

“ANÁLISIS DE LOS VALORES DEL TIEMPO Y DE LA DEMANDA POTENCIAL DEL TRANVÍA PARA LOS ALUMNOS UNIVERSITARIOS EN TENERIFE¹”.

González Marrero, Rosa Marina

Universidad de La Laguna

Departamento de Análisis Económico. Facultad de CC Económicas y Empresariales. Campus de Guajara. Camino de la Hornera s/n. 38071 La Laguna. S/c de Tenerife.

TFNO: 922 317 113. FAX: 922 317 204

RESUMEN:

Los importantes problemas de movilidad que caracterizan a la isla de Tenerife derivan, en gran medida, del aumento en el número de viajes en coche. Ello ha provocado un incremento en los niveles de congestión, en la contaminación medioambiental, en el uso del suelo destinado a carreteras y en definitiva, ha derivado en la aparición de todas las externalidades negativas asociadas al uso abusivo del vehículo privado.

Esta situación se reproduce en los accesos a los campus universitarios, los cuales se encuentran masificados de coches. La mayoría de los alumnos acceden a los centros conduciendo su vehículo privado y de éstos la mayor parte se desplazan solos. Además, los alumnos que utilizan el transporte público (autobús) lo hacen mayoritariamente por no disponer de coche y por tanto, se trata de una demanda cautiva que pasará a utilizar el vehículo privado desde que sus condiciones económicas se lo permitan. Por ello, la introducción del tranvía en el corredor Santa Cruz- La Laguna, donde se concentra la mayoría de los alumnos universitarios, parece una buena oportunidad para que el transporte público adquiera un mayor grado de penetración.

¹ Deseo mostrar mi agradecimiento a los distintos sectores de la Universidad de La Laguna por la colaboración prestada para llevar a cabo la encuesta sobre las alternativas de transporte y, muy especialmente, a los alumnos por su participación a la hora de rellenar el cuestionario. Agradezco la financiación recibida por Excmo. Cabildo Insular de Tenerife para la elaboración de dicha encuesta y el apoyo del coordinador General del Área de Movilidad y Seguridad. También he de señalar la colaboración de la empresa Lussoft S.L., que donó los dos ordenadores portátiles que se sortearon entre los alumnos encuestados.

El principal objetivo que se persigue en este trabajo es conocer cuál es la predisposición a cambiar de modo de transporte que muestran los alumnos y estimar la demanda potencial del tranvía por parte de los alumnos. Para ello, se diseñó una encuesta de preferencias reveladas y declaradas que se realizó en internet entre los alumnos universitarios en los momentos previos a la introducción del tranvía. La muestra obtenida ascendió a 2.212 alumnos y con ella es posible caracterizar el perfil de los alumnos, determinar que usuarios son los que muestran una mayor predisposición a cambiar de modo y evaluar la importancia que conceden a los atributos de los modos.

Para la consecución de estos objetivos se realiza un análisis descriptivo de la muestra obtenida y además se especifican modelos logit binomiales con los se estima la probabilidad de elegir el tranvía frente a la opción que elegían antes de la introducción del mismo. A partir de estas estimaciones es posible derivar los valores del tiempo por modo de transporte y según los distintos componentes del tiempo de viajes en transporte público (tiempo de acceso hasta la parada, tiempo en el vehículo y tiempo desde la parada de llegada hasta el destino final). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los usuarios del transporte privado son los que muestran una mayor valoración para todos los componentes del tiempo y que, al igual que ocurre para los usuarios del transporte público, valoran en mayor medida el tiempo de acceso y el tiempo desde la parada de llegada hasta el destino final.

Palabras clave: Valor subjetivo del tiempo, modelos de elección discreta, logit binomial.

CLASIFICACIÓN CÓDIGO JEL: D12, C25, R41

1. INTRODUCCIÓN.

El incremento de la movilidad en la isla de Tenerife ha ocasionado un aumento de los modos de transporte terrestre en las últimas décadas. La oferta de transporte terrestre en la isla se ha

caracterizado hasta hace muy poco por la ausencia de alternativas de tipo ferroviario o por cable, lo que ha provocado que toda la movilidad insular se haya canalizado a través de la red de carreteras, convirtiéndose en el único medio de comunicación interior. Además, estos desplazamientos en carreteras se realizan, en su mayoría, en vehículo privado.

Este comportamiento ha provocado un elevado crecimiento del número de automóviles. Así, en el año 2003 el parque automovilístico en la provincia de Santa Cruz de Tenerife era de 575.862, lo que suponía 283 vehículos por km² y 719 vehículos por cada mil habitantes. Si comparamos estas cifras con las registradas en el resto del territorio nacional, observamos que únicamente Gerona y las Islas Baleares superan el número de vehículos por cada mil habitantes con ratios de 784 y 829 respectivamente. Esto situaba a Santa Cruz de Tenerife, en el año 2003, como la tercera provincia de España con mayor índice de motorización. Las últimas cifras de las que se dispone en la dirección general de tráfico son del año 2005 y muestran que el parque automovilístico de Tenerife asciende a 660.517 y el ratio de vehículos por 1.000 habitantes es de 706, situando a Santa Cruz de Tenerife como la sexta provincia con mayor índice de motorización.

Además, en el año 2003 en la isla de Tenerife se alcanza un ratio del orden de 6 kms de viario por cada Km² de suelo no protegido, valor superior al que se da en el resto del territorio nacional. Esto supone que la relación de vehículos por kilómetro de carretera sea de 274 mientras que la media nacional es de 152,92. Este dato pone de manifiesto el nivel de saturación de la red en Tenerife que ha venido inducido por su ampliación, generándose un círculo vicioso de aumento de carreteras que induce aumento de vehículos. Esta situación resulta totalmente insostenible, máxime en un contexto insular.

El comportamiento descrito lleva asociado un conjunto de externalidades negativas, efectos no deseables, tales como accidentes, congestión del tráfico, contaminación medioambiental, un desproporcionado uso del suelo destinado a las carreteras, etc. Para frenar este proceso es

necesario ofrecer un transporte público competitivo que resulte atractivo para los usuarios en términos de tiempo de viaje, frecuencia y fiabilidad.

La situación general del tráfico de la isla de Tenerife se reproduce, también, en el entorno de los campus universitarios. Durante los últimos años, se ha observado como cada vez es más difícil llegar a tiempo a los centros de estudio y, mucho más, conseguir un aparcamiento. A medida que crecían los aularios se multiplicaban las zonas dedicadas a estacionamientos, las cuales se encuentran abarrotadas de coches.

Todo ello hace que tenga una gran importancia abordar estudios que intenten profundizar en los patrones de movilidad de los viajeros y evaluar las consecuencias que pueden tener distintas políticas de transporte, como, por ejemplo, la introducción de un nuevo modo de viaje.

En el momento en que se planteó la realización de este trabajo era inminente la puesta en funcionamiento del tranvía en la zona metropolitana de la isla de Tenerife, específicamente en el corredor Santa Cruz-La Laguna. En este corredor se concentra, tal y como veremos más adelante, el mayor porcentaje de alumnos de la Universidad de La Laguna y, por lo tanto, cabe esperar que buena parte de los alumnos universitarios utilizará el servicio del tranvía para desplazarse a los centros de estudio. Por ello, uno de los objetivos que se persigue en este trabajo es conocer como son los patrones de movilidad de los alumnos, antes de la introducción del tranvía, para poder compararlos –en un estudio posterior- con los que se darán cuando este nuevo modo de transporte esté funcionando.

Los momentos previos a la implantación del tranvía constituyen una oportunidad inmejorable para conocer la predisposición a cambiar de modo de transporte que declaran los alumnos de ahí que el segundo gran objetivo que se persigue en este trabajo sea el de determinar la demanda potencial del tranvía por parte de los alumnos e identificar qué viajeros –usuarios

del vehículo privado, de la guagua, etc.- son los que muestran una mayor predisposición a cambiar de modo de viaje.

Para la consecución de los objetivos planteados, se realiza una encuesta de las denominadas “preferencias reveladas” y “preferencias declaradas” de los alumnos universitarios.

Con el análisis de las preferencias reveladas se estudian las preferencias de los alumnos cuando deciden el modo de transporte en el que se desplazan hasta los centros de estudio. Para ello, se confecciona un cuestionario que permite caracterizar la elección actual de modo de transporte, las condiciones del viaje, los modos de transporte disponibles, etc. En definitiva, un cuestionario en el que el encuestado revela su comportamiento actual.

El estudio de las preferencias declaradas, permite anticipar cómo se modificará el comportamiento de los alumnos universitarios ante la introducción de un nuevo modo de transporte, en este caso el tranvía. Para ello, hay que diseñar un cuestionario en el que se simula como sería el viaje en el tranvía (tiempo, frecuencia, precio, etc) y se pregunta acerca de si lo utilizarían, o no, para desplazarse a los centros de estudios.

El hecho de que el tranvía estuviera funcionando a modo de prueba durante un tiempo previo a su inauguración, junto con la importante campaña publicitaria que se hizo, nos permite garantizar que la mayoría de los alumnos tenían información del tranvía e incluso lo habían visto funcionando. De ahí que estemos ante “un laboratorio real” en el que se puede presentar a los usuarios una nueva alternativa de viaje sin necesidad de construir escenarios hipotéticos, como suele hacerse en los estudios de preferencias declaradas.

Los resultados de la encuesta nos permiten caracterizar el comportamiento de los estudiantes universitarios cuando deciden el modo de transporte en el que se desplazan al centro de estudios. Además, con esta información se estiman una serie de modelos de elección discreta, que parten de la teoría de la utilidad aleatoria. La especificación econométrica utilizada es la

del Logit Simple a partir de la cual se derivan los valores del tiempo de viaje de los usuarios de los distintos modos de transporte, permitiendo realizar una comparación entre ellos.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma: En la sección 2 se presentan los fundamentos teóricos de los modelos de elección discreta y se muestran las especificaciones econométricas que se utilizan para estimar los modelos. En el apartado 3 se analiza la representatividad de la muestra obtenida y se realiza un análisis descriptivo de la misma. En el apartado 4 se incluyen y comentan los resultados de los modelos estimados. Finalmente, se exponen las conclusiones y algunas recomendaciones de política de transporte que pueden desprenderse a partir de los resultados obtenidos en este estudio.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

La mayoría de los modelos de elección discreta parten de **la Teoría de la Utilidad Aleatoria** (Domencich y McFadden, 1975; y más recientemente Ben Akiva y Lerman, 1985) donde se postula que el individuo q asocia a cada alternativa (i) una utilidad de tipo estocástico (U_{iq}), eligiendo aquella alternativa que maximiza su utilidad.

La imposibilidad de apreciar, por parte del analista, todos los atributos y variaciones en los gustos que rigen el comportamiento de los individuos, así como los errores de medición, hacen necesario considerar que la utilidad es la suma de dos componentes diferenciados:

$$U_{iq} = V_{iq} + e_{iq}, \quad (1)$$

donde V_{iq} es un componente determinístico que es función de los atributos medibles², y e_{iq} es un componente aleatorio o estocástico, que recoge todo lo que el investigador es incapaz de medir y permite explicar aparentes irracionalidades.

De acuerdo con la teoría de la maximización de la utilidad, el individuo q elige la alternativa i siempre y cuando la utilidad de esta alternativa sea mayor que la asociada a cualquiera de las

² La función de utilidad utilizada en los modelos de demanda de transporte ha incluido tradicionalmente como variables explicativas la renta del individuo, el tiempo del viaje y el coste del mismo. Las consideraciones acerca de las variables relevantes se basan en el trabajo de Train y McFadden (1978).

restantes j , ambas pertenecientes al conjunto de alternativas disponibles para el individuo q ($A(q)$):

$$U_{iq} \geq U_{jq}, \forall j \in A(q), i \neq j \quad (2)$$

es decir,

$$V_{iq} + e_{iq} \geq V_{jq} + e_{jq} \Rightarrow V_{iq} - V_{jq} \geq e_{jq} - e_{iq} \quad (3)$$

Dado que el analista no conoce $(e_{jq} - e_{iq})$, no puede asegurar si la expresión (3) se cumple o no y, por lo tanto, sólo puede plantear la probabilidad de que ocurra. De este modo, la probabilidad de escoger la alternativa i viene dada por:

$$P_{iq} = \text{Prob} \{e_{jq} \leq e_{iq} + (V_{iq} - V_{jq}), \forall j \in A(q)\} \quad (4)$$

Los residuos, e , son variables aleatorias con media cero, que darán lugar a distintos modelos probabilísticos dependiendo de la distribución estadística que se considere.

Dado que los individuos eligen la alternativa que les reporta la máxima la utilidad, U_{iq} es una función de utilidad indirecta condicional a la elección de una alternativa (FUIC), que puede especificarse de forma apropiada a partir de un modelo microeconómico de comportamiento del consumidor. Los primeros en establecer un fundamento microeconómico para los modelos de elección del modo de viaje a partir de un modelo de elección entre bienes y ocio fueron Train y McFadden (1978). Posteriormente, diversos autores han extendido su marco teórico incluyendo nuevos argumentos en la utilidad directa y restricciones adicionales en el problema del consumidor³. En esta línea, Bates (1987) propone un modelo de elección de modo más general, acorde con el modelo microeconómico de asignación del tiempo planteado por DeSerpa (1971), en que la FUIC de una alternativa i puede aproximarse como una función lineal en el tiempo (T_i) y el coste del viaje (c_i) en cada alternativa:

$$V_i = a_i + b_c c_i + b_T T_i \quad (5)$$

³ Para una revisión de los distintos modelos, véase González (1997) y Jara-Díaz (1998).

De acuerdo con este planteamiento, el parámetro del coste (b_C) coincide con la utilidad marginal del ingreso cambiada de signo y el parámetro del tiempo de viaje en el modo i (b_{T_i}) con la utilidad marginal de reducir el tiempo mínimo de viaje en ese modo, también cambiada de signo. Esto hace que la tasa marginal de sustitución entre tiempo y dinero pueda calcularse como el cociente b_{T_i} / b_C . Esta tasa, que puede interpretarse como la disposición marginal a pagar por ahorrar tiempo de viaje en un modo, es lo que se ha denominado *valor subjetivo del tiempo de viaje (VST)*.

Los modelos más utilizados en la estimación de la demanda de transporte son el logit multinomial o logit simple (McFadden, 1974), que supone que los términos de error se distribuyen idéntica e independientemente Gumbel, y el logit jerárquico (Williams, 1977), que considera correlación entre determinadas alternativas incluidas en un nido y supone la existencia de un término de error adicional que sigue una distribución logística.

Otra especificación que ha sido utilizada en la estimación de la demanda de transporte, aunque de un modo menos extensivo debido a la complejidad de su proceso de estimación, ha sido la del modelo probit (Daganzo, 1979) que considera que los componentes aleatorios distribuyen normal multivariados, incorporando cualquier estructura de error que permitan los datos.

Además, se ha extendido el uso del denominado logit mixto o de parámetros aleatorios (Ben Akiva y Bolduc, 1996; Train 1997; Brownstone y Train, 1999), que es una alternativa intermedia entre el logit y el probit y que considera varios componentes de error. En este trabajo se estiman modelos logit simple utilizando el paquete Alogit 3.8

3. DATOS.

3.1 La Encuesta y la representatividad de la muestra obtenida.

La información utilizada en este trabajo se obtuvo a partir de una encuesta “no presencial” a través de Internet dirigida a los alumnos de la Universidad de La Laguna, entre el 23 de abril

y el 13 de mayo de 2007. A esta encuesta podían acceder todos los alumnos a través de la dirección de la página web del Instituto Universitario de Desarrollo Regional de la Universidad de La Laguna.

El atractivo de este tipo de encuestas es que los alumnos la pueden rellenar en cualquier momento del día y en cualquier lugar, siempre y cuando disponga de un ordenador y tengan acceso a Internet. Esto parece plausible si tenemos en cuenta que la mayoría de los centros universitarios disponen de aulas de informáticas; además un gran número de alumnos dispone de ordenador en su casa, en la residencia donde se quedan o incluso en los ciber-bares a los que pueden acudir. De esta forma, quedaba garantizado el fácil acceso al cuestionario.

La encuesta a través de Internet presenta la ventaja de que al ser rellenadas a través del soporte informático los datos quedan inmediatamente registrados en un fichero sin necesidad de hacer un vaciado de los cuestionarios como ocurre cuando se realizan en papel. También permite hacer un seguimiento instantáneo del grado de participación. Además, este tipo de encuestas también ofrece la posibilidad de interactuar con el encuestado, dado que se facilita una dirección de correo electrónico a la que pueden dirigirse los alumnos para plantear las dudas o cuestiones que le surjan. Asimismo, con la encuesta en Internet es posible incluir toda la información adicional que se desee y que se puede consultar voluntariamente. Así, en nuestro caso, se entregó información acerca de cómo es el trazado del tranvía, de la frecuencia de viaje ofrecida, del precio y de los trasbordos gratuitos con la guagua. Además, con el propósito de facilitar y disminuir el tiempo dedicado a rellenar la encuesta, se incluyeron menús desplegables acerca de los municipios de la isla, los centros universitarios, las líneas de guaguas, las paradas del tranvía, etc.; ficheros con las características del viaje en el tranvía (frecuencia de paso, precio, etc.); cálculos automáticos del tiempo de viaje, una vez que se seleccionaba la parada del tranvía en la que se subiría y la parada en la que se bajaría.

Además, en la presentación del cuestionario (que se puede consultar en el Anexo I) se les ofrecía la posibilidad imprimir una hoja de recogida de datos con la que podrá reunir parte de la información que posteriormente necesitará para rellenar la encuesta.

Antes de presentar el cuestionario como definitivo, es importante hacer algunas pruebas con alumnos. El propósito que se persigue es evaluar aspectos como: claridad en el enunciado de las preguntas, el grado de complejidad para rellenar el cuestionario, si se han excluido algunas respuestas relevantes entre las que el alumno debe decidir, etc. Se trabajó con un grupo focal formado por los alumnos de tercero de la licenciatura de Administración y Dirección de Empresas, curso 2006-07, con el que se obtuvo una muestra piloto de 20 alumnos que aportaron comentarios y sugerencias. En esta etapa se introdujeron algunos cambios en el cuestionario inicial, que ayudaron a mejorar la comprensión y facilitar la selección de respuestas.

A continuación se analiza la significatividad de la muestra obtenida y las características que definen la movilidad de los alumnos. La muestra obtenida, a partir de la encuesta realizada a los alumnos universitarios entre el 23 de abril y el 13 de mayo de 2007⁴, ascendió a 2.212 alumnos. De estos 1.203 son mujeres y 1.009 hombres, lo que supone un 54,4% y un 45,6 % de la muestra respectivamente. Estos porcentajes son similares a los que se encuentra al analizar los datos de los alumnos de nuevo ingreso en los estudios, en los cursos del 2002-03 hasta el 2005-06, donde el 57,05% son mujeres y el 42,95% hombres. Ello permite concluir que el reparto entre hombres y mujeres presente en la encuesta refleja fielmente el que se da entre el alumnado universitario.

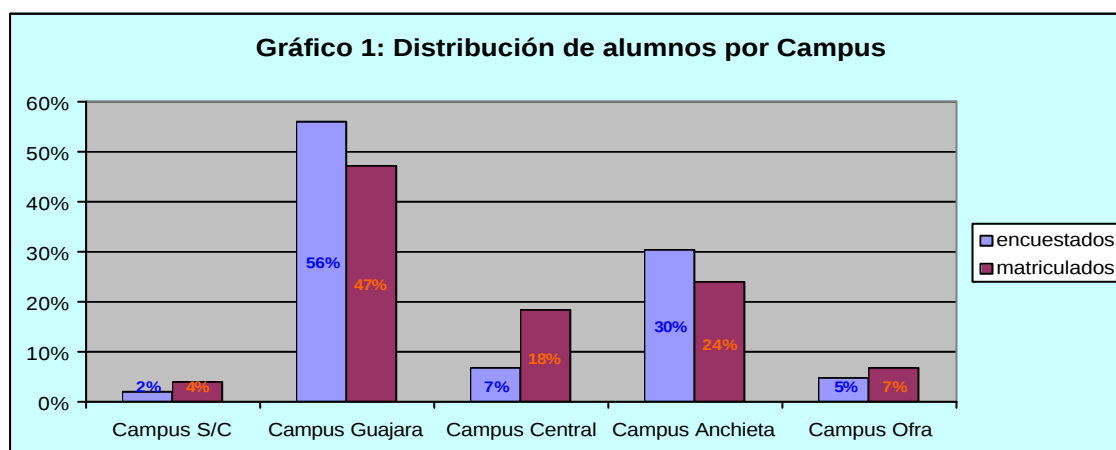
La muestra de los 2.212 alumnos encuestados supone un 10% del total de alumnos matriculados en la Universidad de La Laguna durante el primer cuatrimestre del curso 2006-2007. Este tamaño muestral es bastante superior al que se necesita, para que con un nivel de

⁴ Aunque el periodo establecido para la encuesta fue este, lo cierto es que se estuvieron recibiendo encuestas hasta finales de mayo.

confianza del 95% se admita únicamente un error del 3%, que sería de 1.067 observaciones⁵. Ello significa que si, por ejemplo, en la muestra se encuentra que el 20% de los alumnos contestan que sí elegirían el tranvía, en la población ese porcentaje se situaría entre el 17% y el 23%

Además, hay que tener en cuenta que del total de alumnos matriculados hay un porcentaje no despreciable de alumnos que no asisten habitualmente a los centros de estudio, lo que aumenta la representatividad de la muestra obtenida. Dado que el porcentaje que representa la muestra sobre la población que efectivamente acude a los centros es mayor.

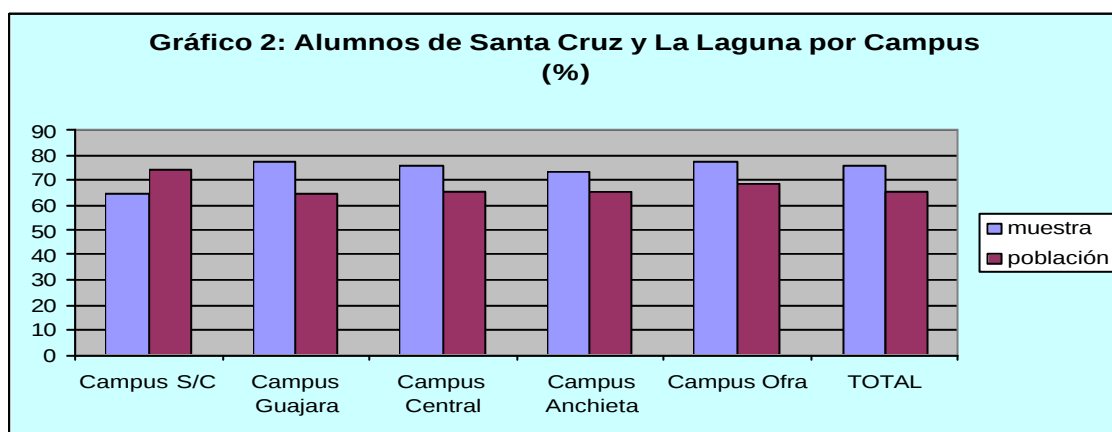
Si se compara el reparto de los alumnos matriculados entre los distintos campus universitarios con el obtenido en la muestra encuestada, se observa un comportamiento similar, manteniéndose el orden entre los campus y porcentajes muy parecidos (véase gráfico 1). Únicamente, es en el campus central en el que se observa una mayor diferencia entre lo que representan los alumnos encuestados en este campus respecto al total de encuestas (un 6,7%) y lo que suponen los alumnos matriculados respecto al total de matrícula (un 18,21%).



Además, es importante analizar si los datos obtenidos en la encuesta reproducen el reparto actual de los alumnos entre los distintos campus universitarios, de acuerdo al lugar de

⁵ Dado que la información extraída de las preguntas de la encuesta se refiere, en general, a proporciones de individuos que reúnen ciertas características, el tamaño muestral adecuado para un nivel de confianza del 95%

procedencia. Para ello, se ha utilizado la información que proporciona el gabinete de análisis y planificación de la Universidad de La Laguna referida a los municipios de los que proceden los 19.237 alumnos de nuevo ingreso en los estudios en los cursos del 2002-03 hasta el 2005-06. Se observa que la mayoría de los alumnos proceden de la isla de Tenerife, un 80,3% frente a un 19,7% que lo hacen del resto de las islas. Además, es la zona de Santa Cruz-La Laguna la que concentra el mayor porcentaje de alumnos en todos los campus, un 45% en media, lo que hace que el 49% de los alumnos universitarios procedan del área metropolitana⁶. Sin embargo, con el propósito de tener una visión real de cual es la zona donde residen los alumnos durante el curso, hay que considerar que la mayoría del alumnado que procede de otras islas reside en la zona de Santa Cruz y La Laguna. De ahí, que se hayan añadido los alumnos del resto de las islas como alumnos del área metropolitana, en concreto de la zona Santa Cruz-La Laguna. Estos cálculos permiten concluir que el 65,51% de los alumnos procede de la zona Santa Cruz-La Laguna y que este porcentaje sube a un 68,72% cuando consideramos toda el área metropolitana. Por tanto, son estos porcentajes los que debemos comparar con los que se obtenga de la muestra de alumnos encuestados (ver gráfico 2).



($\alpha=0,05$) y un error admitido del 3% ($d=0,03$) viene dado por: $n = \frac{1}{4} \cdot \frac{(1,96)^2}{(0,03)^2} = 1067,11$; donde 1,96 es el

cuantil $1-\alpha/2$ de la normal estándar.

⁶ El área metropolitana incluye los municipios de San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, El Rosario y Tegueste.

Así se observa que la mayoría de los alumnos proceden de la zona S/C-La Laguna (porcentajes superiores al 60% independientemente del campus universitario considerado) y este comportamiento es similar al captado con la muestra encuestada.

3.2. Análisis descriptivo de los resultados de la encuesta.

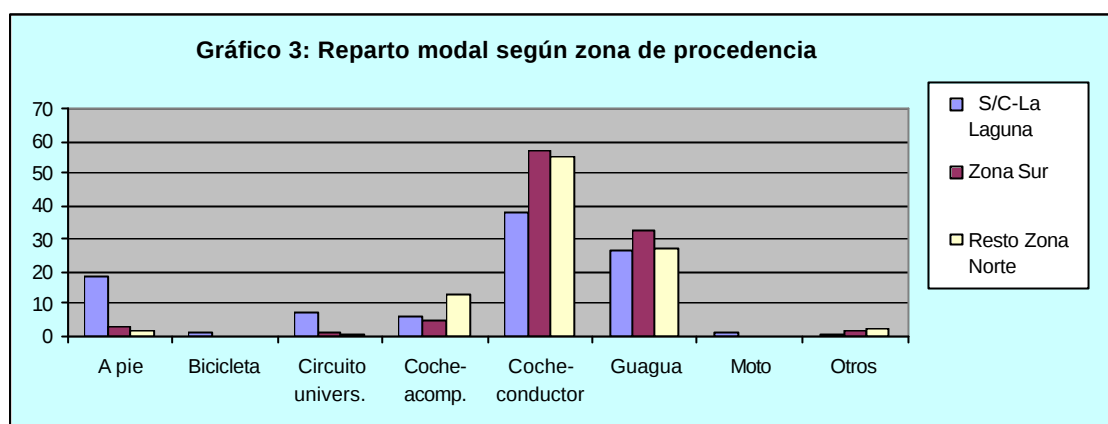
Cuando se analizan las respuestas de los alumnos referidas al modo de transporte que utilizan para desplazarse hasta el centro de estudios (véase tabla 5), se pone de manifiesto que la mayoría de los alumnos se desplazan conduciendo un vehículo privado, de ahí que sea la opción de coche como conductor la que presente un mayor porcentaje (un 42,59%), mientras que el 26,99% utiliza la guagua (autobús), un 14,5% lo hace a pie, un 7,37% como acompañante del coche y un 5,7% en circuito universitario. El resto de modos de transporte considerados presenta un porcentaje de elección despreciable.

En el caso de los alumnos que viajan conduciendo su vehículo privado, se encuentra que el 78,45% de ellos lo hacen solos y que además el 56% dispone de garaje en su lugar de residencia. Además los usuarios del coche declaran que emplean un tiempo medio de 6,35 minutos en encontrar aparcamiento en los campus. Por su parte, en el caso de los viajeros en guagua, un 69,18% no tienen que hacer trasbordos en sus desplazamientos.

El reparto modal que se da entre hombres y mujeres es casi idéntico, aunque cabe destacar que en el caso de los hombres aumenta el porcentaje de los que viajan conduciendo el vehículo y se reduce el porcentaje de los que se desplazan en guagua. El resto de modos de transporte tienen porcentajes similares.

Una vez caracterizado el comportamiento de los alumnos en relación al modo de transporte que eligen para realizar su viaje, es importante contrastar si estos patrones de comportamiento se mantienen o no para las diferentes zonas de procedencia del alumnado. Para ello, se han

agrupado los alumnos teniendo en cuenta el lugar de procedencia, distinguiendo entre la zona de Santa Cruz-La Laguna, el resto de zona norte y la zona sur de Tenerife⁷.



El reparto modal que se da entre los alumnos que proceden de la zona sur y el resto de la zona norte de la isla es similar, mostrando nuevamente que el modo de transporte mayoritariamente utilizado es el coche como conductor. Sin embargo, cabe destacar que para los alumnos que vienen de la zona sur y del resto de municipios de la zona norte este modo de transporte adquiere mayor importancia, utilizándolo un 57% de los alumnos. Además, se observa que la cuota de mercado de la guagua (autobús) más alta se alcanza para los alumnos que proceden de la zona sur de Tenerife y la más baja para los alumnos de La Laguna y Santa Cruz (un 24%).

La mayor importancia que adquiere la guagua y el coche en los desplazamientos que se hacen desde la zona sur hasta los centros universitarios, se debe a la mayor longitud media de estos viajes que hace que los alumnos no consideran la posibilidad de desplazarse a pie, en bicicleta, ni en moto. Además, estos alumnos no disponen de circuito universitario. Por tanto, las dos únicas alternativas viables se reducen al coche (como conductor o acompañante) y a la guagua, de ahí que la suma de las cuotas de estos dos modos sea casi el 100%.

⁷ El resto de la zona norte engloba los municipios de Buenavista del Norte, los Silos, el Tanque, Garachico, Icod de los Vinos, La Orotava, la Guancha, San Juan de la Rambla, los Realejos, Puerto de la Cruz, Santa Úrsula, La Victoria de Acentejo, la Matanza de Acentejo, el Sauzal, Tacoronte, Tegueste y el Rosario. La zona sur engloba los municipios de Candelaria, Arafo, Güímar, Fasnia, Arico, Granadilla de Abona, San Miguel de Abona, Arona, Vilaflor, Adeje, Guía de Isora y Santiago del Teide.

Cuando se analizan las respuestas de los alumnos que proceden de la zona norte, se encuentra que las alternativas de viajar a pie y en el circuito universitario ganan importancia. Prácticamente la totalidad de estas observaciones pertenecen, como era de esperar, a los alumnos que proceden de la zona metropolitana. Además, la cuota de mercado del vehículo privado más baja se alcanza en la esta zona.

Con el propósito de analizar el motivo principal de elección se presenta la tabla 1, en la que se muestran, para los usuarios de cada modo, los porcentajes que representan cada uno de los motivos de elección.

Tabla 1: Motivo por el que elige el modo de transporte habitual. (%)

Modo de transporte	Más barato	Más rápido	Más seguro llegar a tiempo	Flexibilidad de horario	No dispone de coche	Otros
A pie	15,26	18,07	15,58	4,05	29,91	17,13
Bicicleta	33,33	38,10	4,76	0,00	4,76	19,05
Circuito universitario	46,03	6,35	6,35	1,59	36,51	3,17
Coche como acompañante	6,13	22,70	20,25	4,29	32,52	14,11
Coche como conductor	2,12	37,47	20,91	28,77	0,21	10,51
Guagua	6,53	1,34	0,34	1,01	85,76	5,03
Moto	5,88	47,06	11,76	11,76	0,00	23,53
Otros	4,00	36,00	16,00	16,00	12,00	16,00

Las declaraciones de los alumnos acerca del motivo principal por el que eligen el modo de transporte, muestran que los que acceden a los centros conduciendo su vehículo lo hacen mayoritariamente porque les resulta más rápido. El segundo motivo es la flexibilidad del horario que supone el uso de este modo y en tercer lugar porque les resulta más seguro llegar a tiempo. Esto pone de manifiesto que son aspectos relacionados con la duración del viaje y el mayor control que se tiene para decidir el horario del viaje, los que hacen más atractivo este modo de viaje a sus usuarios. Igualmente los alumnos que se desplazan como acompañante

del coche declaran mayoritariamente que el motivo de su elección es que les resulta más rápido.

Cabe destacar que la mayoría de los usuarios de la guagua (un 85,76%) eligen este modo de transporte porque no disponen de coche. Este hecho muestra que gran parte de la demanda de este modo es cautiva, esto es eligen viajar en guagua porque no tienen otra alternativa de transporte competitiva.

Los alumnos que utilizan el circuito universitario para desplazarse al centro lo hacen porque es más barato (un 46,03%) y porque no disponen de coche (un 36,51%).

Finalmente los usuarios de la moto, la bicicleta y los que se desplazan a pie argumentan que les resulta más rápido viajar de esta forma. El motivo de esto, es que los usuarios de estos tres modos de viaje son los que viven en las proximidades de los centros de estudios.

Con el propósito de simular como sería el viaje en tranvía se les pide a los alumnos que indiquen cual es la parada del tranvía más próxima a su lugar de residencia y cual es la parada en la que se bajarían en su viaje hasta el centro de estudio. Las respuestas dadas por los alumnos ponen de manifiesto que algunos alumnos no pueden realizar su viaje en tranvía ya que la parada más cercana a su domicilio es justamente la parada en la que se bajarían. En algunos casos se trata de alumnos que viven en los contornos del campus y que no tienen problemas de movilidad a la hora de acceder al centro de estudio.

Las respuestas obtenidas acerca de la intención de utilizar, o no, el tranvía para realizar el viaje al centro de estudios se muestra en la tabla 2, donde se han agrupado según el modo de transporte que utilizan y las zonas de procedencia del alumnado.

Los alumnos que proceden de la zona Sur son los que muestran el mayor porcentaje de respuestas negativas, un 72,65% declara que no utilizaría el tranvía. Cuando se analizan la respuesta de los estudiantes que proceden de la zona norte, aumenta el porcentaje de respuestas afirmativas y son un 33, 56% los alumnos que elegirían el tranvía.

Por su parte es para la zona denominada Santa Cruz-La Laguna, referida a 1680 observaciones, donde se encuentra la mayor predisposición a cambiar de modo de transporte. En este caso el 38,10% de los alumnos escogerían el tranvía para realizar su viaje.

Tabla 2: ¿Elegiría el tranvía? Según modo de transporte utilizado. (%)

Modo de Transporte utilizado	Nº Alumnos		Zona Sur		Zona Norte		S/C y La Laguna	
	No	Si	No	Si	no	si	No	Si
A pie	73,83	26,17	-	-	73,90	26,10	73,95	26,05
Bicicleta	95,24	4,76	-	-	95,24	4,76	95,24	4,76
Circuito universitario	52,38	47,62	-	-	52,80	47,20	53,28	46,72
Coche como acompañante	73,62	26,38	100,00	0,00	72,61	27,39	64,08	35,92
Coche como conductor	75,69	24,31	80,60	19,40	75,31	24,69	70,74	29,26
Guagua	49,25	50,75	55,26	44,74	48,84	51,16	41,61	58,39
Moto	52,94	47,06	-	-	52,94	47,06	50,00	50,00
Total	66,77	33,23	72,65%	27,35	66,44	33,56	61,90	38,10

Cuando analizamos a qué modos de transporte afecta en mayor medida la introducción del tranvía, se observa que independientemente de la zona geográfica analizada son los usuarios de la guagua los que mayoritariamente elegirían cambiarse al tranvía. El segundo modo más afectado es el del circuito universitario, un 47,62 % de los usuarios del circuito universitario estarían dispuestos a cambiarse al tranvía.

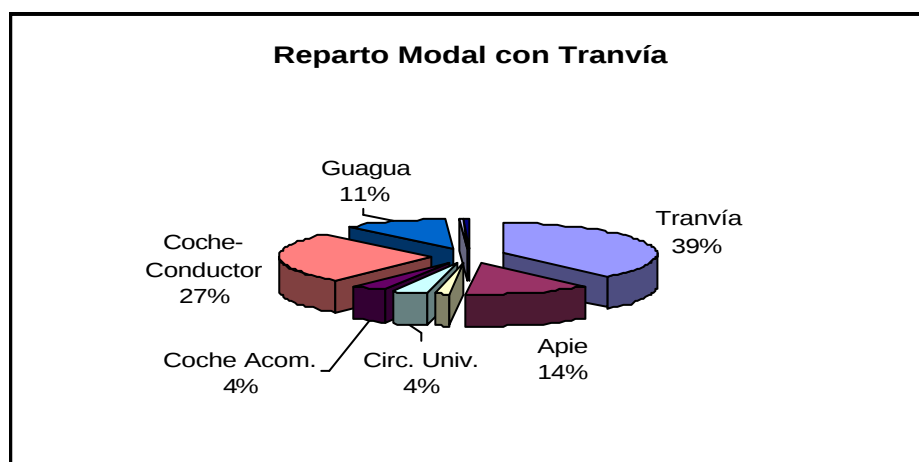
Es importante destacar, a la vista de la tabla 2, que los usuarios del vehículo privado son los que en mayor medida declaran que no utilizarían el tranvía. En este caso, son los alumnos que proceden del Sur, los que estarían menos dispuestos a cambiar. Un 80,6% de los viajeros que se desplazan conduciendo su vehículo y proceden de la zona sur, declaran que no elegirían el tranvía para realizar su viaje. Este porcentaje se reduce a un 70,74% cuando analizamos los alumnos que proceden de la zona Santa Cruz-La Laguna, aunque hay que señalar que sigue siendo muy alto.

Para la mayoría de los usuarios de la bicicleta y para los que se desplazan a pie, el tranvía no resulta una opción de viaje interesante. Ello porque son viajeros que suelen vivir cerca del centro de estudios.

Lógicamente para los alumnos que proceden de la zona sur y de la zona norte, sin considerar el área metropolitana, el tranvía es una opción de viaje que resulta menos atractiva. Esto debido a que supone muchas más incomodidades para el usuario ya que les obliga a realizar trasbordos, añadiendo tiempo al viaje e incertidumbre a la duración del mismo. De ahí que se considere que la zona que debe experimentar más cambios en el reparto modal es la del área metropolitana y en particular la zona de Santa Cruz y La Laguna (este resultado se puede constatar a partir de los porcentajes presentados en la tabla 2). Por ello, nos centraremos sobre todo en esta zona para hacer un análisis más detenido y para estimar los modelos de elección discreta que se presentarán en la siguiente sección.

A partir de la información de la tabla 2 es posible calcular como queda el reparto modal cuando se considera el tranvía. Para ello se supone que la cuota de mercado del tranvía queda conformada por todos aquellos alumnos que han declarado que utilizarán este modo de transporte para acudir al centro de estudios. En el gráfico 4 se representa el reparto modal con Tranvía para los alumnos de Santa Cruz y La Laguna.

Gráfico 4: Alumnos de Santa Cruz y La Laguna.



De acuerdo con los resultados de la encuesta se encuentra que, en la zona de Santa Cruz y La Laguna, el tranvía pasa a ser el modo de transporte que mayoritariamente (un 39%) utilizarían los alumnos para acudir al centro de estudios. Destaca también la importancia que sigue teniendo el vehículo privado, de forma que un 27% de los alumnos se desplazarían conduciendo su vehículo. La guagua la utilizarían únicamente el 11% de los estudiantes y el 14% se desplazarían a pie.

4. ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En este apartado se estiman la demanda probabilística de transporte utilizando modelos de elección discreta con objeto de comparar los valores del tiempo que se derivan para los usuarios de los distintos modos de transporte. Se ha estimado un modelo para los viajeros del transporte público (guagua y circuito universitario), que se denomina Modelo 1, y otro modelo para los usuarios del vehículo privado (coche como conductor, coche como acompañante y moto), que se denomina Modelo 2. Se trata de especificaciones de un modelo logit binomial en el que se enfrenta la elección entre seguir viajando con la alternativa actual⁸ o cambiar a la nueva opción de viajar en tranvía. Por tanto, se estima la probabilidad de seguir utilizando el modo de transporte actual frente a la opción de cambiarse al tranvía.

En la medida que se conoce el modo de transporte que utilizan y también si cambiarían o no al tranvía, una vez que éste estuviese funcionando, es posible estimar modelos con datos de preferencias reveladas y declaradas simultáneamente.

Los modelos se estiman para los alumnos que proceden de la zona de Santa Cruz y La Laguna. Además, es importante tener en cuenta que en la muestra objeto de estudio existen algunos alumnos que no pueden utilizar el tranvía para desplazarse al centro de estudios ya que la parada del tranvía en la que se subirían coincide con la parada en la que se bajarían. Por ello, hay que eliminarlos del análisis ya que en este caso sería usuarios cautivos de la elección

⁸ Por alternativa actual se entiende la que se estaba eligiendo en el momento que se hizo la encuesta y se le planteó al viajero la posibilidad de cambiarse al tranvía.

que hacen en el momento de la encuesta. Tal y como se puso de manifiesto anteriormente son alumnos que viven en las proximidades de los campus o que, viviendo lejos, su centro de estudio está ubicado al lado de la parada del tranvía mas próxima a su lugar de residencia.

Las variables explicativas consideradas son el coste y el tiempo⁹ de viaje revelados por los individuos para la opción que eligen, así como el precio y el tiempo de viaje en el tranvía, presentados como datos reales que ofrece la compañía de transporte. Para el caso de los tiempos de acceso a la parada del tranvía y desde la parada de destino del tranvía hasta el centro de estudio, se han tomado las declaraciones de los alumnos. Además se distingue los tiempos entre tiempo de acceso a la parada (tacc), tiempo en el vehículo (tveh), tiempo de trasbordo para el autobús y tiempo desde la parada final hasta el centro de estudios al que se dirige (tdes). En el caso de los usuarios del coche también se ha introducido una variable de disponibilidad del coche que mide la relación entre el número de licencias de conducir en la familia respecto al número de miembros de la unidad familiar (carnet/miembros).

En la especificación del modelo 1 se introducen todas las variables con parámetros genéricos, a excepción del tiempo de trasbordo que es específica de los usuarios de la guagua. Además se incluye una constante modal específica para la alternativa del tranvía.

Por su parte en el modelo 2, las variables del precio y del tiempo en el vehículo son consideradas como genéricas. Sin embargo, las variables de tiempo de acceso y tiempo hasta el destino final son consideradas específicas de la alternativa del tranvía ya que en vehículo privado estos tiempos son prácticamente nulos. Además, se ha introducido como variables específicas del vehículo privado el número de licencias de conducir por miembros de la familia y una constante modal.

⁹ El coste expresado en céntimos de euro y el tiempo en minutos.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los dos modelos seleccionados a partir de la batería de modelos que se estimó¹⁰. Así, se estimaron modelos en los que se especificó heterogeneidad de las preferencias según el sexo del encuestado, la edad, el número de vehículos en la familia, etc. Sin embargo, ninguna de estas especificaciones resultó ser significativa lo cual permite concluir la existencia de un comportamiento bastante homogéneo entre la población objeto de estudio, tal y como se podía anticipar a partir del análisis descriptivo de la muestra.

Los resultados de las estimaciones pueden considerarse aceptables, no sólo porque los signos de los coeficientes estimados son intuitivamente correctos, sino porque sus t estadísticos son satisfactorios en la mayoría de los casos. La variable tiempo en el vehículo y carnet/miembros incluidas en el modelo 2, a pesar de no ser estadísticamente significativas, presentan siempre el signo correcto de ahí que se haya optado por mantenerla (tal y como se sugiere en Ortúzar y Willumsen, 2001).

A partir de estas estimaciones es posible derivar el valor del tiempo para cada uno de los componentes del tiempo de viaje.

Los valores del tiempo obtenido ponen de manifiesto que los usuarios del transporte privado presentan unos valores del tiempo mayor, con independencia del tiempo que se trate. Además, se observa que es el tiempo de acceso a las paradas el que supone mayores incomodidades para los usuarios y por lo tanto es para este tipo de tiempo para el que estaría dispuestos a pagar más todos los usuarios (7,18€ por reducir una hora los usuarios del transporte público y 14,94€ por hora los del transporte privado).

¹⁰ En el caso de los usuarios del transporte privado hubo que hacer un tratamiento adicional sobre la muestra, en la medida en que las primeras estimaciones arrojaban resultados muy poco creíbles. De esta forma se descubrió que los alumnos que declaraban precio cero y los que declaraban precios superiores a dos euros en su viaje en coche, eran observaciones poco creíbles que estaban introduciendo importantes sesgos en las estimaciones. Igualmente los alumnos que, para viajar en tranvía, tenían que desplazarse hasta la parada en coche. Estos últimos incurrían en unos tiempos de trasbordos que no fueron medidos y de ahí que introducirlos junto con el resto de usuarios, que accede caminando a las paradas, conducía a obtener unos valores del tiempo de acceso enormes y muy poco fiables.

Tabla 3: Resultados de las estimaciones para los usuarios del transporte público (Modelo 1) y los del transporte privado (Modelo 2)

		Modelo 1	Modelo 2
Tiempo	Tiempo de acceso	-0,103 (-8,3)	-0,137 (-6,6)
	Tiempo en el vehículo	-0,0383 (-4,5)	-0,0083 (-1,3)
	Tiempo Trasbordo	-0,029 (-1,8)	-
	Tiempo hasta el destino	-0,0466 (-2,7)	-0,0556 (-2,3)
Coste		-0,0086 (-2,3)	-0,0055 (-2,9)
Carnet/miembro		-	0,3852 (1,0)
Constante Específica	Tranvía	-0,6369 (-2,8)	-2,112 (-3,8)
	Vehículo privado	-	-0,655 (-2,1)
Número de observaciones		553	450
Log verosimilitud		-317,8	-240,74

Entre paréntesis figura el *t* estadístico.

El valor del tiempo para el tiempo empleado en el vehículo es el más bajo, para el caso de los usuarios del transporte privado lo cual indica que este tiempo es el que les supone menos incomodidades y por ello es por el que estarían dispuesto a pagar menos para reducirlo. Este resultado es esperable en la medida en que el parámetro del tiempo en vehículo estaría recogiendo connotaciones de comodidad.

Tabla 4: Valores del Tiempo de viajes para los usuarios del transporte público y privado.

	Modelo 1 Usuarios del Transporte Público	Modelo 2 Usuarios del Transporte privado
Valor del tiempo de acceso	7,18	14,94
Valor del Tiempo de Traslado	2,02	-
Valor del tiempo en vehículo	2,67	0,91
Valor del Tiempo hasta destino	3,25	6,07

Los Valores del tiempo (€/hora) y estadístico t.

5. CONCLUSIONES.

A partir del análisis descriptivo de los resultados de la encuesta, se puede concluir que, antes de la introducción del tranvía, casi la mitad de los alumnos (un 43%) acceden a los centros de estudios conduciendo su vehículo privado. Además, la mayoría de ellos (un 78%) viajan solos en su vehículo y aproximadamente la mitad (un 56%) dispone de un garaje en su lugar de residencia. Por tanto, la mayor parte de estos usuarios disponen de un lugar de estacionamiento propio en el origen de su viaje y en el destino pueden estacionar sin demasiados problemas. Esta situación lógicamente le confiere al vehículo privado una ventaja comparativa muy difícil de superar por el transporte público. De ahí que estos usuarios aludan a la rapidez y la flexibilidad de horarios como los principales motivos por los que eligen el coche para desplazarse hasta los centros de estudios.

La guagua es el segundo modo de transporte más utilizado para desplazarse hasta el lugar de estudios. Sin embargo, declaran mayoritariamente que el motivo de su elección es que no disponen de coche para realizar el viaje. Por tanto, se trata de una demanda en gran parte “cautiva”.

El tercer modo de viaje más utilizado por los alumnos consiste en desplazarse a pie -un 14,5% de los alumnos acceden caminando-. Esto refleja que una importante parte de los alumnos

reside en las proximidades de los centros universitarios, tal y como se constató en este estudio. Para estos usuarios el modo que eligen es el que les resulta más rápido.

Las cuotas más bajas en el reparto modal se dan para la modalidad de coche como acompañante y para el circuito universitario. La escasa importancia que alcanza la cuota de viajeros como acompañantes del coche es reflejo de la reticencia que muestran los alumnos a compartir el vehículo para desplazarse a los centros. Este es un aspecto sobre el que habría que incidir, sobre todo para aquellos alumnos que proceden de zonas donde el transporte público no es una opción competitiva. Así, se podrían instrumentar ventajas, por ejemplo en el aparcamiento, para aquellos alumnos que se desplacen hasta los centros universitarios compartiendo el vehículo.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, en la zona de Santa Cruz y La Laguna, el tranvía pasa a ser el modo de transporte que mayoritariamente (un 39%) utilizarían los alumnos para acudir al centro de estudios. Destaca también la importancia que sigue teniendo el vehículo privado, de forma que un 27% de los alumnos se desplazarían conduciendo su vehículo. La guagua la utilizarían únicamente el 11% de los estudiantes, el 14% se desplazarían a pie, un 4% lo harían como acompañantes del vehículo privado y también un 4% utilizaría el circuito universitario.

Cabe señalar que en general el acceso a pie a las paradas del tranvía resulta incómodo para los usuarios desde que supere un determinado tiempo. Así, en nuestro caso se observa que la mayoría de los alumnos podrían acceder a las paradas del tranvía caminando y en el caso de Santa Cruz y La Laguna casi un 80% accedería a pie hasta las paradas del tranvía. Sin embargo, la mitad declara que no lo utilizaría. Este hecho podría explicar el elevado valor del tiempo de acceso, que se ha obtenido a partir de los modelos estimados en este trabajo, que indica que los usuarios del vehículo privado penalizan mucho el tener que desplazarse hasta la parada.

Estos comportamientos nos llevan a insistir en la necesidad de “acercar” las paradas a los usuarios, ofreciendo servicios de micros frecuentes, se podrían añadir en determinadas paradas del tranvía un parking de bicicletas que pueden utilizar los usuarios del tranvía, etc.

Las estimaciones obtenidas en este trabajo permiten concluir que los usuarios del transporte privado conceden una mayor valoración a los ahorros del tiempo de viaje, independientemente del tipo de tiempo que se trate. Además, al igual que ocurre para los usuarios del transporte público, son los tiempos de acceso y tiempo hasta el destino los que les incomodan en mayor medida.

REFERENCIAS.

Ben-Akiva, M. y S. Lerman (1985). *Discrete Choice Analysis*. MIT Press, Cambridge Mass.

Brownstone, D. y K. Train (1999): “Forecasting new Product Penetration with Flexible Substitution Patterns”, *Journal of Econometrics*, 89, 109-129.

Daganzo, C.F. (1979) *Multinomial Probit: The Theory and its Applications to Demand Forecasting*. Academic Press, Nueva York.

Domencich, T. y D. McFadden (1975) *Urban Travel Demand: A Behavioural Analysis*. North-Holland, Amsterdam.

McFadden, D. (1974): “The Measurement of Urban Travel Demand”, *Journal of Public Economics*, 3, 303-328.

Ortúzar, J de D. y L. Willumsem (2001), *Modelling Transport*, 3rd Edition, Wiley.

Train, K. (1998): “Recreation Demand Models with Taste Differences Over People”, *Land Economics*, 74 (2), 230-239.

Train, K. y D. McFadden (1978): “The Goods/Leisure Tradeoff and Disaggregate Work Trip Mode Choice Models”, *Transportation Research*, 12, 349-353.

Williams, H.C.W.L. (1977): “On the Formation of Travel Demand Models and Economic Valuation Measures of User Benefits”, *Environment and Planning*, 9A, 285-344.