no usuarios de bicicleta, incluyendo alumnos y trabajadores de los diversos centros del campus de Ciudad Universitaria.

## **2 LA BICICLETA COMO MODO DE TRANSPORTE**

La bicicleta es un modo de transporte sostenible, cuya utilización depende, en primer lugar, de una serie de factores sobre el viaje: la distancia del desplazamiento, el tiempo de viaje, la pendiente del terreno y la disponibilidad de un aparcamiento (Ortúzar & Lacobelli, 1999). También influyen otros factores no tangibles, como la seguridad (McClintock & Clearly, 1996) y las condiciones meteorológicas (Winters & Friesen

---

<sup>1</sup> UNIBICI es un proyecto de investigación desarrollado por TRANSyT (Centro de Investigación del Transporte) y el Instituto Juan de Herrera de la Universidad Politécnica de Madrid. Ha sido auspiciado por la Fundación Movilidad (Ayuntamiento de Madrid), el Consorcio de Transportes de Madrid, el Consorcio de la Ciudad Universitaria de Madrid y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).

M., 2007). Por tanto, los modelos de predicción de la demanda de transporte han de considerar estos factores explicativos, y en particular los de tipo intangible (Goldsmith, 1992). Asimismo, se ha detectado que hay un efecto de género, pues los hombres son usuarios más asiduos, sobre todo si viven en una ciudad pequeña de clima templado (Williams & Larson, 1996).

Las técnicas de preferencias reveladas se emplean mucho en el desarrollo de modelos de demanda, como hicieron Noland & Kunreuther (1995) al estudiar la elección modal entre autobús, automóvil, bicicleta y marcha a pie en Filadelfia. En dicho estudio, el 50 % de los encuestados consideraba como factor disuasorio la inseguridad del modo para su desplazamiento al trabajo, si bien la disponibilidad de carril bici y aparcamiento tenía una importancia significativa en la elección. Otros factores, como el estado del pavimento y el tráfico, no parecen tener, por el contrario, gran relevancia.

Para recopilar la información se han empleado técnicas basadas en la observación del comportamiento real (*preferencias reveladas*); es decir, el medio de transporte utilizado, el tiempo de desplazamiento, la tarifa o coste del servicio, etc.. Esta información permite analizar opciones presentes, pero no contempla elementos subjetivos o no medibles, tales como la seguridad, la comodidad, etc. Para ello se utilizan también técnicas de *preferencias declaradas*, cuyo origen se encuentra en la psicología matemática (Luce & Tukey, 1964), tienen en común el uso de diseños experimentales para construir las alternativas hipotéticas, lo que las diferencia de las técnicas de preferencias reveladas. En el diseño y estructuración de la encuesta realizada en la Ciudad Universitaria de Madrid se han empleado los dos tipos de técnicas, por cuanto interesa captar los factores explicativos del viaje, incluyendo los intangibles, y proponer situaciones hipotéticas no existentes en la actualidad, como la opción de bicicleta pública.

### **3 DESARROLLO DE LA ENCUESTA.**

El universo poblacional se circunscribe a los mayores de 18 años con su lugar de trabajo/estudio en los centros de Ciudad Universitaria. Supone una población de 118.101 personas, de los cuales 89.906 son estudiantes, 16.156 empleados vinculados a la universidad y 12.039 empleados no vinculados a la universidad.

La encuesta contiene cuatro partes: datos socioeconómicos, movilidad en bicicleta, movilidad en la zona de estudio y tendencias al uso de la bici en la Ciudad Universitaria; en total 31 preguntas. La información de movilidad se refiere al último desplazamiento hacia Ciudad Universitaria. El contacto con la población encuestada se ha realizado a través de su correo electrónico en cada centro. Los responsables de cada universidad o institución enviaron a cada estudiante/trabajador un mensaje institucional con el *link* a la página web donde ha estado alojada la encuesta.

A través de la encuesta on-line se ha recogido una muestra de 3.048 personas, lo que con un intervalo de confianza del 95%, supone un error estadístico de 1.78%. Se ha utilizado un muestreo probabilístico, estratificado por zonas de transporte y centros o facultades. Este método de muestreo presenta la ventaja de poder analizar la variabilidad de las respuestas dentro de cada grupo y entre los grupos. Además, el uso del muestreo estratificado mejora la precisión de las estimaciones, si cada estrato es internamente homogéneo, que es nuestro caso, en el que los marcos de muestreo

disponibles están divididos en subpoblaciones, que pueden ser utilizadas para la estratificación (Martínez 2004).

En el diseño de muestreo estratificado se define el tamaño de la muestra y el reparto de los estratos  $n_h$  según el tamaño de los estratos en el censo de la población. Primero se determinaron zonas de transporte, en base al tiempo de viaje declarado desde la estación/parada de transporte público hasta la facultad o centro; en total 10 zonas de transporte. Esto es, los centros a los cuales se accede en tiempos similares forman una zona. La proporción de la sub muestra en cada zona debe ser igual que la proporción en la población. Paralelamente, se realizó una estratificación por centros. De acuerdo a la actividad a la cual se dedica el centro (docencia, investigación, servicios universitarios y administración del Estado) se han determinado 11 tipologías. A su vez, dentro de estas tipologías se dividen los centros por facultades, de manera que se tienen 144 centros/facultades. Dentro de cada centro se determina el número de estudiantes y profesores, para establecer la proporción de estudiantes y profesores que debe tener la sub muestra.

El tamaño de la muestra en cada estrato está en proporción al tamaño del estrato en la población. Notablemente este muestreo permite tener unos errores muestrales mínimos que no alcanzan el 2% en cada estrato.

#### **4 RESULTADOS SOBRE LA DEMANDA DE MOVILIDAD EN BICICLETA**

El análisis de los cuestionarios recibidos arroja los siguientes resultados.

##### **4.1 MOVILIDAD EN BICICLETA**

###### **4.1.1 DISPONIBILIDAD DE BICICLETA**

Si bien es cierto que la disponibilidad de la bicicleta es distinta en los grupos de edad estudiados; con frecuencia se tiende a relacionar la posesión de bicicleta con grupos de edad entre los 18 y 24 años. Sin embargo, sorprende ver el alto número de personas entre 24 y 31 años que tienen bici. Cabe resaltar que la posesión de bici no implica el uso, son cuestiones diferentes, la disponibilidad se refiere a la posibilidad de utilizar el recurso sea propio o no, no todas las personas que tienen bici la utilizan.

Se ha observado que en Ciudad Universitaria entre los grupos de edad 18-24 y 25-30 años las frecuencias en tenencia de bici son semejantes, 45,12% y 40,58% respectivamente. El porcentaje de personas que tiene bici es aún mayor en el grupo de edad 41-55 años, 44,12%. A partir de los 56 años tener bici es menos frecuente, 43,49% del grupo 56-65 años tiene bici y en mayores de 65 años el 33,26%.

En la Ciudad Universitaria el 43,48% de la población se encuentra entre 18 y 24 años, lo cual coincide con alto número de personas que tiene bici, 45,32%.

Haciendo un análisis más detallado: los hombres presentan mayor disponibilidad de bici que las mujeres en todas las edades, aunque las diferencias no son marcadas: 49,04 % entre los hombres, frente al 41,15% entre las mujeres. Por estratos de edad estas cifras varían; así, el 48,44% de los hombres y el 42,51% de las mujeres entre 18-24 años dispone de bicicleta; entre 25-40 estas cifras son del 45,60% y 38,07%; entre 41-55 años la diferencia crece del 64,70% de hombres al 39,87% de las mujeres dispone de bicicleta; y pasados los 55 años, la disponibilidad de bici empieza a reducirse, llegando

al 49,12% y 34,67% en hombres y mujeres, respectivamente. A partir de los 65 años este porcentaje es aún menor, 29,47% en hombres y casi irrelevante en las mujeres.

#### **4.1.2 PERFIL DEL USUARIO**

Los resultados del estudio indican que en la Ciudad Universitaria los principales usuarios habituales son jóvenes estudiantes, de ambos géneros, con edades entre 18-24 años. Con elevadas probabilidades de utilizar la bici a diario, tanto por “estudio-trabajo” como “gestiones personales”.

El uso de la bicicleta se relaciona con factores socioeconómicos tales como: edad, sexo y disponibilidad de bici. La relación más significativa se encuentra con la disponibilidad de bicicleta, en grado menor se vincula el uso de la bici a la edad y sexo. Es cierto que los hombres utilizan la bici con más frecuencia que las mujeres para desplazarse, frecuentemente para hacer ejercicio; y los jóvenes entre 18 y 24 años más que las personas entre 41 y 50. Sin embargo, las personas con edades entre 56 y 65 años manifiestan mayor frecuencia de uso de la bici para desplazarse, aunque sólo en actividades de ocio y paseo. Pese a que es un dato interesante, las preferencias de este estrato no son representativas de la zona universitaria.

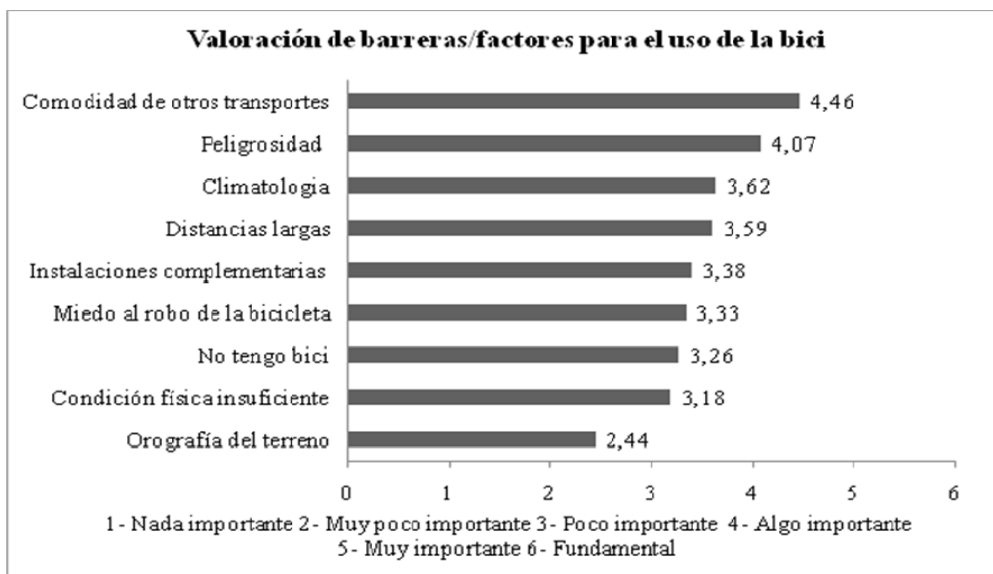
#### **4.1.3 FACTORES QUE CONDICIONAN PARA EL USO DE LA BICICLETA**

Para identificar las principales barreras que pueden limitar el uso de la bici se ha solicitado la valoración de la importancia de los factores explicativos de la movilidad en bicicleta en una escala de 1 a 6, siendo el 1 equivalente a nada importante y el 6 lo fundamental.

Existen dos tipos de factores/barreras que llevan a utilizar la bici menos de lo deseado o a no utilizarla: tangibles e intangibles. Son barreras/factores tangibles: las instalaciones complementarias, tales como lugar para guardar la bici, duchas en el destino, entre otros; la orografía del terreno, la posesión de la bicicleta y la condición física. Se consideran barreras/factores intangibles: la peligrosidad de la bici, el miedo al robo y la comodidad que ofrecen otros modos de transporte.

En sentido general, las barreras/factores más importantes son intangibles, como la comodidad de usar otros transportes (principalmente el coche) y la peligrosidad de la bicicleta, alcanzando 4,46 y 4,07 como valoración media; le siguen barreras tangibles como las limitaciones climáticas y las distancias largas, las cuales tienen una valoración media de 3,62 y 3,59 respectivamente. Las instalaciones complementarias, el miedo al robo de la bicicleta y la posesión de la bicicleta son factores menos importantes. Por último, las barreras menos valoradas son la orografía del terreno y la condición física insuficiente, con 3,18 y 2,44.

La condición física se encuentra relacionada con la edad: el 23,40% de los que considera esta barrera fundamental tiene entre 25 y 30 años, el 61,44% tiene más de 31 años. Esta valoración se complementa con la valoración de la comodidad de los modos de transporte alternativos. A su vez, esta percepción de mayor comodidad en otros transportes se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de coche.



**GRÁFICO 1 VALORACIÓN DE LAS BARRERAS DEL USO DE LA BICI (VALORES MEDIOS)**

#### **4.1.4 MOTIVACIONES PARA EL USO DE LA BICI**

Actualmente la movilidad en bicicleta es un tanto elevada, de las personas que tienen bici el 30,19% la utiliza al menos una vez por semana. Teniendo o no bicicleta. el el 28,95% utiliza la bici afirma utilizar la bici frecuentemente para ocio/paseo, mientras 21,63% la utiliza para hacer ejercicio; mientras que sólo 4,96% utiliza la bici habitualmente para desplazarse hacia el trabajo.

La principal motivación de las personas para la elección del modo bicicleta es su sostenibilidad ambiental y su efecto favorable sobre la salud (46,75% de los encuestados). Además, se considera la bicicleta es un modo de transporte eficiente, que evita problemas de tráfico, permite el transporte puerta a puerta sin búsqueda de aparcamiento (41,18% de las respuestas).

Otros aspectos favorecedores al uso de la bici son: el ahorro en gastos de transporte, no tener restricción de horarios y que mantiene en forma. Sin embargo, en escasas ocasiones la bicicleta se considera como modo más agradable o divertido que otros.

En conclusión, los usuarios de Ciudad Universitaria presentan un marcado interés por el uso de la bici para fomentar un entorno más limpio, esto apoyado por la eficiencia funcional del modo, conlleva a que la población de Ciudad Universitaria haga uso frecuente de la bici con distintos motivos según los grupos de edad y sexo, tal como se describe en el apartado de *Perfil del Usuario*.

#### **4.2 MOVILIDAD CON DESTINO HACIA CIUDAD UNIVERSITARIA.**

Analizaremos en este apartado la parte de las encuestas referentes al modo de acceso de los estudiantes y trabajadores a la Ciudad Universitaria: modo de llegada a la zona y, en el caso del transporte público, cómo accede al centro de destino (dispersión), desde la parada/estación de llegada.

#### 4.2.1 MODOS DE ACCESO A CIUDAD UNIVERSITARIA Y DISPERSIÓN HASTA EL CENTRO O FACULTAD

Para acceder a la Ciudad Universitaria, el 38,16% utiliza el metro, que es el modo mayoritario; 15,68% se desplaza en autobús (urbano o interurbano) y el 24% utiliza el coche. El 9,19% de viajes son realizados en bicicleta, un valor bastante elevado<sup>2</sup>, consecuencia de la edad de la población y condiciones de la zona.

TABLA 1 RELACIÓN DE VIAJES POR MODOS DE TRANSPORTE PARA ACCESO A CIUDAD UNIVERSITARIA Y DISPERSIÓN HASTA EL CENTRO O FACULTAD

MODO ACCESO			MODO DISPERSIÓN		
<b>Coche</b>	27,66%	<b>39.653</b>			
<b>Taxi</b>	0,23%	<b>329</b>			
<b>Moto</b>	1,67%	<b>2.399</b>			
<b>Metro</b>	38,16%	<b>54.706</b>	Autobús	18,30%	10.012
			Bicicleta	0,93%	510
			A pie	80,77%	44.184
<b>Autobús</b>	15,68%	<b>22.484</b>	Autobús	5,00%	1.123
			Bicicleta	0,69%	154
			A pie	94,32%	21.207
<b>Bicicleta</b>	7,41%	<b>10.631</b>			
<b>A Pie</b>	9,19%	<b>13.171</b>			

El *modo de dispersión* para llegar a la facultad o centro de destino cuando el viajero llega en metro y autobús a Ciudad Universitaria. La tabla muestra los porcentajes de cada uno, donde hay que destacar que este desplazamiento se hace mayoritariamente a pie (81% de los que llegan en metro y 94% de los que llegan en autobús). La diferencia responde a que lo que llegan en metro utilizan en un 18% de los casos el autobús para llegar a su destino, mientras que si llegan en autobús, sólo un 5% se transfiere a otra línea de bus. Si se tiene en cuenta que el modo mayoritario es el metro, la transferencia de viajeros de este modo hacia el autobús supone casi un 50% de demanda añadida (10.000 viajes), lo que se manifiesta en la sobreocupación de los autobuses internos a la Ciudad Universitaria, sobre todo en la hora punta.

Según la EDM'04<sup>3</sup> la zona de Ciudad Universitaria atrae 143.373 viajes día. Aplicando la distribución modal que ofrece la encuesta, 54.706 viajeros utilizan el metro, de los cuales 44.184 se desplazan a pie hasta su centro o facultad de destino desde la estación, mientras que 10.012 se desplazan en autobús.

#### 4.2.2 ESTACIONES DE METRO: CIUDAD UNIVERSITARIA, MONCLOA Y METROPOLITANO

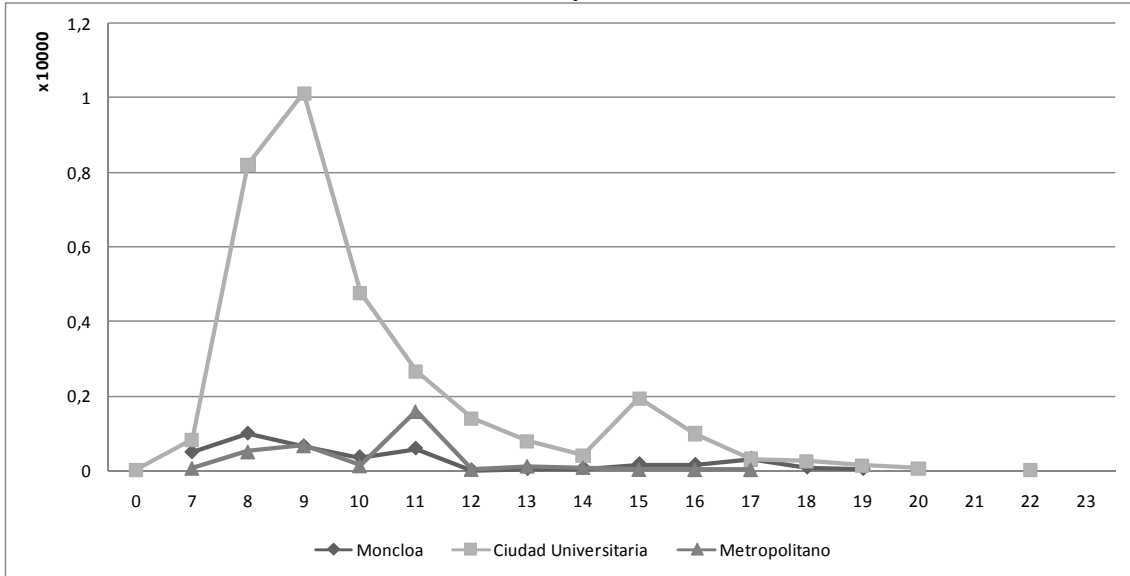
La estación de metro más concurrida es *Ciudad Universitaria*. A esta estación llega el 77,63% de los viajeros que acceden en metro, a *Moncloa* el 9,48%, a *Metropolitano* el

<sup>2</sup> Se detecta un sesgo entre las respuestas a la encuesta, que no se ha podido cuantificar, pues se percibe una alta participación de personas motivadas en el uso de bicicleta, lo que puede explicar algunas cifras algo elevadas entre los usuarios de este modo.

<sup>3</sup> Encuesta Domiciliaria de Madrid, realizada en noviembre de 2004 por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid.

9,81% y a otras estaciones el 3,08%. Por tanto, la estación *Ciudad Universitaria* se configura claramente con el punto central de un posible sistema de préstamo de bicicleta.

La hora punta de la estación *Ciudad Universitaria* ocurre entre las 9 y 10 am, quintuplicando la demanda de las dos estaciones siguientes: *Moncloa* y *Metropolitano*. En la primera, la hora punta es más temprana a las 7 y 9 am, mientras que en *Metropolitano* está menos concentrada -se extiende entre 10.00 y 12.00.



**GRÁFICO 2 ATRACCIÓN DE VIAJES POR HORA EN LAS ESTACIONES DE METRO: MONCLOA, CIUDAD UNIVERSITARIA Y METROPOLITANO**

Fuente: EDM 04

### 4.2.3 TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO HASTA EL CENTRO DESDE EL TRANSPORTE PÚBLICO

Existe relación entre el tiempo de dispersión y el modo de transporte, ya que las personas tienden a utilizar modos motorizados para viajes de mayor distancia y así reducir la duración. Tal es el caso de Ciudad Universitaria donde las personas utilizan más el autobús cuando el tiempo de viaje supera los 10 minutos. En este sentido, para distancias cortas las personas se desplazan a pie. Asimismo existe un “umbral” de distancia de viaje para cambiar de modo, específicamente al modo bicicleta, esta posibilidad se analiza en este apartado.

Globalmente el 85,23% de los viajes de dispersión se realizan a pie (122.000 viajes), y el 91% de los viajes de menos de 5 minutos se realizan a pie.

Agrupando los viajes por modo, tal como se observa en el gráfico: los viajes de 1-5 minutos son más frecuentes a pie que en autobús, 44,72% a pie frente al 25,35% en autobús. Siendo el autobús utilizado con mayor frecuencia en los viajes de 5-10 minutos, 42,40% en autobús frente al 33,26% a pie. Igualmente, los viajes superiores a 15 minutos son más frecuentes en autobús (11,03%) que a pie (6,27%).



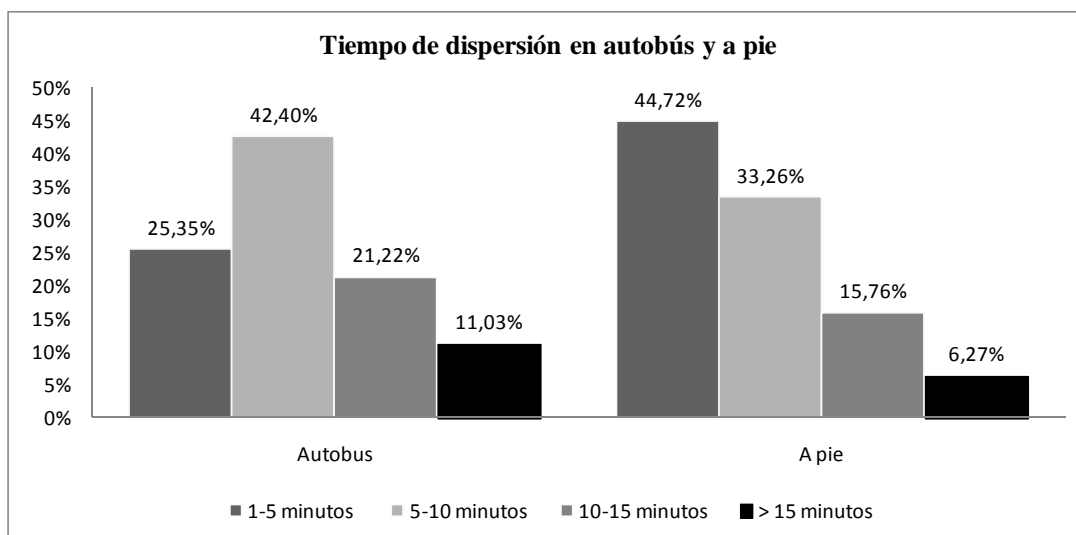


GRÁFICO 3 TIEMPO DE DISPERSIÓN A PIE Y EN AUTOBÚS DESDE LA ESTACIÓN/PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO

En el gráfico se observa que existe un elevado porcentaje de viajes en autobús, que duran menos de 5 minutos, 25,35%, transferibles a la bici o a pie. El cambio modal reduciría el tiempo a 2 minutos o menos. Asimismo, los viajes que se realizan a pie en menos 10 minutos, 77,98%, también son viajes potencialmente transferibles a la bici. Globalmente, 76% del total, 108.000 viajes potenciales para el modo bici.

Un trayecto relativamente corto es más susceptible de ser realizado en bicicleta; si es muy breve, se realizará a pie; si es más largo en autobús. Existe, por tanto, una significativa relación entre el tiempo de dispersión hasta llegar a su centro de destino y su disposición a usar la bici. Esto es porque la distancia es un factor muy influyente en la elección modal; el tiempo de viaje aumenta o reduce las posibilidades de cambiar de modo de dispersión. En definitiva, los potenciales usuarios del sistema de bicicleta de préstamo son los que se tienen desplazamientos de dispersión en autobús de 1-5 minutos; a pie entre 1 y 10 minutos.

### 4.3 MOVILIDAD INTERNA EN CIUDAD UNIVERSITARIA

La media de viajes realizados en el día por una persona en el interior de la Ciudad Universitaria es de 1,34 viajes/día, como se muestra en tabla adjunta.

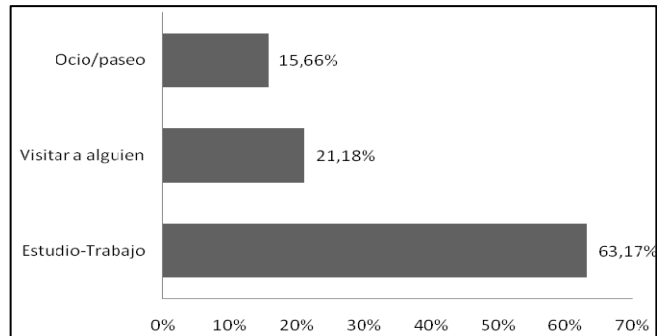
TABLA 2. ESTADÍSTICOS DE VIAJES

Resumen Estadístico	
Media general	1,34
Media los que viajan	2,50
Mediana	1,00
Desviación típica	1,50
Varianza	2,26
Asimetría	0,88
Curtosis	0,06
Rango	6,00

Esta cifra aumenta hasta 2,50 viajes/día, considerando sólo los que realizan algún desplazamiento, pues hay un 35,80% de estudiantes y un 49,83% de trabajadores que no se mueven del centro al que acuden. La tabla muestra los estadísticos de viajes internos por persona al día. Estos valores, significativamente elevados y los estadísticos asociados indican que son bastantes consistentes dentro de la variabilidad de la muestra.

### 4.3.1 MOTIVOS DE VIAJES INTERNOS

El motivo principal de los viajes internos es *estudio-trabajo*, que alcanza el 63% del total (54.000 viajes), realizados, por estudiantes y no estudiantes en proporciones similares. Le siguen en importancia los viajes *para visitar a alguien*, el 21% de los viajes internos (18.000 viajes diarios). Este motivo es más frecuente entre los estudiantes, pues 65% realizan alguna visita diaria a otro centro.



### 4.3.2 MODOS DE TRANSPORTE PARA VIAJES DENTRO DEL CAMPUS (VIAJES INTERNOS)

La zona universitaria presenta una elevada movilidad diaria dentro del campus, que afecta al 60% de los estudiantes/trabajadores. Esta elevada movilidad interna supone un nicho de potencial uso de la bicicleta, por las distancias medias y el efecto disuasorio de la espera al autobús en trayectos cortos. Así lo manifiestan los resultados recogidos en el gráfico, que indican que la movilidad interna se realiza fundamentalmente caminando. Los viajes realizados a pie son el 72,52%, seguido del autobús con el 19,50%.

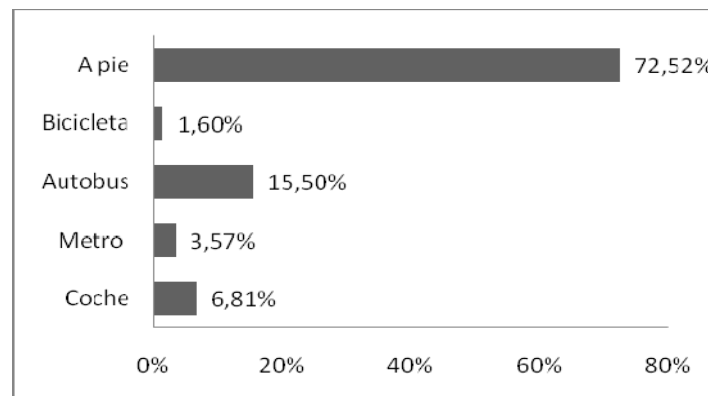


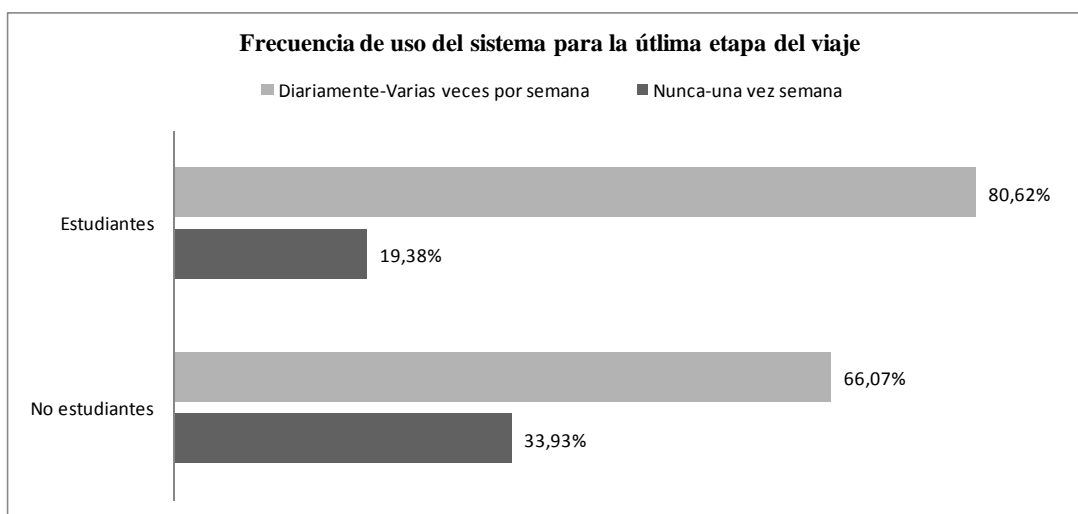
GRÁFICO 5 - REPARTO MODAL DE VIAJES INTERNOS

Cabe resaltar que al analizar los modos de transporte de los viajes internos, el grupo de estudiantes posee el 62% del total de viajes cuando suponen un 76,35% de la población universitaria. El 66,92% de viajes internos de estudiantes se realiza a pie, 14,71% de los viajes en autobús y 6,80% en metro. La bicicleta alcanza el 5,76% de los viajes, porcentaje bastante similar al del coche para la totalidad de la población -6,81%- . Este hecho significa una elevada movilidad en bicicleta para los viajes internos y apunta el gran potencial que podría tener un sistema de bici pública.

### 4.4 USO POTENCIAL DE LA BICI DESDE EL TRANSPORTE PÚBLICO HASTA EL CENTRO DE DESTINO

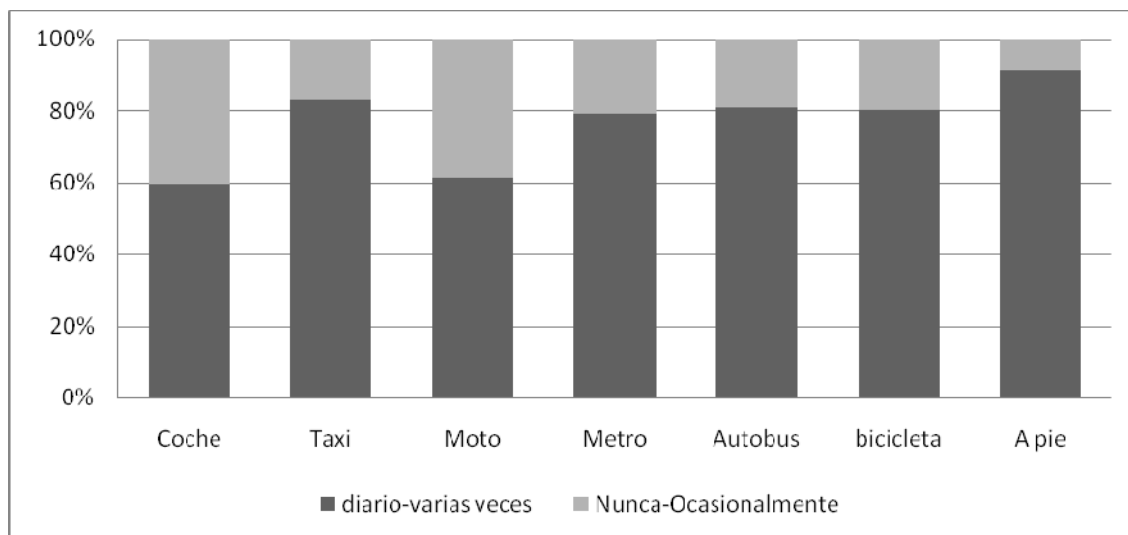
En términos generales un 76% de la población universitaria, 75.000 usuarios, declara que utilizarían *diariamente o varias veces por semana* la bici pública para realizar la

última etapa del viaje hasta el centro o facultad. A esto se añade 10.000 usuarios ocasionales (10,84%), con una frecuencia de una vez por semana.



La implementación de la bicicleta pública en una zona universitaria va enfocada mayormente a los estudiantes, los cuales están más dispuestos a utilizar el modo. El número de futuros usuarios que usarían el sistema diariamente o varias veces por semana es más del 80% entre los estudiantes y 66,07% entre los trabajadores o no estudiantes.

Un aspecto importante es la relación entre el conocimiento de los sistemas de bici pública y la tendencia declarada a utilizar el sistema propuesto. El 80,33% de las personas que indican conocer algún sistema de préstamo o bici pública declaran estar dispuestos a utilizar el sistema con mucha frecuencia, mientras que entre las que no lo conocen, la proporción es menor, 74,26%.



**GRÁFICO 6 USUARIOS DISPUESTOS A USAR EL SISTEMA DE PRÉSTAMO SEGÚN MODOS DE ACCESO A LA CIUDAD UNIVERSITARIA**

Los usuarios habituales de modos de transporte no motorizados presentan mayor disponibilidad al uso de bici pública. Ocurre lo contrario con modos motorizados con los usuarios habituales del coche y la moto. La disponibilidad a utilizar la bici *diariamente o varias veces por semana* es superior al 60% en todos los casos, excepto

entre los que acceden a la Ciudad Universitaria en coche (59,65%). Globalmente, el 77,18% de la población de Ciudad Universitaria estaría dispuesto a utilizar la bicicleta para completar su desplazamiento diariamente o varias veces por semana; entre los que llegan en metro esta proporción sería de 79,22% y del 80,93% entre los que acceden en autobús.

Es evidente la marcada diferencia entre los usuarios de transporte público y privado, ya que sólo el 58,1% declaran que utilizarían la bici en algunas ocasiones, implicando este en algunos casos un cambio modal o dejar el coche en cerca del punto de préstamo. Aún así los resultados muestran, en todos los casos, elevada disposición favorable el uso de la bici como modo de transporte para la última etapa del viaje al centro o facultad.

#### 4.5 USO DE LA BICI EN LA MOVILIDAD INTERNA

Aunque la bicicleta podría ser un modo alternativo para la última etapa del viaje a la universidad (la primera en el viaje de vuelta), existe un potencial aún mayor en los viajes internos de comunicación entre centros. La longitud media de estos viajes los hace especialmente aptos para la bicicleta. La disponibilidad de la bicicleta facilitaría el aumento de la relación entre centros: el 76,90% declara que realizaría más viajes internos si dispone de un sistema de préstamo de bicicletas. Unos 17.000 declaran que lo utilizarían diariamente y 45.000 con una frecuencia de dos o tres veces por semana. Entre ellos hay 6.000 usuarios no interesados en utilizar el servicio para acceder al centro –gran parte son usuarios de coche–, pero que están interesados en usarlo para la movilidad interna, facilitando contactos que ahora no realizan.

##### 4.5.1 AUMENTO DE LA MOVILIDAD CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Los estudiantes presentan mayor disponibilidad al uso del servicio, el 80,87% afirma realizaría más viajes internos con la puesta en marcha del sistema y sólo el 19,13% no modificaría la movilidad interna. Cuando se trata de no estudiantes, el 67,89% manifiesta que realizaría más viajes internos por semana, mientras que el 32,11% no cambiaría.



GRÁFICO 7 GENERACIÓN DE MÁS VIAJES INTERNOS CON UN SISTEMA DE PRÉSTAMO DE BICICLETA

Existe una estrecha relación entre la disponibilidad a realizar viajes internos en bici y el número de viajes internos declarados por las personas. Cuanto mayor es la movilidad interna, mayor es la disposición a utilizar la bici para esos viajes. La disponibilidad de bicicletas de préstamo añade otra opción modal, lo que aumenta la generación de viajes, reduce los viajes motorizados y reduce el tiempo, en el caso de los viajes internos a pie.

## **5 ESCENARIOS PLANTEADOS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE PRÉSTAMO**

Para definir las características que debería tener el sistema UNIBICI de préstamo de bicicletas, se han planteado a los encuestado una serie de escenarios acerca de las infraestructuras necesarias y la estructura tarifaria del sistema.

### **5.1 INFRAESTRUCTURAS**

Se han planteado cinco escenarios con diversos niveles de provisión de infraestructuras para evaluar su influencia en el uso potencial del sistema de préstamo. En la gráfica siguiente se muestra el impacto sobre la utilización del sistema de cada alternativa.

*Escenario I-1: Red de vías ciclistas segregadas del tráfico en el campus y puntos de préstamos a distancia máxima de 250 metros.*

Este escenario ofrece al usuario red de vías ciclistas segregadas del tráfico en el campus y puntos de préstamos de bicis a 250 m como máximo de cada centro. Para ello se precisarían 16 bases para préstamo y devolución de las bicicletas.

*Escenario I-2: Control de la circulación en Ciudad Universitaria y puntos de préstamos a distancia máxima de 250 metros.*

Tiene menor aceptación, sólo el 21% de las personas encuestadas afirma que utilizaría diariamente el sistema bajo las condiciones indicadas. Este escenario no ofrece carril bici y los puntos de préstamo se encuentran a distancia máxima de 250 metros. El efecto de mover los puntos de préstamo de las puertas de los centros y no disponer de carril bici, tiene trascendencia debido a la seguridad que ofrece al usuario el carril exclusivo para bicicleta. Cabe destacar que uno de los principales atractivos la bici es, precisamente, la modalidad de transporte puerta a puerta, y que el hecho de depositar y recoger a 250 metros del centro reduce las comodidades del servicio.

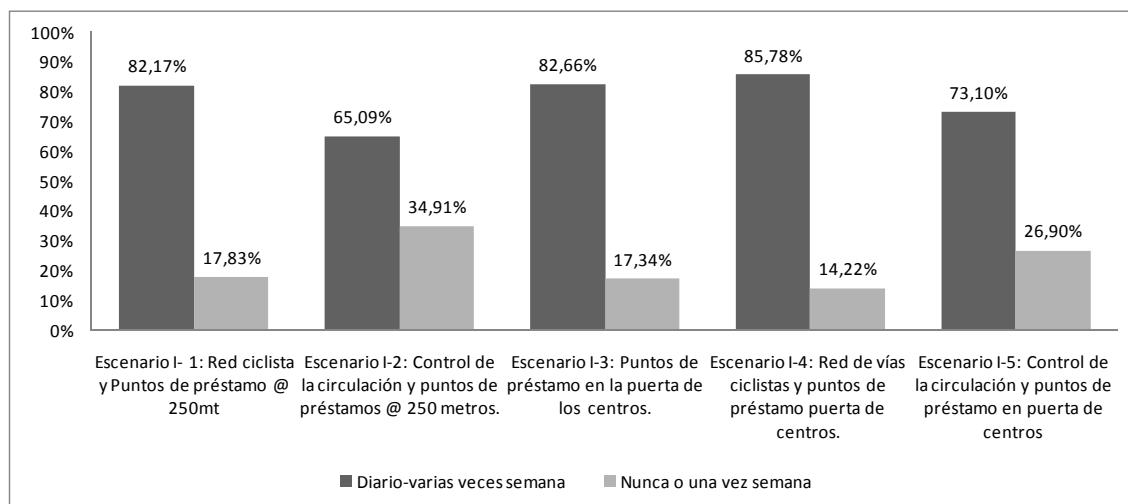
*Escenario I-3: Puntos de préstamo en la puerta de los centros. No existe carril bici.*

*Escenario I-4: Red de vías ciclistas segregadas del tráfico en el campus y puntos de préstamo en la puerta de los centros.*

En los escenarios 3 y 4 existe mayor disposición a usar el sistema diariamente. Se deduce que la localización de los puntos de préstamo en la puerta de los centros es un factor influyente en el uso del sistema. Estos escenarios son los preferidos por los usuarios pero requieren una elevada inversión y mantenimiento al crecer en número de bases requeridas.

*Escenario I-5: Control de la circulación y puntos de préstamo en la puerta de los centros.*

En este caso se manifiesta también la influencia de la cercanía de los puntos de préstamo en la aceptación del sistema. La no existencia de vía reservada para bici se compensa con la disponibilidad de los puntos de préstamo más cerca del usuario. De manera que el 70% de las personas afirma que utilizaría el sistema *diariamente o varias veces por semana*.



**GRÁFICO 8 DISPOSICIÓN A USAR UNIBICI SEGÚN LA DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS**

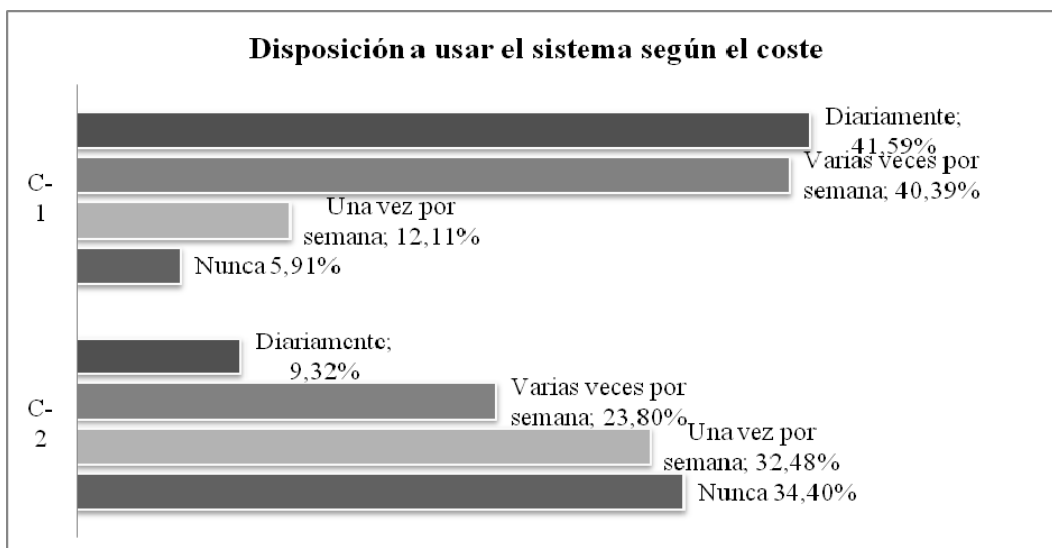
Los escenarios muestran, en diferentes proporciones, la exitosa acogida del sistema e indica que la cercanía del lugar de aparcamiento y segregación de vías son factores clave para su uso.

## 5.2 COSTES PARA EL USUARIO

El segundo grupo de alternativas a los que se enfrentó a los encuestados se refiere a los costes que estarían dispuestos a asumir para aceptar usar el servicio. En ambos escenarios se parte de que habría que inscribirse en el sistema UNIBICI con un coste anual de 15 euros. Las dos alternativas de gestión serían:

- *Escenario C-1: Primera 1/2 hora gratis, posteriores 1 euro/hora*
- *Escenario C-2: Primera 1/2 hora 50 cent, posteriores 1 euro/hora*

Los resultados muestran que la influencia de la tarifa en la aceptación el sistema es muy importante. El número de usuarios frecuentes (*varias veces por semana o diariamente*) descendería del 81,98% del escenario C-1 al 33,12%, con dadas las marcadas diferencias entre los escenarios planteados (gratis o no) se considera importante el aspecto económico e influyente en las decisiones de los usuarios; es decir de 35.000 a 6.000 usuarios diarios de toda la población de la Ciudad Universitaria.



**GRÁFICO 9 DISPOSICIÓN A USAR UNIBICI SEGÚN PRECIO DEL SISTEMA AGRUPADOS POR ESCENARIOS**

El efecto contrario se daría en los usuarios esporádicos, la tarifa de la primera media hora reduciría a usuarios ocasionales a los que, en caso de ser gratis, utilizarían el servicio frecuentemente. Los usuarios que declaran que no lo utilizarían nunca pasan del 5,91% cuando es gratis, al 34,40% si se cobra alguna tarifa.

Combinando las dos opciones, se puede estimar que sólo el 5% (5.000 usuarios) utilizaría el sistema diariamente bajo cualquiera de las dos condiciones de coste. Es decir, que sólo 5.000 personas utilizarían el sistema de bici pública con coste alguno o sin él.

De estos resultados parece extraerse que el servicio debería, en su lanzamiento, ser gratis en la primera media hora. Posteriormente, a medida que aumente el número de usuarios, podría establecerse una tarifa, como medio de regular la demanda, adecuándola a la oferta.

## 6 CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una encuesta para analizar el potencial de uso que un sistema de préstamo de bicicleta podría tener en la Ciudad Universitaria de Madrid. Se ha recogido información respecto a las preferencias de los posibles usuarios, las barreras y motivaciones que estos perciben ante el uso de la bici.

Parece claro que la implantación de un sistema de bici pública sería un proyecto con altas expectativas de desarrollo. De la población, el 75,79% (89.000 usuarios) utilizaría *diariamente o varias veces por semana* el sistema de préstamo para realizar la última etapa de su viaje de ida, desde la estación de metro/bus de acceso a la Ciudad Universitaria. Más elevada incluso sería la utilización para la movilidad interna: 80,53% (94.000 usuarios).

En segundo lugar, existe una elevada movilidad dentro del campus de Ciudad Universitaria, con una media general es 1,35 viajes por persona y día. La implementación de UNIBICI incrementaría este tipo de movilidad interior, ya que el 76,88% afirma realizaría más viajes con la puesta en marcha del sistema.

En cuanto a los factores limitantes funcionales para el uso de la bici, se han identificado los siguientes: la peligrosidad –asociada a la existencia de carriles exclusivos–, las distancias y la disponibilidad de instalaciones complementarias (lugar para guardar la bici, duchas, etc.). Sin embargo, son factores que condicionan menos el uso de la bici, la orografía del terreno y la comodidad de usar otros transportes. Sorprendentemente, la condición física y tener ya bici parecen irrelevantes. Se manifiesta claramente que aquellos que conocen los sistemas de bicicleta pública, acogerían mejor el sistema UNIBICI, por lo que denota que se precisan campañas de información y concienciación para aumentar el grado de aceptación.

Por último, la evaluación de los escenarios indica que la cercanía de los puntos de préstamo es el elemento importante a la hora de utilizar con mayor o menor frecuencia el sistema de bicis, mucho más importante que la existencia de carriles bici. El precio del préstamo es un elemento determinante en el uso del sistema. Cuanto menor es el coste, mayor es la aceptación de los usuarios y la demanda del sistema.

En definitiva, la zona de Ciudad Universitaria tiene alto potencial de usuarios de la bicicleta de préstamo y esto mejoraría aún más con medidas de templado del tráfico, que garanticen velocidad moderada en los coches, y con la construcción de infraestructuras de apoyo adecuadas.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Equipo UNIBICI. (2008). *Informe Proyecto UNIBICI*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Goldsmith, S. (1992). Case study No. 1: Reasons why bicycling and walking are and are not being used more extensively as travel modes. In National Bicycling and Walking Study. Washington, D.C.

IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España*. Madrid.

Luce, R. D., & Tukey, J. W. (1964). Simultaneous conjoint measurement: a new type of fundamental measurement. *Journal of mathematical psychology I* (1), 1-27.

Martínez, V. (2004). *Diseño de encuestas de opinión*. Madrid: RA-MA.

McClintock, H., & Clearly, J. (1996). Cycle facilities and Cyclists' safety. *Transport Policy* (3), 67-77.

Noland, R., & Kunreuther, H. (1995). Short-run policies for increasing bicycle transportation for daily commuters trips. *Transport Policy* 2 , 67-79.

Ortúzar, J. d., & Lacobelli, A. (1999). Estimating demand for a cycle-way network. *Transportation Research Part A* , 34 (2000), 353-373.

Ortúzar, J. de D. (2000). *Modelos de demanda de transporte*. Universidad Católica de Chile, Chile: Alfa y Omega. .

Wardman, M., Tight, M., & Page, M. (2007). Factor influencing the propensity to cycle to work. *Transportation Research Part A* (41), 339-350.

Williams, J., & Larson, J. (1996). Promoting bicycle commuting: understanding the customer. *Transportation Quarterly* , 50, 67-78.

Winters, M., & Friesen M., K. (2007). Utilitarian Bicycling-a multilevel analysis of climate personal influences. *American Journal of Preventive Medicine* , 32 (1), 52-58.