

Estudios de Economía Aplicada
Nº 4, 1995, Págs. 71 a 86

Una aplicación de los modelos de elección discreta al transporte interinsular de pasajeros

Ginés Guirao

Rosa M. González Marrero

Nieves R. Pérez Marante

Áreas de Economía Aplicada y de Fundamentos del Análisis Económico.
Universidad de La Laguna

RESUMEN

En este artículo se estima la demanda de transporte a partir de las preferencias que revelan los individuos cuando se enfrentan a la elección del modo de transporte en un contexto interinsular. Se utiliza para ello modelos de elección discreta, específicamente el logit y el probit- que se basan en la teoría de la utilidad aleatoria. El propósito de este trabajo es el de profundizar en los determinantes de la elección de cada modo así como calcular el valor subjetivo del tiempo, el cual constituye un instrumento importante tanto para la predicción de los resultados de las distintas políticas de transporte como para la realización de análisis coste-beneficio.

Palabras claves: Modelos de elección discreta, modelo logit, modelo probit, utilidad marginal de la renta, y valor del tiempo.

ABSTRACT

In this paper transport demand is estimated from revealed preference of consumers when they choose among different transport modes in an interinsular context. For this purpose discrete choice models are used -specifically, logit and probit models- based on the random utility theory.

The aim of this work is to extend our knowledge about the determinants of the choice among travel modes and to calculate the subjective value of time. This value plays an important role in the prediction of outcomes of different transport policies as well as in its use for cost-benefit analysis.

Key Works: Discrete choice models, Logit model, probit model, marginal utility of income and value of time.

Código de la Unesco 5307-15

1. Introducción

El propósito de este trabajo es ampliar nuestro conocimiento acerca del comportamiento de los consumidores cuando se enfrentan a la elección del modo de transporte en un contexto interinsular. Con tal fin se estiman las funciones de demanda de transporte mediante modelos de elección discreta -específicamente los modelos probit y logit-. Estos modelos se basan en la teoría de la utilidad aleatoria donde se incluye como variables explicativas tanto las características socioeconómicas del individuo como los atributos propios de cada medio de transporte. Asimismo, al realizarse la estimación a nivel individual, es posible evaluar en términos económicos características de los medios de transporte -por ejemplo el tiempo invertido en la realización del viaje- que no disponen de un mercado donde observar su precio.

Este estudio se centra en la línea más importante dentro del archipiélago canario: Gran Canaria/Tenerife, en ella los individuos se enfrentan a la elección entre dos modos de transporte: aéreo y marítimo. Dentro de este último existen dos modalidades el Jet-Foil y el Ferry. No obstante, dada la escasa importancia del ferry en cuanto al número de pasajeros transportados¹, así como el elevado consumo de tiempo que supone en relación a los otros dos modos y su menor frecuencia ofrecida, se ha optado por plantear un modelo de elección binomial entre el avión y el jet foil.

Este trabajo se divide en las siguientes secciones. En la sección 2 se presenta un análisis metodológico de los modelos de elección discreta y su aplicación al campo de la economía del transporte. En la siguiente sección se describe la encuesta, su tratamiento, así como las variables que entran a formar parte en el modelo a estimar. En el apartado 4 se estiman los modelos de demanda y se comentan los resultados. Finalmente, se exponen las conclusiones más sobresalientes que se desprenden de este estudio.

2. Modelos de elección discreta: el modelo Probit y el Logit

Los modelos de elección discreta permiten realizar estimaciones cuando la variable dependiente es cualitativa, el caso más frecuente surge cuando se pretende modelizar la decisión tomada por un individuo. En economía del transporte estos modelos se utilizan habitualmente para modelizar la elección del modo de transporte, en nuestro estudio esta elección se plantea entre el avión y el jet foil.

El fundamento teórico de la mayoría de los modelos de elección discreta aplicados a la demanda de transporte se encuentra en los trabajos de McFadden (1974) y (1981) donde se formula el modelo de utilidad aleatoria basado en la teoría de la maximización de la utilidad. Dicho modelo postula la existencia de un consumidor racional que representa el comportamiento promedio del conjunto de consumidores.

Siguiendo a McFadden (1981) se presenta a continuación el desarrollo econométrico que será utilizado en este estudio. Se parte de la consideración de que cada consumidor maximiza su utilidad con respecto a un conjunto de bienes de naturaleza continua, Z , y un conjunto de alternativas discretas, j , sujeto a una restricción presupuestaria (R). La maximización de la utilidad $U(Z, j)$ se realiza en dos etapas. En primer lugar, el individuo maximiza $U(Z, j)$ con respecto a los bienes Z , para cada alternativa j , posteriormente, elige la alternativa j que maximiza su utilidad total

$$\max_j \{ \max_z U(Z, j) / pZ \leq R \}$$

De la primera maximización se obtiene la función indirecta de utilidad. Para un individuo i y para cada alternativa j podemos representarla como:

$$U_{ij}(X) = V_{ij}(X^*) + e_{ij}$$

donde X^* recoge los precios, la renta y las características relevantes de las alternativas y de los individuos. V_{ij} representa la utilidad común a todos los individuos -común en su estructura, no en sus valores- y e_{ij} es una variable aleatoria, -que transforma la función de utilidad en estocástica- pudiéndose interpretar como el efecto de las características o los gustos no medibles del individuo.

A partir de aquí se define un sistema de elección probabilístico que describe la distribución de la demanda observable que es consistente con la hipótesis de maximización de las preferencias aleatorias. Así la maximización de la utilidad supone, por tanto, que el individuo i elegirá la alternativa j siempre que $U_{ij} \geq U_{ik} \forall k \neq j$ con lo que

$$\begin{aligned} Pr(i, j) &= P_{ij} = Pr(U_{ij} \geq U_{ik}) \\ &= Pr(e_{ik} - e_{ij} \leq V_{ij} - V_{ik}) \\ &= F(V_{ij} - V_{ik}) = F[H(X^*, \theta)] \end{aligned}$$

Donde F representa la función de distribución de $(e_{ik} - e_{ij})$ y H representa la forma funcional de la relación $(V_{ij} - V_{ik})$. A efectos de estimación es frecuente elegir como forma funcional de la relación H , la lineal. En el caso binario se expresa:

$$\begin{aligned} U_{ij} &= \beta_j X_i + \alpha Z_{ij} + e_{ij} \\ U_{ik} &= \beta_k X_i + \alpha Z_{ik} + e_{ik} \end{aligned}$$

donde X_i son las variables que corresponden a las características de los individuos y Z_{ij} son los atributos de las alternativas consideradas.

El individuo i escoge la alternativa j ($Y_i=j$) si $U_{ij} > U_{ik}$, es decir:

$$\begin{aligned} Y_i &= j && \text{si } X_i' \beta + (Z_{ij} - Z_{ik})' \alpha + e_i > 0 \\ Y_i &= k && \text{en caso contrario} \\ \text{en donde } & \beta = (B_j - B_k) \quad \text{y} \quad e_i = (e_{ij} - e_{ik}) \end{aligned}$$

De acuerdo con este planteamiento la elección de una determinada alternativa respecto a las variables asociadas a cada una de ellas (Z_{ij}) no depende de sus valores absolutos sino de su diferencia.

Asimismo es preciso especificar la función de probabilidad del modelo (F). Cuando el individuo se enfrenta a alternativas binarias, como en este estudio, las formas funcionales más frecuentes son las que dan lugar a los modelos logit y probit. El modelo logit se basa en el supuesto de que la función F se distribuye según una función logística, siendo la probabilidad P_{ij} de que un individuo i elija la alternativa j :

$$P_{ij} = \frac{e^{V_{ij}}}{e^{V_{ij}} + e^{V_{ik}}}$$

Por su parte el modelo probit se deriva de la hipótesis de que $(e_{ik} - e_{ij})$ sigue una distribución normal, siendo la probabilidad de elegir la alternativa j :

$$Pr(Y_i=j) = \Phi(\theta'X')$$

donde Φ es el valor de la función de una normal $(0,1)$, θ' es el valor estandarizado de los coeficientes a estimar, que incluye los coeficientes β y α , y X' es la matriz de variables explicativas, que incorpora tanto los atributos de los medios de transporte como las características socioeconómicas de cada individuo.

Un resultado a destacar del modelo derivado por McFadden es que la probabilidad de elección estimada es independiente de la renta -puesto que cualquier variable cuyo coeficiente sea el mismo para todas las alternativas no es estimable-. Sin embargo, es conocido que el nivel de ingresos influye en la elección del medio de transporte. La forma de introducir esta variable y su interpretación es relevante para calcular posteriormente y de forma consistente el valor económico de bienes que no poseen mercado (por ejemplo, el tiempo). Se han dado diferentes

intentos para introducir la renta como variable explicativa², no obstante ninguno de estos intentos puede considerarse superior a los demás, por esta razón en este trabajo se ha optado por segmentar la muestra según los distintos niveles de renta, permitiendo que los valores de los coeficientes a estimar difieran entre las diferentes submuestras.

En estos modelos es posible derivar los efectos marginales, sobre la probabilidad de elección, de un cambio en las variables explicativas que representan las características de los modos de transporte (Z); para ello se parte de la siguiente función logística donde las variables aparecen en diferencias

$$Pr(Y=j) = \frac{e^{\theta'X^*}}{1 + e^{\theta'X^*}} = \Lambda(\theta'X^*)$$

siendo Λ la función logística.

Por otro lado, en el caso binomial, el modelo que calcula la probabilidad de elegir avión (i) frente a elegir jet foil (k), viene dado por la expresión:

$$E[Y] = 0 [1 - \Lambda(\theta'X^*)] + 1 [\Lambda(\theta'X^*)] = \Lambda(\theta'X^*)$$

la cual, de acuerdo al planteamiento expuesto en Greene (1991), permite derivar los efectos marginales según la siguiente formulación:

$$\frac{\partial E[Y]}{\partial Z} = (\Lambda(\theta'X^*) (1 - \Lambda(\theta'X^*)) \alpha$$

Hay que tener en cuenta que los efectos marginales así calculados varían según el valor considerado para cada uno de los atributos (z), en este trabajo se utilizan los valores medios.

Asimismo el modelo estimado permite calcular el valor monetario de las características de los modos que no disponen de un mercado en donde conocer su precio, en este trabajo se estima el valor del tiempo como el cociente entre el coeficiente estimado de la variable tiempo y el del precio.

Para evaluar y comparar los resultados que se derivan de los modelos logit y probit se suelen utilizar diversas medidas estadísticas³. Así los estadísticos más frecuentemente empleados siguiendo a Ortúzar (1982) son:

- El estadístico t que se utiliza para evaluar la significatividad individual de los parámetros estimados.
- ρ^2 : definido como $1 - l(\theta)/l(C)$. Donde $l(\theta)$ es el logaritmo de la función de verosimilitud en la convergencia del modelo. $l(C)$ es el logaritmo de la función de verosimilitud del modelo con sólo la constante. El valor del ρ^2 está comprendido entre 0 y 1.
- $LR(C)$: razón de verosimilitud con respecto al modelo de sólo constante. Corresponde a
- $2 \cdot \{l(C) - l(\theta)\}$. Su valor se distribuye asintóticamente como una χ^2 con grados de libertad igual al número de coeficientes (excluyendo la constante).

3. Análisis de la muestra y de las variables explicativas

3.1 Tratamiento de la encuesta

La información utilizada para este trabajo procede de la encuesta realizada en la semana del 23 al 29 de Noviembre de 1992 por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte a los viajeros con origen/destino en las dos capitales canarias: Tenerife y Gran Canaria. Obteniéndose una muestra de 5280 observaciones.

El cuestionario aunque aporta suficiente información para poder plantear un modelo de elección discreta, adolece de una serie de preguntas que son importantes en este tipo de estudio, como por ejemplo, la edad, el sexo y el nivel de cualificación -que se utiliza como una variable proxy del nivel de renta y que resulta menos problemática que la renta en cuanto que el individuo tiene menos incentivos para responder de forma sesgada a la misma-.

En relación al tratamiento de la encuesta en primer lugar se optó por elegir sólo un trayecto: Gran Canaria/Tenerife (que representa prácticamente el 50% de los viajeros encuestados) ya que se supone que contiene la misma información que el trayecto Tenerife/Gran Canaria. Se eliminaron también todas aquellas observaciones en las que el modo de transporte fue impuesto, con el fin de asegurar que las personas de la muestra han tenido acceso a todas las alternativas disponibles. Es decir, se eliminan aquellos individuos que eran personal de alguno de los modos de transporte analizados y que realizaban el viaje de forma gratuita, así como aquellos cuya decisión del viaje fue tomada por la empresa. También se eliminan los individuos que no tenían su origen/destino situado en las islas objeto de estudio.

Asimismo, dada la no homogeneidad de los tiempos declarados por los encuestados y al sólo disponerse de información sobre el tiempo de acceso, se optó por calcular los tiempos medios de acuerdo a la información disponible en los organismos públicos competentes. La variable tiempo calculada recoge la totalidad del tiempo invertido por el pasajero desde su origen hasta su destino⁴

Debido a que el número de encuestados en avión y jet foil representaban -tal como se expuso anteriormente- el 98% de la muestra se deja fuera de nuestro estudio el ferry. Por lo tanto, en el siguiente apartado se estima un modelo binomial entre el avión y el jet foil.

Una vez tenida en cuenta las consideraciones anteriores, el número de observaciones en el trayecto Gran Canaria/Tenerife fue de 2157. Esta muestra se dividió posteriormente de acuerdo al motivo del viaje. Tanto en avión como en jet foil más del 55% de los encuestados realizan el viaje por motivo de negocio. La submuestra que representa los viajeros por motivo de ocio y estudio quedó reducida a un pequeño número de observaciones, por su parte, la submuestra que recoge los viajes que se realizan por motivos distintos a los anteriores no pareció oportuno su estudio por agrupar a pasajeros con diferentes motivos de viaje y, por tanto, con comportamientos no homogéneos.

Por consiguiente, el análisis posterior de la valoración del tiempo se centrará en el estudio de la demanda de transporte que realizan los viajeros por motivo de negocio debido a que, además de disponerse de una mayor muestra y presentar características más homogéneas, tienen un mayor conocimiento de los atributos de los distintos modos de transporte disponibles -exigencia indispensable en los modelos de elección discreta- ya que realizan el viaje con mayor frecuencia. Por lo que es de esperar un mayor grado de fiabilidad en las estimaciones que se realizan en esta submuestra.

3.2 Las variables explicativas

Las variables explicativas consideradas para el análisis de la demanda fueron las siguientes:

a) Variables de oferta

a.1 El precio. Esta variable se expresó como la diferencia del precio entre el avión y el jet foil. Es decir, se parte del supuesto de que los individuos eligen el modo de transporte en función de su precio relativo⁵.

a.2 El tiempo. La variable tiempo considerada en este estudio es la diferencia entre los tiempo totales invertidos en la realización del viaje en avión y en jet foil.

a.3 La frecuencia. Es también la diferencia entre las frecuencias diarias ofertadas en avión y en jet foil.

b. Variables socioeconómicas

b.1 El motivo del viaje. Los motivos del viaje fueron agrupados en cuatro categorías: motivo de negocio, ocio, estudios y otros. Esta característica del individuo se recogió a través de una variable ficticia que tome el valor uno siempre que el motivo sea el que se analiza y cero en el resto.

b.2 El nivel de renta declarado por el individuo que corresponde a la renta familiar mensual y se dividió en cuatro categorías: Rentas inferiores a 150.000 pesetas;

rentas comprendidas en el intervalo de 150.000 a 250.000 pts; en el intervalo de 250.000 a 400.000 pts y superiores a 400.000 pesetas. Esta característica se consideró a través de una variable ficticia en el modelo estimado para la muestra total y, posteriormente, en el caso de la submuestra de pasajeros por motivo de negocio se introduce segmentando según el nivel de renta.

4. Estimación del modelo y análisis de los resultados

En este estudio se estima la probabilidad de viajar en avión (alternativa j) frente a la de viajar en jet foil (alternativa k) en función de las características de los modos de transporte (tiempo total, frecuencia y precio) así como de las variables socioeconómicas de los individuos (motivo del viaje y renta familiar mensual).

En primer lugar se estiman los modelos logit y probit para la totalidad de la muestra (2157 observaciones). Los resultados se muestran en el cuadro 1.

Todas las variables que caracterizan la oferta de transporte tomaron el signo esperado y fueron significativas en los dos modelos estimados a excepción de la variable diferencia de frecuencia ofertada por los medios -por lo que se optó por no incluirla en los modelos presentados-. Este resultado era de esperar en la medida en que la mayor frecuencia del avión en relación al jet foil (una diferencia media de 4) no significa un mayor número de plazas ofertadas. El jet foil, a pesar de tener una menor frecuencia diaria, dispone de un único tipo de embarcación con capacidad de 286 plazas. Mientras que la mayor frecuencia del avión se realiza con aviones tipo CASA de sólo 40 plazas y aviones ATR con capacidad de 70. Por lo tanto, el jet foil presenta una mayor disponibilidad de plazas, no obstante, esta capacidad está menos dispersa que la del avión en el tiempo lo que supone una incomodidad para los viajeros que deben modificar su horario deseado ajustándolo al real. Es decir, la variable frecuencia se supone que desempeña un doble papel, como variable de calidad de servicio y como determinante de la capacidad total disponible en una línea. Sin embargo, en este estudio, este doble papel aparece dividido a favor de cada uno de los modos de transporte analizados. El papel de variable de calidad de servicio se da en el avión -al disminuir el tiempo de espera entre el horario deseado y el real como consecuencia de la mayor frecuencia ofrecida-. No obstante, la mayor capacidad diaria se produce en el jet foil, de ahí que se pueda justificar la escasa significatividad de esta variable.

Los coeficientes de las variables diferencia de precios y diferencia de tiempo son negativos, lo que muestra la desutilidad sufrida por los pasajeros al incrementar dichas variables.

Por otra parte, las variables socioeconómicas introducidas en el modelo y que se referían al motivo de la elección del medio resultaron significativas y con el signo esperado. La variable dummy que se excluyó fue la del motivo de negocio, por lo que la interpretación de los restantes coeficientes debe hacerse en relación a ese motivo. Así, aquellos pasajeros que realizaban el viaje por motivo de ocio

mostraban una mayor preferencia a viajar en avión en relación a los de negocio. Este resultado era previsible puesto que, para un viajero representativo con origen/destino las capitales canarias, el avión es el medio más barato aunque consume un tiempo total superior al jet foil.

Los viajeros por motivos de estudios son los que presentan la mayor probabilidad de viajar en avión, mostrando que para estos usuarios la variable que consideran como determinante para la elección del modo de transporte es el coste del mismo y, por consiguiente, eligen el más barato.

Las variables ficticias que recogían el efecto de la variable ingreso familiar mensual no resultaron significativas.

Cuadro 1

Estimación de la demanda de transporte para la línea Gran Canaria/Tenerife
Variable dependiente: Probabilidad de viajar en transporte aéreo

	Modelo Probit	Modelo logit
Variable	Coefficiente	Coefficiente
C	-0,4670 (-5,102)	-2,2751 (-8,562)
Diferencia de precio	-0,0008 (-18,108)	-0,0026 (-13,242)
Diferencia de tiempo	-0,0350 (-14,297)	-0,0601 (-12,641)
Dummy motivo-ocio	0,1937 (2,299)	0,4610 (3,097)
Dummy motivo-estudios	0,7109 (4,714)	1,2287 (4,482)
Dummy motivo-otros	0,4469 (5,316)	0,6495 (4,461)
Ingreso < 150000	-0,0618 (-0,608)	-0,1117 (-0,644)
150000 < ingreso < 250000	-0,1159 (-1,229)	-0,2114 (-1,311)
250000 < ingreso < 400000	-0,1564 (-1,621)	-0,2814 (-1,714)
1(θ)	-1182,2	-1121,2
1(C)	-1491,1	-1491,1
ρ^2	0,2072	0,2481
LR(c)	617,8	739,8
N	2157	2157

Nota: Los valores que aparecen entre paréntesis son los del estadístico t

Por otra parte, el valor de la constante del modelo nos da una idea de la valoración de los individuos sobre los dos medios analizados respecto a características distintas a las incluidas en el modelo. Al tener signo negativo indica un penalti por la utilización del avión que se puede valorar en términos monetarios como el cociente entre el valor estimado de la constante y el valor estimado de la variable precio. El resultado de esta operación nos da 585 pesetas, según el modelo probit, y 875 para el logit, es decir, manteniendo constante las variables precio y tiempo en ambas alternativas, la gente como media estaría dispuesto a pagar, adicionalmente, las cantidades anteriormente mencionado, según la estructura funcional considerada, para viajar en jet foil en lugar de en avión.

Esta mayor preferencia de los individuos a viajar en jet foil, una vez que se descuenta el efecto del precio y del tiempo, parecer recoger el hecho de que el viaje en avión supone un mayor número de trasbordos entre distintos medios. Esto se debe a que la mayoría de los individuos que realizan este trayecto son viajeros de negocio y su origen/destino se sitúa en las capitales de las islas por lo que al estar los aeropuertos situados en las afueras de dichas capitales, a diferencia de las estaciones del jet foil, realizan un mayor número de trasbordo suponiendo una incomodidad adicional en la elección del avión.

La función de demanda se estimó de nuevo segmentando la muestra en relación al motivo del viaje y al nivel de renta. La estimación se realiza solamente con los viajeros por motivo de negocio, que son los que representan aproximadamente el 60% del total de viajeros en ambos medios, siendo esta submuestra la que se segmenta según el nivel de ingresos. Esta partición se realizó en tres grandes grupos: rentas inferiores a 250.000 pesetas mensuales, entre 250.000 y 400.000 pesetas y más de 400.000 pesetas mensuales.

En los cuadros 2 y 3 se exponen respectivamente los resultados de los modelos probit y logit en relación al precio y al tiempo de la submuestra viajeros de negocio segmentada por nivel de renta.

Todos los modelos analizados poseen variables independientes que aportan explicación significativa respecto al modelo de sólo la constante; es decir, siempre se verifica que la razón de verosimilitud con respecto al modelo de sólo la constante es mayor que el valor de la distribución χ^2 al 95% de confianza. Los estadísticos de ajuste general, específicamente el p^2 , de los modelos estimados presentan unos valores aceptables para este tipo de estimaciones, por lo que no nos permite rechazar ninguno de ellos. No obstante, se pondrá más énfasis, para el cálculo del valor del tiempo, en los modelos que se muestran en los cuadros 2 y 3 donde se considera la submuestra pasajeros por motivos de negocio por agrupar a individuos más homogéneos.

Las estimaciones presentadas en los cuadros 2 y 3 cumplen que los coeficientes del modelo logit ponderados por el factor $3^{1/2}/\pi$ son similares a los del probit, dándose las mayores diferencias para los coeficientes de la submuestra de renta

superior a 400.000 ptas/mes. Esto parece tener su explicación en el hecho de que se trata de una submuestra relativamente pequeña y por lo tanto con menor variabilidad de las variables, lo que produce peores estimaciones en este estrato.

En cuanto al análisis de los resultados se observa que la valoración del tiempo y la del precio difieren a medida que varía el nivel de renta. La utilidad marginal del coste de viaje decrece cuando aumenta el nivel de renta, mostrando que a mayor nivel de renta menor será la importancia relativa que los individuos conceden a los precios de los distintos modos de transporte, corroborando asimismo la hipótesis de la utilidad marginal de la renta decreciente.

Cuadro 2

Comparación de los coeficientes precio y tiempo para la submuestra de viajeros por motivo de negocio. Modelo Probit.

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en transporte aéreo

	Renta < 250.000	250.000 < Renta < 400.000	Renta > 400.000
Precio	-0,0165 (-1,078)	-0,0037 (-7,343)	-0,0007 (-5,988)
Tiempo	-0,0357 (-6,642)	-0,0357 (-4,679)	-0,0384 (-4,394)
$l(\theta)$	-278,60	-190,44	-142,26
$l(C)$	-433,14	-263,20	-179,29
ρ^2	0,357	0,276	0,206
LR(C)	309,08	145,52	74,06
N	628	380	259

Nota: Los valores que aparecen entre paréntesis son los del estadístico t.

Cuadro 3

Comparación de los coeficientes precio y tiempo para la submuestra de viajeros por motivo de negocio. Modelo Logit.

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en transporte aéreo

	Renta < 250.000	250.000 < Renta < 400.000	Renta > 400.000
Precio	-0,0305 (-1,100)	-0,0080 (5,431)	-0,0027 (-4,547)
Tiempo	-0,0590 (-6,277)	-0,0583 (-4,378)	-0,0692 (-4,081)
$l(\theta)$	-278,72	-187,61	-131,76
$l(C)$	-433,14	-263,20	-179,29
ρ^2	0,357	0,287	0,265
LR(C)	308,8	151,2	95,06
N	628	380	259

Nota: Los valores que aparecen entre paréntesis son los del estadístico t.

Por su parte, el resultado de la valoración del tiempo muestra que al aumentar el nivel de renta crece levemente su utilidad marginal. La utilidad marginal del tiempo es prácticamente igual para los dos primeros tramos de renta y crece para la categoría de renta superior. Estos resultados ponen de manifiesto que los individuos con distintos niveles de renta valoran de diferente manera las características de los modos de transporte. Igualmente, este estudio muestra que a medida que los niveles de renta de la población aumenten se necesitará prestar una mayor atención a la calidad de los servicios prestados por los medios.

Asimismo se han calculado los efectos marginales de las variables precio y tiempo, a partir del modelo logit, para la submuestra de pasajeros de negocio segmentada según los distintos niveles de renta. Los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4
Efectos Marginales

Variable dependiente: Probabilidad de viajar en transporte aéreo

	Renta < 250.000	250.000 < Renta < 400.000	Renta > 400.000
Precio	-0,00262 (-1,3326)	-0,001842 (-6,4238)	-0,000668 (-4,6017)
Tiempo	-0,005080 (-7,6025)	-0,013487 (-5,1869)	-0,17198 (-4,1269)

Nota: los valores entre paréntesis corresponden a los valores del estadístico t calculados según Greene (1991), véase pags 679-680.

Se observa que para cada uno de los niveles de renta los efectos marginales del tiempo son mayores que los del precio -ambos evaluados en términos absolutos-, lo cual indica que el determinante más importante en la probabilidad de elección es la variable tiempo. Igualmente se aprecia que a medida que aumenta el nivel de renta crecen los efectos marginales del tiempo y decrecen los del precio. Esto muestra que son los pasajeros de mayores niveles de renta los que conceden la mayor ponderación al tiempo a la hora de elegir el modo de transporte, y que son los pasajeros de menores niveles de renta los que otorgan una mayor importancia al precio.

4.1. El valor del tiempo

La elección que realizan los individuos entre el avión y el jet foil incorpora un "trade off" entre tiempo y dinero que nos permite calcular el valor monetario de la variable tiempo. Este es igual al cociente entre el coeficiente estimado de la variable tiempo y el coeficiente de la variable precio. El resultado que se obtiene es el valor monetario de la utilidad marginal de un ahorro de tiempo.

En primer lugar se calculó un único valor del tiempo para la muestra global y posteriormente para la submuestra de viajeros por motivo de negocio segmentada de acuerdo al nivel de renta. Los resultados aparecen en el cuadro 5.

Cuando se calcula la valoración del tiempo en relación al nivel de ingresos, para los viajeros por motivo de negocio, se observa que a medida que aumenta el nivel de renta crece la valoración del tiempo pasando de 130 a 3292 pts/hora en el probit y de 116 a 1550 pts/hora en el logit.

Cuadro 5

 Valoración del tiempo para los viajeros de negocio (pts/hora). Año (1992)

Muestra segmentada	Modelo Probit	Modelo Logit
Renta < 250.000	130 pts/hora (1,064)	116pts/hora (1,518)
250.000 < renta < 400.000	580 pts/hora (4,242)	439pts/hora (3,425)
Renta > 400.000	3.292 pts/hora (3,619)	1.550 pts/hora (3,148)

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden al estadístico t calculados según Jara-Díaz, Ortúzar y Parra (1988).

Para los dos estratos iniciales de renta las valoraciones de los modelos probit y logit son muy similares. No obstante, para la partición de renta superior a 400.000 pts/mes el modelo probit produce un valor del tiempo que es algo más del doble del calculado mediante el logit. No obstante, como ya se ha mencionado, las estimaciones de este último estrato de renta hay que analizarlas con cierta cautela dado el tamaño de esta submuestra.

Asimismo, hay que tener en cuenta que en este trabajo el valor del tiempo calculado es el valor del tiempo total invertido por los individuos en la realización del viaje y que es una media ponderada de las distintas valoraciones de los diferentes componentes del tiempo a los que se enfrenta un individuo al hacer su viaje (tiempo de espera, en vehículo, etc.) que en nuestro estudio no fue posible diferenciar.

Por otro lado, los resultados que aquí se obtienen son difícilmente comparables con los que se presentan en otros estudios, debido a que se enmarca en un contexto diferente. Las particularidades del marco interinsular analizado hacen que los viajes entre islas no se puedan considerar de naturaleza propiamente urbana ni interurbana. La distancia entre Tenerife y Gran Canaria es aproximadamente de 100 kms, pero los viajeros de negocio realizan este trayecto con una elevada frecuencia lo que lleva a considerar estos viajes como de trabajo, de ahí que los valores del tiempo que se obtienen son relativamente bajos y más próximos a los obtenidos para contextos urbanos (véase Matas, 1990). Ello explica las importantes divergencias entre los valores aquí obtenidos y los recomendados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes para los viajeros del avión (MOPT, 1991).

5. Conclusiones

En este trabajo se estima la demanda de transporte entre islas mediante modelos de elección discreta basados en la teoría de la utilidad aleatoria. Ello nos permite derivar la valoración subjetiva que hacen los individuos de los ahorros de tiempo según los distintos niveles de renta.

En primer lugar, los resultados corroboran las hipótesis propuestas a nivel microeconómico, así a medida que aumenta el nivel de renta decrece el coeficiente estimado para el coste y crece el coeficiente de la variable tiempo, por lo que la valoración que hacen los individuos de los ahorros de tiempo aumenta con los niveles de renta. Este hecho pone de manifiesto que individuos con diferentes niveles de ingreso valoran de distinta manera los atributos exhibidos por los modos de transporte, a la vez que se confirma la hipótesis de utilidad marginal de la renta decreciente.

Por otro lado el cálculo de los efectos marginales nos permite afirmar que los individuos muestran una mayor sensibilidad a las variaciones de los niveles de calidad del servicio (tiempo invertido en el viaje) que al precio exhibidos por los modos.

Asimismo, los valores del tiempo estimados parecen asemejarse más a los obtenidos para contextos urbanos que para los interurbanos, aún cuando el avión sea un modo más específico de contextos interurbanos. Esto se debe a la naturaleza y características de los desplazamientos que se dan entre Tenerife y Gran Canaria, donde predominan los pasajeros de negocios que viajan con elevada frecuencia y consideran el viaje habitual. De ahí que los valores del tiempo que se presentan en este trabajo sean relativamente pequeños y próximos a los que se obtienen para la elección del modo de viaje a nivel urbano.

Bibliografía

- AMEMIYA, T. (1981): "Qualitative Response Models". *Journal of Economic Literature*, 19, 1481-1536.
- GALLÁSTEGUI, I. (1985): "Aspectos Básicos de los Modelos de Elección Discreta en Economía", *Revista Española de Economía*, vol 2, nº 2.
- GREENE, W. (1991): *Econometric Analysis*. Maxwell Macmillan International Editions, New York.
- JARA DÍAZ, S. Y J. VIDEA (1989): "Detection of Income Effect in Mode Choice: Theory and Application", *Transportation Research*, 6 23B, 393-400.
- JARA DÍAZ, S; J. ORTÚZAR Y R. PARRA (1988): "Valor Subjetivo del Tiempo considerando Efecto Ingreso en la Partición Modal". Ponencia presentada en el V Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Universidad de Puerto Rico.
- MATAS, A. (1990): *El Transporte Urbano: Análisis de la Eficiencia y Factores Condicionantes de la Demanda*. Tesis Doctoral, Facultad de CC Económicas y Empresariales, Bellaterra, Barcelona.

MCFADDEN, D. (1974): "The Measurement of Urban Travel Demand", *Journal of Public Economics*, vol. 3, 303-328.

MCFADDEN, D. (1981): "Econometrics Models of Probabilistic Choice", in *Structural Analysis of Discrete Data With Econometrics Applications*, Manski, C.F. and McFadden, D. eds. MIT Press, 198-272.

MCFADDEN, D. Y K. TRAIN (1978): "The Goods/Leisure Trade Off and Disaggregate Work Trip Mode Choice Models", *Transportation Research*, 12, 349-353.

MOPT (1991): *Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarril de Vía Ancha*. Madrid

ORTÚZAR, J. (1982): "Fundamentals of Discrete Multimodal Choice Modelling". *Transport Review*, Vo.2, Nº 1, 47-78.

1. El número de pasajeros que viajan en 1992 en ferry representan sólo el 2% del total de los encuestados y, además, el 52% de ellos condicionan su elección a que necesitan llevar coche.
2. Han sido mucho los autores que han ofrecido diferentes aproximaciones para introducir la renta en estos modelos, véase, por ejemplo: McFadden y Train (1978), Jara Díaz y Ortuzar (1989), Jara Díaz y Videla (1989).
3. En el caso binario la estimación a través de los modelos logit y probit deben dar resultados similares, hallándose las diferencias más importantes en los extremos de las distribuciones. En concreto, dado que la distribución logística tiene una variación $\pi^2/3$, si queremos comparar las estimaciones θ del modelo logit con las estimaciones θ del modelo probit -una vez normalizado, tal que $\sigma=1$ -, debemos multiplicar las primeras por $3^{(1/2)}/\pi$. No obstante, Amemiya (1981) sugirió multiplicar las estimaciones logit por 1/1,6 en vez de $3^{(1/2)}/\pi$, argumentando que esta transformación produce una mejor aproximación entre la distribución logística y la distribución normal estándar.
4. La variable tiempo se calcula sumando los siguientes componentes: el tiempo invertido desde el origen hasta el aeropuerto (terminal del jet foil) más el tiempo de espera en caso de elegir avión que fue de 25' si son viajeros de negocio y 35' en caso contrario, si eligen viajar en jet foil no se considera tiempo de espera. Asimismo se le añade el tiempo de viaje en vehículo (avión/jet foil) y, finalmente se le imputa el tiempo desde el aeropuerto (estación marítima) de destino hasta su destino final.
5. El precio que en mayor medida se paga por los pasajeros del avión es el precio sin descuento que equivale a 3770 pesetas. Por su parte el precio sin descuento en el jet foil es de 4950 pesetas.