

**UNA APROXIMACIÓN A LOS DETERMINANTES MICRO DE LA ELECCIÓN DE  
MODOS DE TRANSPORTE PARA EL DESPLAZAMIENTO HACIA EL SITIO DE  
TRABAJO EN SANTIAGO DE CALI 2012**

**WALTER TRUJILLO BARÓN  
1343114-3340**

**TUTOR**

**CARLOS FEDERICO ANDRÉS VALLEJO M.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
SANTIAGO DE CALI  
2015**

**UNA APROXIMACIÓN A LOS DETERMINANTES MICRO DE LA ELECCIÓN DE  
MODOS DE TRANSPORTE PARA EL DESPLAZAMIENTO HACIA EL SITIO DE  
TRABAJO EN SANTIAGO DE CALI 2012**

**WALTER TRUJILLO BARÓN  
1343114-3340**

**TUTOR**

**CARLOS FEDERICO ANDRÉS VALLEJO M.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
SANTIAGO DE CALI  
2015**

## Tabla de contenido

|                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                                                                                                                            | 6  |
| <b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>                                                                                                                               | 9  |
| <b>3. MARCO TEÓRICO</b>                                                                                                                                           | 13 |
| 3.1. El modelo Logit Multinomial                                                                                                                                  | 15 |
| 3.2. El supuesto de las alternativas irrelevantes                                                                                                                 | 17 |
| <b>4. METODOLOGÍA</b>                                                                                                                                             | 17 |
| 4.1. Los datos                                                                                                                                                    | 18 |
| 4.2. Las variables                                                                                                                                                | 18 |
| 4.2.1. Variable dependiente:                                                                                                                                      | 18 |
| 4.2.2. Variables independientes:                                                                                                                                  | 19 |
| 4.3. EL MODELO ECONÓMétrICO                                                                                                                                       | 20 |
| 4.4. SIGNOS ESPÉRADOS DE LOS COEFICIENTES ASOCIADOS A LAS VARIABLES INDEPENDIENTES                                                                                | 20 |
| <b>5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO</b>                                                                                                                                    | 21 |
| <b>6. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES ECONÓMétrICAS</b>                                                                                                            | 33 |
| 6.1. TEST DE HAUSMAN                                                                                                                                              | 33 |
| 6.2. TEST DE WALD                                                                                                                                                 | 34 |
| 6.3. EFECTOS MARGINALES                                                                                                                                           | 35 |
| 6.4. PROBABILIDADES PREDICHAS POR MODO DE TRANSPORTE                                                                                                              | 37 |
| 6.5. PROBABILIDAD DE ELECCIÓN DE MODOS PARA TRABAJADORES FORMALES, NO POBRES RESIDENTES EN COMUNAS DIFERENTES A LADERA Y ORIENTE, CON NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR | 38 |
| <b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>                                                                                                                          | 38 |
| <b>8. BIBLIOGRAFIA</b>                                                                                                                                            | 42 |

## CONTENIDO DE TABLAS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 CONJUNTO DE CONPES EMITIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SITM-MIO .....                        | 6  |
| Tabla 2. CONJUNTO DE ACUERDOS MUNICIPALES DE CALI EMITIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SITM-MIO ..... | 7  |
| Tabla 3. NUEVA CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE .....                                       | 19 |
| Tabla 4. VARIABLES INDEPENDIENTES Y SU DESCRIPCIÓN .....                                             | 19 |
| Tabla 5 TEST DE HAUSMAN PARA EL SUPUESTO IIA .....                                                   | 33 |
| Tabla 6 TEST DE WALD.....                                                                            | 34 |
| Tabla 7 EFECTOS MARGINALES.....                                                                      | 35 |
| Tabla 8 PROBABILIDADES PROMEDIO DE ELECCIÓN DE MODOS .....                                           | 37 |
| Tabla 9 PROBABILIDAD DE ELECCIÓN DE MODOS.....                                                       | 38 |

## CONTENIDO DE GRÁFICAS

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica 1 PORCENTAJE DE USUARIOS POR MODO DE TRANSPORTE .....                                                  | 22 |
| Gráfica 2 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS FORMALES POR MODO DE TRANSPORTE.....                                 | 22 |
| Gráfica 3 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS INFORMALES POR MODO DE TRANSPORTE .....                              | 23 |
| Gráfica 4 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS CUENTA PROPIA POR MODO DE TRANSPORTE .....                           | 24 |
| Gráfica 5 PORCENTAJE DE USUARIOS EMPLEADORES POR MODO DE TRANSPORTE .....                                      | 24 |
| Gráficas 6 HORAS PROMEDIO DE TRABAJO A LA SEMANA POR MODO DE TRANSPORTE .....                                  | 25 |
| Gráfica 7 EDAD PROMEDIO POR MODO DE TRANSPORTE.....                                                            | 26 |
| Gráfica 8 PORCENTAJE DE OCUPADOS SIN PRIMARIA POR MODO DE TRANSPORTE .....                                     | 26 |
| Gráfica 9 PORCENTAJE DE OCUPADOS BACHILLERES POR MODO DE TRANSPORTE .....                                      | 27 |
| Gráfica 10 PORCENTAJE DE OCUPADOS TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS POR MODO DE TRANSPORTE .....                           | 28 |
| Gráfica 11 PORCENTAJE DE OCUPADOS CON EDUCACIÓN SUPERIOR POR MODO DE TRANSPORTE .....                          | 28 |
| Gráfica 12 TIEMPO PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTO POR MODO DE TRANSPORTE .....                                      | 29 |
| Gráfica 13 PORCENTAJE DE HOMBRES POR MODO DE TRANSPORTE.....                                                   | 30 |
| Gráfica 14 PORCENTAJE DE MUJERES POR MODO DE TRANSPORTE.....                                                   | 30 |
| Gráfica 15 NÚMERO DE USUARIOS QUE VIVEN EN LAS COMUNAS 1, 13, 14, 15, 18, 20 Y 21 POR MODO DE TRANSPORTE ..... | 31 |
| Gráfica 16 PORCENTAJE DE USUARIOS CON CONDICIÓN JEFE DE HOGAR POR MODO DE TRANSPORTE .....                     | 32 |
| Gráfica 17 PORCENTAJE DE PERSONAS AUTODENOMINADAS POBRES POR MODO DE TRANSPORTE .....                          | 32 |

# **UNA APROXIMACIÓN A LOS DETERMINANTES MICRO DE LA ELECCIÓN DE MODOS DE TRANSPORTE PARA EL DESPLAZAMIENTO HACIA EL SITIO DE TRABAJO EN SANTIAGO DE CALI 2015**

**PALABRAS CLAVES:** Modos de transporte, sistema de transporte urbano, ocupados, Modelo Logit.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los sistemas de transporte son un elemento fundamental de la actividad productiva y el desarrollo económico. Son esenciales a las actividades productivas, de consumo, de distribución de bienes y servicios y traslado de mano de obra. El modo en que estén diseñados permite unos niveles de eficiencia económica, que se reflejan en los mercados a través de precios y costos de oportunidad. Su correcto funcionamiento está asociado a la interacción de la oferta y la demanda de los modos de transporte, así como a la intervención estatal en la configuración de los sistemas y los incentivos para el uso de uno u otro medio de transporte. Así, un análisis de la demanda permite una mejor planeación en la intervención y diseño de un sistema de transporte.

La ciudad de Cali ha venido atravesando por cambios significativos en materia de transporte en la última década, como producto del desarrollo de un nuevo modelo de transporte urbano. El nuevo modelo se concibe como un sistema integrado de transporte masivo, en adelante SITM-MIO. Así, desde el año 1997 se han expedido varios CONPES y Acuerdos Municipales en la ciudad de Cali con el fin de diseñar y financiar dicho modelo. A continuación se presentan los CONPES emitidos a nivel nacional y los Acuerdos Municipales en la ciudad de Cali con el fin de diseñar y cofinanciar el SITM-MIO.

**Tabla 1 CONJUNTO DE CONPES EMITIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SITM-MIO**

| <b>CONPES</b> | <b>AÑO</b> |
|---------------|------------|
| 2932          | 1997       |
| 3166          | 2002       |
| 3504          | 2007       |

**Tabla 2. CONJUNTO DE ACUERDOS MUNICIPALES DE CALI EMITIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SITM-MIO**

| <b>ACUERDO</b> | <b>AÑO</b> |
|----------------|------------|
| 035            | 1998       |
| 192            | 2006       |
| 0294           | 2010       |
| 0334           | 2012       |

En el año 2008 la estructura del transporte público y su forma operativa cambió substancialmente pasando de un modelo desconcentrado privado y caracterizado por la pluralidad de empresas privadas, rutas y trayectos en competencia a otro totalmente diferente y en desarrollo. El SITM-MIO no solo cambió las reglas del juego para las firmas oferentes del sector y la institucionalidad municipal, sino que también afectó variables de decisión para los demandantes de transporte urbano, como tiempos de viaje, precio del transporte público urbano y en general, costos de oportunidad asociadas a la movilidad urbana en Cali.

El SITM, impuso una nueva estructura al sistema de transporte público urbano en Cali, pasando por su estructura operacional y administrativa. Cabe anotar también que el papel del Estado, en este caso de las instituciones públicas como METROCAL S.A. dentro de su funcionamiento a nivel operativo, administrativo y de planeación es considerable. Anterior al SITM-MIO el sistema de transporte urbano público estaba conformado por un amplio número de firmas oferentes del servicio que administraban de manera independiente entre ellas su operación y recaudo.

El nuevo modelo configura una red interconectada de troncales y pretroncales a lo largo de la cual se encuentran un conjunto de estaciones de espera, descenso y transbordo de pasajeros. En el mismo sentido se instauró un conjunto de lugares de parada fijos en las vías complementarias del SITM-MIO. Para las troncales del sistema, el único punto de acceso son las estaciones, mientras que para las pretroncales y vías complementarias se ubican paraderos fijos por fuera de los cuales no es posible acceder al sistema. Dicho cambio es fundamental entenderlo dado que el viejo sistema no imponía tal tipo de restricciones.

Por otra parte, la implementación del sistema ha presentado serios retrasos en el desarrollo de las obras, puesta en marcha de la flota de buses, salida de los buses del viejo sistema, a la vez que ha estado asociado con el surgimiento del transporte informal en Cali durante los últimos años. Se tiene por ejemplo que para el año 2013 el número de vehículos denominados “piratas” era cerca de tres mil (Diario el País, 2013). En el mismo sentido según la Encuesta de Empleo y Calidad de Vida 2012-2013 (EECV), el total de personas que se desplazaba a su destino en transporte informal era de 59.239, equivalente a un 5% de la población

que usa algún medio de transporte en Cali (cálculos propios). Esto por su puesto conlleva a la pregunta sobre si dicho servicio está más cerca de las preferencias de los usuarios en algunos sectores de la ciudad frente al SITM-MIO.

En la misma línea, se tiene que la demanda proyectada inicialmente para el SITM-MIO era de 902.400 (Conpes, 3504). No obstante, en el año 2013 el sistema movilizaba solamente 480.000 pasajeros día, quedando el resto para ser transportado por los buses del viejo sistema y el transporte informal (Diario El País, 2013). Ésta cifra resulta preocupante a la luz de las metas trazadas para el sistema, pues significa solo poco más del 50% de la demanda proyectada. Ésta cifra conlleva a la pregunta sobre la importancia que tienen los atributos de dicho sistema frente a los medios de transporte alternativo y por las preferencias de los individuos, lo cual puede capturarse en un estudio de demanda de transporte.

Todo lo descrito conlleva a pensar que los cambios señalados afectaron las costumbres de los usuarios del servicio de transporte urbano dentro de cada motivo de viaje, como por ejemplo, desplazarse al sitio de trabajo, y por tanto un conjunto de variables de decisión como tiempo de viaje, tiempo de espera, frecuencias de paso, trayectos de las rutas, calidad del servicio, entre otros. Es de advertir sobre esto, las limitaciones que al análisis del proceso de implementación del SITM-MIO impone la ausencia de datos que permitan medir los cambios en las variables de decisión expuestas, con el fin de comparar los dos sistemas de transporte público urbano en algunos de sus atributos.

De este modo, los significativos cambios planteados así como los retrasos en la implementación del sistema y, las inversiones realizadas a nivel nacional y local revelan pertinente realizar un análisis de la demanda de transporte en la ciudad de Cali por el motivo desplazarse al sitio de trabajo, máxime cuando no se encuentran estudios que analicen los factores o determinantes de demanda de transporte en Cali después de la implementación del SITM-MIO.

Es de éste modo que el presente trabajo tiene como objetivo analizar la elección que hacen los individuos del modo de transporte en la ciudad de Cali para desplazarse al sitio de trabajo, por medio de un modelo econométrico de elección, modelo Logit Multinomial, dando uso de microdatos tomados de la EECV. Se espera que la elección de un individuo sea explicada por un conjunto de vector de variables socioeconómicas que tipifican a los individuos y por tanto a sus preferencias, un vector de variables que tipifican los modos de transporte disponibles, y un vector de variables que capturan tanto los recursos del individuo como los precios relativos y/o costos de oportunidad que estos enfrentan.

El trabajo se divide en siete secciones. La primera corresponde a ésta introducción, la segunda presenta una revisión de la literatura en donde se

presentan los trabajos más relevantes, la tercera contiene el marco teórico, la cuarta presenta la metodología y las especificaciones econométricas, la quinta expone un análisis descriptivo de las variables, la sexta presenta los resultados del modelo econométrico y finalmente la sección séptima presenta las conclusiones y recomendaciones.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En ésta sección se presentan los trabajos más relevantes sobre demanda de transporte urbano. Cabe anotar que la mayoría de ellos tiene en común los fundamentos teóricos que devienen del ya clásico trabajo de McFadden (1975) *“Urban Travel and Demanda. A Behavioral Analysis”*. La segunda características en común son los tipos de modelos econométricos usados, a saber de elección discreta como el logit binomial, probit binomial y logit Multinomial entre los más usados, para datos desagregados a nivel individual. Por último se tiene que existe un conjunto de variables que se encuentran en casi todos los trabajos revisados como tiempo de viaje, costos de transporte y algunas medidas de riqueza e ingreso.

Barrio y Martínez (1998), estiman un modelo de demanda de transporte urbano en Cádiz España. Utilizan un modelo probit binomial en donde la variable dependiente está conformada por la elección entre transporte público y transporte privado frente a las variables explicativas que se agrupan en dos tipos, atributos de los modos de transporte como: costo relativo del transporte (diferencias de costos entre el transporte privado y el público), tiempo de viaje (calculado como la diferencia en tiempo de viaje en minutos entre el transporte privado y público). De otro lado las variables asociadas a las características socioeconómicas del individuo como: sí se es o no jefe de hogar (variable *dummy*), sexo, edad, situación profesional (tomada como una *proxy* del nivel de renta, que presenta tres categorías).

Los datos son recolectados mediante encuestas a 2200 hogares de 6 zonas mediante una distribución proporcional de la muestra para cada zona. La muestra tuvo 5565 observaciones, no obstante se hizo una depuración de la misma que consistió en lo siguiente: se tuvieron en cuenta únicamente los viajes que tienen origen y destino en la zonas de estudio, se eliminaron los viajes a pie y los viajes hechos en transporte escolar, laboral y taxi, dejando solo los viajes realizados en auto particular y en autobús. La muestra final fue dividida en tres sub muestras, cada una según motivo del viaje como trabajar, estudiar e ir de compras, las demás categorías fueron eliminadas.

En los tres modelos estimados se encuentra que las variables sexo, profesión (en sus categorías) y edad, son no significativas. Sin embargo, para las variables tiempo y costos (precios) se estiman las elasticidades en las tres muestras. Se encontró que las elasticidades del precio y de tiempo son mayores para el transporte privado que para el transporte público, es decir, es más sensible la demanda de transporte público a cambios en el precio y el tiempo que la demanda de transporte privado. Así mismo se encontró para los dos casos, con excepción de la muestra definida por motivo de viaje “ir de compras”, que la elasticidad del precio es mayor a la elasticidad del tiempo, es decir, que la demanda de transporte privado como de transporte público es más sensible a cambios en el precio que en tiempo de viaje, un importante hallazgo en términos de política tal como señalan los autores.

De lo anterior queda claro que, según el ejercicio realizado para Cádiz, las variables socioeconómicas no tienen influencia en la elección del tipo de transporte para desplazarse por diferentes motivos como los señalados, una situación que iría en contra la teoría económica, y que podría haberse mejorado en los modelos estimados de haberse utilizado otro tipo de variable que diera cuenta de la renta o riqueza de los individuos en Cádiz, como lo hacen estudios que se presentan.

Arellano y Toro (2005) analizan la demanda de transporte público en Cartagena de Indias con base en variables asociadas al sistema de transporte así como a algunas que dan cuenta de las características del individuo. Igual que en el trabajo expuesto anteriormente los autores usan un modelo probit binomial para analizar la demanda y recogen los datos por medio de encuestas realizadas a usuarios del sistema.

En la definición de la muestra parten de un universo de 583.212 individuos constituidos por: la población de estudiantes (278.307) y ocupados (304.905) en el año 2004. El tamaño de la muestra fue de 1229 encuestas la cual se definió de manera aleatoria entre la población teniendo en cuenta la distribución espacial de la misma. Se puede decir al respecto que el trabajo no señala de manera concreta el criterio para definir la muestra, con lo cual no es claro si se han presentado en esta problemas como sesgo de selección que, como se sabe, no hacen representativa la misma.

El marco teórico como advertimos antes se basa en el trabajo de McFadden citado y definen un conjunto de variables regresoras divididas en dos grupos, el primero que corresponden a los atributos del sistema de transporte público como el precio del medio de transporte, tiempo de viaje, comodidad, seguridad, entre otras. El segundo grupo que corresponde a variables que dan cuenta de las características individuales como ingresos, ocupación, edad, entre otras. Una diferencia

importante con el trabajo de Barrio y Martínez (1998), además del conjunto de variables seleccionadas en los dos estudios, está en que el modelo probit binomial se estima para cada medio de transporte existente en la ciudad. Así, teniendo cinco categorías o medios de transporte se estimaron cinco modelos probit en donde la variable dependiente (medio de transporte) toma el valor de uno si es el medio  $K$  = medio de transporte y cero en otro caso, con  $K=5$  se tiene cinco modelos.

De manera general puede decirse que en los cinco modelos se encontró variables asociadas a los atributos del sistema como a las características del hogar que resultan significativas estadísticamente, es decir, que tiene un efecto en la elección del medio de transporte para ir a estudiar y trabajar.

Liendro (2013), realiza un estudio para examinar las variables que influyen en la elección de un individuo respecto de la alternativa de transporte en dos ciudades de Argentina. Usa datos de dos encuestas a saber Encuesta de Demanda de Transporte 2009 para Salta y Encuesta Origen-Destino 2010 de la EOD para Posadas. Su marco teórico está basado en la teoría de utilidad aleatoria como antes. La relevancia del trabajo estriba entre otras en la implementación de un nuevo modelo de transporte a partir de año 2004.

Para la primera ciudad se cuenta con una base de datos de 2393 personas, repartidas en 674 hogares, mientras que para la segunda se tienen 7700 individuos distribuidos en 2000 hogares. Las estimaciones econométricas se hacen usando dos tipos de modelos a saber logit binomial y logit Multinomial. En el caso del primero llama la atención la manera en que se define la categoría de transporte público y privado. Dentro del transporte público se incluye taxis y “remis” y dentro del privado auto, “cam”, moto y bicicleta.

Las variables incluidas en los modelos fueron: edad, sexo, precio, ingreso del individuo, motivo de viaje, tiempo. Para el caso de Salta, todas fueron significativas; para el caso de Posada no lo fueron las variables: sexo, ingreso y tiempo de viaje. En el modelo logit Multinomial se definieron tres categorías: Remis-Taxi, Auto-Cam y Moto-Bici, encontrando que para Posadas la mayoría de las variables son no significativas (dejando como categoría base colectivo).

Al utilizar la prueba de alternativas irrelevantes de Hausman se encuentra que para Posadas las alternativas resultan independientes solo cuando se quita la alternativa Auto-Cam. Una de las razones que podría explicar dicho resultado del test de Hausman es que al juntar en una sola categoría moto y bicicleta se hace una adición que podría entorpecer el ejercicio econométrico debido a que puede haber distintas razones para que un individuo se desplace en moto o en bicicleta las cuales puede diferir en gran medida. Por ejemplo, al tener una buena provisión

de ciclo vía y un alto nivel de seguridad, las personas con preferencias tendientes a cuidar el medio ambiente, hacer ejercicio o con ingresos insuficientes para comprar o alquilar moto podrían desplazarse en bicicleta que es mucho menos costoso.

Otra de la razones que deja el autor en entre dicho, desde una perspectiva de su fundamentación econométrica es que no plantea las posibles soluciones o alternativas que pueden abordarse cuando el supuesto de alternativas irrelevantes no se cumple, como sería estimar el modelo Logit Condicionado.

Por último, se tiene el trabajo de Fajardo (2010) en donde se analiza la elección que hacen los individuos entre siete modalidades de transporte para la ciudad de Popayán. Vale la pena resaltar la minuciosa exposición que se hace en la sección dos sobre el conjunto de modelos de elección discreta usados para estimar la demanda del tipo descrito en el trabajo, explicitando las posibles ventajas y desventajas de los mismos frente a datos y supuestos teóricos.

Su trabajo usa un modelo logit Multinomial argumentando dos ventajas del mismo frente al ejercicio en particular. Primero señala que dicho modelo es preferible dada la poca información sobre el tema en la ciudad, que permita estudiar la elección modal y, segundo, arguye que de cumplirse el supuesto de alternativas irrelevantes no sería necesario estimar un modelo anidado. Su marco teórico parte del mismo de los trabajo anteriormente descritos en este documento.

Con una población de 265.702 habitantes para 2010 en Popayán se definió una muestra de 348 encuestas, mientras que las encuestas se realizaron por medio de un muestreo causal o accidental en el centro de la ciudad y barrio la Esmeralda, que según cita la autora presentan el mayor número de viajes según matriz origen-destino de la Alcaldía de la ciudad. El modelo econométrico planteado fue, como se anotó, un logit Multinomial con siete categorías o modos de transporte a saber: a pie, bicicleta, moto particular, moto taxi, colectivo, taxi, y automóvil particular.

Cabe resaltar la diferencia en las categorías definidas en los trabajos hechos en Colombia aquí citados con la de los trabajos internacionales expuestos anteriormente en cuanto a la categoría moto, la cual se subdivide, por decirlo de alguna manera, en moto particular y moto taxi. Dicha subdivisión no se observa en los trabajos internacionales debido seguramente a que no existen problemas graves de transporte informal urbano o a la miopía de los autores.

Dos modelos son estimados para analizar la elección de los medios de transporte. La diferencia entre ellos radica en que el primero incluye tres variables de ingreso definidos por intervalos de ingreso de menor a mayor monto. El segundo no contiene dichas variables de ingreso sino que incluye una variable de costos

(costo total del desplazamiento). Al estimar los modelos y realizar el test de Hausman sobre alternativas irrelevantes se encuentra que el modelo no presente problemas de alternativas irrelevantes. En términos generales se encuentra para los modelos estimados que variables como tiempo, costo, género, edad y si se es o no jefe de hogar afectan el tipo de elección que hacen los individuos entre alternativas de transporte en la ciudad de Popayán.

Cabe anotar a luz de los trabajos citados, y en referencia al marco teórico que exponen así como a los modelos econométricos usados, que la presente investigación tal como se ha pensado en el diseño tendría mucho en común con éstos. No obstante la misma se plantea en un contexto de cambios estructurales en el sistema de transporte público urbano, explícitamente para la población que tiene como motivo de viaje ir a trabajar usando como fuente para los datos una encuesta que tiene como muestra 30.450 individuos (Encuesta de Empleo y Calidad de Vida 2012-2013) e incluyendo fenómenos como el transporte informal no solo en motos sino también en automóvil y otros vehículos.

### 3. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de la presente investigación parte de la teoría de la utilidad del agente económico, que supone un individuo racional que elige la alternativa de transporte que le genere la mayor utilidad posible dentro de un conjunto de alternativas dado. Se toma el desarrollo conceptual elaborado por Mcfadden en su clásico trabajo *“Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis”*. El autor plantea en los capítulos tres y cuatro del citado trabajo un problema de elección discreta con base en la teoría económica de elección del consumidor. Inicialmente plantea de forma general la función de utilidad de un individuo en función de un vector de características demográficas y sociales (**s**) y un vector de niveles satisfacción de necesidades (**w**) a saber:

$$U = W(w, s) \dots \dots \dots (1)$$

De otro lado, define un conjunto de alternativas de consumo “a” dentro de un universo dado,  $\Omega$ . Asociado a cada “a” perteneciente a  $\Omega$ , hay un vector de niveles de satisfacción de necesidades  $w=Ma$  y un vector de atributos  $x=Na$  (cada actividad de consumo determina un vector de atributos que describen productos comprados en los mercados y los viajes realizados) en donde  $M$  y  $N$  son tomadas como transformaciones lineales. Haciendo los reemplazos correspondientes se tiene que el consumidor resuelve el siguiente problema:

$$\text{Max } W(Ma, s) \dots \dots \dots (2)$$

La demanda observada satisface  $x^* = Na^*$ , donde  $a^*$  es el conjunto de alternativas de consumo elegido por los individuos de manera óptima dadas sus preferencias. El interés recae en el caso en que cada vector de atributos  $x$ , se identifica con un único vector de actividad " $a$ ". De otro lado, se tiene que  $N$  es una matriz cuadrada no singular y, haciendo los reemplazos necesarios se obtiene:

$$U(x, s) = W(MN^{-1}x, s) \dots \dots \dots (3)$$

Donde  $MN^{-1}$  es igual a la matriz identidad.

Así, el problema del individuo se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{Max } W(x, s) \dots \dots \dots (4)$$

En coherencia con lo expuesto, el autor define a " $x$ " como un vector de atributos del sistema de transporte y " $s$ " como el conjunto de características socioeconómicas de cada individuo.

Ahora bien, para cada modo de transporte  $j= 1, 2...J$  se tiene un vector de atributos asociados al mismo,  $x_j$ . Así, un agente racional en desarrollo de sus actividades de consumo (estudiar, ir de compras, entre otros) elige el medio o modo de transporte de tal manera que alcance el máximo nivel de utilidad.

De esta manera el individuo elige la opción  $i$  si y solo si:

$$U(x_i, s) > U(x_j, s) \dots \dots \dots (5)$$

Para  $j$  diferente de  $i$ .

Dando uso de la teoría de utilidad estocástica, el evento descrito en la anterior ecuación ocurrirá con cierta probabilidad, que se puede expresar de la siguiente manera:

$$P[U(x_i, s) > U(x_j, s)] \dots \dots \dots (6)$$

Para  $j$  diferente de  $i$ .

Se asume que la probabilidad de empate es cero. Con completa generalidad se puede escribir la función de utilidad estocástica de la siguiente manera:

$$U(x, s) = V(x, s) + \mu \dots \dots \dots (7)$$

Donde  $V(x, s)$  representa el componente determinístico o no estocástico y refleja los gustos representativos de la población, mientras “ $\mu$ ” es estocástico o no determinístico y refleja el efecto de la idiosincrasia individual en gustos o atributos no observados. De esta manera la anterior ecuación puede reescribirse como:

$$P[Vi((xi, s) + \mu i)) > Vj((xj, s) + \mu j)] = P[(\mu j - \mu i) < Vi(xi, s) - Vj(xj, s)] \dots \dots \dots (8)$$

Expresión que representa la elección del modo de transporte en términos de la distribución de probabilidad. Y la probabilidad de que la opción “ $i$ ” sea elegida se define como:

$$Pi = \frac{e^{vj}}{\sum_{j=1}^J e^{\wedge vj}} \dots \dots \dots (9)$$

Dicha función de distribución logística da lugar al modelo Logit Multinomial utilizado para datos no ordenados. Dicho modelo se describe a continuación.

### 3.1. El modelo Logit Multinomial

Es una extensión del modelo Logit Binario. El modelo supone que se tienen  $M$  alternativas  $j = 1, 2, 3 \dots M$  de tal forma que la elección  $Yj=j$  es una variable aleatoria nominal. Del mismo modo se supone  $k$  variables independientes  $Xi = \{Xi1, Xi2, \dots, Xik\}$  con  $i = 1, 2, 3 \dots n$ . Al considerar funciones de utilidad lineales en los parámetros la expresión (9) toma la forma:

$$Pi = \frac{e^{vj}}{\sum_{j=1}^J e^{\wedge vj}}$$

Con  $vi = xi^T \beta j + eij$

Con  $xi$  un vector  $K \times 1$  de variables explicativas para el individuo  $i$ .  $\beta j$  un vector de  $K \times 1$  de parámetros para la alternativa  $j$ . La expresión  $vj = xi^T \beta j + eij$  es la utilidad de la alternativa  $j$  para un individuos que presenta características  $Xi$ . Así la probabilidad de que la alternativa  $j$  sea elegida se define como:

$$\Pr [Y_i = j] = p_{ij} = \frac{e^{x_i^T \beta_j}}{\sum_{l=1}^m e^{x_i^T \beta_l}}, \quad j = 1, 2, \dots, m$$

Con  $\sum_{l=1}^m p_{il} = 1$  una restricción necesaria para garantizar la identificación del modelo y la restricción usual  $\beta_1 = 0$ .

Los parámetros del modelo se estiman por medio del método de máxima verosimilitud, método que obtiene los parámetros que maximizan la probabilidad de que el modelo reproduzca una muestra. Para derivar el log-likelihood se define una variable *dummy* **dnj** para cada individuo de la muestra en donde **dnj=1** en caso de que el individuo elija la alternativa **j** y **dnj=0** en el resto de los casos, ver Natacha Gentile - Elsa Rodríguez (2002).

$$\ln L = \sum_{N=1}^N \sum_{j=0}^J dnj \ln \Pr(y_n = j) \dots \dots \dots (11)$$

Este modelo permite obtener la probabilidad de que un individuo elija cierto modo de transporte para ir a trabajar, dadas sus características socioeconómicas y atributos de cada alternativa de transporte. Una de las razones por las cuales se decide usar este modelo es que la variable dependiente, que sería para este caso la elección del modo de transporte, no implica ningún ordenamiento o secuencia.

No obstante, el modelo requiere del cumplimiento del supuesto de alternativas irrelevantes, según el cual la elección de una alternativa no depende de la presencia o ausencia de las demás. Este supuesto es derivado de otro que plantea que los términos de error (aleatorios) de la función de utilidad son independientes e igualmente distribuidos. La implicación de dicho supuesto es que individuos con las mismas características observables tienen gustos iguales, y que los efectos provenientes de las características no observables o las alternativas disponibles, no están correlacionadas a través de los individuos ni de las alternativas (Fajardo, 2011). Desde un punto de vista teórico implica que aun en contextos de utilidad aleatoria, la transitividad se mantiene, es decir, si la ratio de la probabilidad de ir en carro frente bicicleta es de 4 para un sujeto bosquejado, y esta probabilidad es estimada en ausencia de la opción moto, no debe de cambiar dicho odds ratio al incluir la variable moto, no podría ser por ejemplo que ahora fuera 0.5

### 3.2. El supuesto de las alternativas irrelevantes

El supuesto de alternativas irrelevantes se deriva del supuesto de que las perturbaciones son entre si independientes y homocedasticas. Para el modelo Logit Multinomial el supuesto implica que los Odds Ratio, cociente entre las probabilidades de elección de dos alternativas diferentes no depende del resto de alternativas, lo cual implica que dichas alternativas son irrelevantes.

Existen varias formas de probar el cumplimiento del supuesto de IIA, sin embargo el más usado en la literatura reciente es el desarrollado por Hausman y McFadden, 1984 que se presenta a continuación:

$$H = (\beta r - \beta^* nr)^T [Var(\beta r) - Var(\beta^* nr)](\beta r - \beta^* nr) \dots \dots \dots (12)$$

El estadístico sigue una distribución Chi-cuadrado con  $k$  grado de libertad, bajo la hipótesis nula de que se cumple el supuesto IIA. La regla de decisión nos dice que para valores significativos de  $H$  la hipótesis nula se rechaza.  $\beta r$  es el estimador obtenido con el modelo restringido (quitando una o más alternativas del modelo),  $\beta^* nr$  es el estimador obtenido con el modelo no restringido,  $Var(\beta r)$  y  $Var(\beta^* nr)$  son los estimadores de las matrices de covarianzas asintóticas respectivamente. Para más detalle ver Green (2012, p. 767 y 768.)

Como advierte Fajardo (2011), los diferentes modos de transporte presentan características diferentes, lo que implicaría que el supuesto IIA se cumpla, un supuesto al cual se adapta el modelo Logit Multinomial.

## 4. METODOLOGÍA

El objetivo de la presente investigación es evaluar la hipótesis según la cual elección del modo de transporte usado para desplazarse al sitio de trabajo en Cali en el año 2012 se explica por un vector de variables socioeconómicas que tipifican a los individuos y por tanto a sus preferencias; un vector de variables que tipifican los modos de transporte disponibles y un vector de variables que capturan tanto los recursos del individuo como los precios relativos y/o costos de oportunidad que estos enfrentan.

La metodología para contrastar la hipótesis planteada es cuantitativa de tipo microeconómico, con microdatos de corte transversal, es decir, se toma como unidad de análisis y observación al individuo en un momento del tiempo. Se decide usar un modelo econométrico de elección modal, modelo Logit Multinomial

en donde la variable dependiente es una variable cualitativa (categórica) no jerarquizada que expresa las opciones disponibles en modos de transporte para ir a trabajar. Se tienen once opciones a saber: Mio, Bus tradicional, Auto particular, Taxi, Pirata, Moto taxi, Moto particular, Bicicleta, Transporte de la empresa, A pie, Bus intermunicipal.

#### 4.1. Los datos

Se utiliza La Encuesta de Empleo y Calidad de Vida de diciembre del año 2012 y enero del año 2013 del Ministerio del Trabajo colombiano. Ésta se compone de una muestra conformada por 30.458 personas, de las cuales 11.516 individuos presentan la condición de ocupados y constituyen la población objetivo de estudio.

La encuesta presenta un conjunto de variables que dan cuenta del sistema de transporte urbano, así como de un conjunto de variables socioeconómicas asociadas a cada individuo y hogar de la muestra. Dentro del primer conjunto de variables se tienen los medios alternativos de transporte para desplazarse al sitio de trabajo, tiempo de viaje y la comuna en donde residen los habitantes. Del lado de las variables socioeconómicas se tienen la edad, género, si es o no jefe de hogar, nivel educativo, tipo de trabajo y una medida subjetiva de pobreza, entre otras variables.

Las variables descritas, permiten instrumentalizar categorías teóricas de los tres vectores de variables que explicarían la elección del medio de transporte para desplazarse al sitio de trabajo. Un vector de variables socioeconómicas que tipifican a los individuos y por tanto a sus preferencias, un vector de variables asociados a las características del medio de transporte y un vector de variables que capturan los recursos del individuo y su hogar como ingresos y riqueza y, los costos de oportunidad que enfrentan.

De otro lado, la información contenida en la base de datos permite realizar una caracterización de los individuos según tipo de transporte, para un conjunto de características dadas.

#### 4.2. Las variables

**4.2.1. Variable dependiente:** la EECV presenta doce medios de transporte alternativos para desplazarse al sitio de trabajo en Cali. La primera columna del cuadro 6 muestra los medios de transporte por los que indaga la encuesta. En la segunda columna del mismo cuadro se presenta la nueva categorización que se hace de dicha variable en el mismo número de opciones. La doceava opción que se presenta en la EECV denominada “otro” se elimina de la muestra.

**Tabla 3. NUEVA CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

| <b>MEDIO DE TRANSPORTE (EECV 2012-2013)</b> | <b>NUEVA VARIABLE</b>    |
|---------------------------------------------|--------------------------|
| MIO                                         | Mio                      |
| Bus, buseta o colectivo                     | Bus tradicional          |
| Automóvil de uso P.                         | Auto particular          |
| Taxi                                        | Taxi                     |
| Piratas                                     | Pirata                   |
| Mototaxis                                   | Moto taxi                |
| Motocicleta                                 | Moto particular          |
| Bicicleta                                   | Bicicleta                |
| Transporte de la empresa                    | Transporte de la empresa |
| A pie                                       | A pie                    |
| Bus intermunicipal                          | Bus intermunicipal       |

**4.2.2. Variables independientes:** El cuadro 7 presenta el conjunto de variables que dan cuenta de algunos atributos del sistema de transporte urbano en la ciudad, de las preferencias del individuo, características socioeconómicas, así como de los recursos y/o restricciones que estos enfrentan. En el cuadro se describe cada variable.

**Tabla 4. VARIABLES INDEPENDIENTES Y SU DESCRIPCIÓN**

| <b>Nombre de la variable</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                | <b>Tipo</b> |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tiempo                       | Tiempo que asume el individuo desde el origen hasta el destino del viaje para ir a trabajar.                                      | Continua    |
| Horas                        | Horas trabajadas por el individuo a la semana.                                                                                    | Continua    |
| Ncomuna                      | Si vive en las comunas 13, 14 y 15 (oriente), 1, 18 y 20 (ladera) comunas que presentaban baja cobertura del SITM en el año 2012. | Dicotómica  |
| Pobre                        | Toma el valor de uno si el individuo se considera pobre y cero en otro caso                                                       | Dicotómica  |
| Tipotrab                     | Tipo de trabajo del individuo que toma las siguiente categorías:<br>Formal                                                        | Categórica  |

|       |                                                                                                                                                          |            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|       | Informal<br>Cuenta propia<br>Empleador                                                                                                                   |            |
| Ed    | Mayor título en educación obtenido por el individuo. Presenta las siguientes categorías:<br>Sin primaria<br>Bachiller<br>Tecnólogo o técnico<br>Superior | Categórica |
| Bjefe | Toma el valor de uno si el individuo es jefe de hogar y el valor de cero en otro caso.                                                                   | Dicotómica |
| Bsex  | Toma el valor de uno si es mujer y cero si es hombre.                                                                                                    | Dicotómica |
| Edad  | Años del individuo                                                                                                                                       | Discreta   |

### 4.3. EL MODELO ECONÓMETRICO

Se plantea un modelo Logit Multinomial, modelo de elección discreta para datos no ordenados o no jerarquizados, en donde la variable dependiente presenta once categorías que son los modos de transporte alternativos para desplazarse al sitio de trabajo tal y como se describió en el cuadro 6. Del lado de las variables dependientes las mismas se describen en el cuadro 7. Se espera que el modelo explique la elección del modo de transporte hecho por los individuos en función de las variables independientes descritas. El modelo se expresa de la siguiente manera:

$$MODO = \beta_0 + \beta_1Tiempo + \beta_2Horas + \beta_3Ncomuna + \beta_4Pobre + \beta_5tipotrab1 + \beta_6tipotrab3 + \beta_7tipotrab4 + \beta_8Ed2 + \beta_9Ed3 + \beta_{10}Ed4 + \beta_{11}Bjefe + \beta_{12}Bsex + \beta_{13}Edad + ui$$

Dónde “**MODO**” es la variable dependiente y las variables a la derecha de la igualdad son las independientes. “**ui**” es el término de error.

### 4.4. SIGNOS ESPÉRADOS DE LOS COEFICIENTES ASOCIADOS A LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

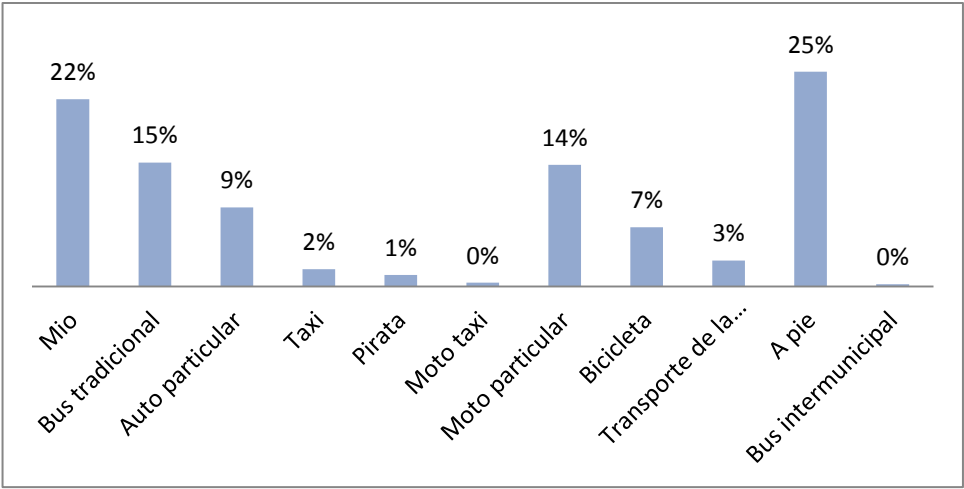
Los signos esperados de los coeficientes asociados a las variables independientes se señalan de acuerdo con las hipótesis planteadas sobre el sentido en que éstas afectan la elección de un modo de transporte dado. De ésta manera se espera lo siguiente:

- **Tiempo de viaje.** Se espera que el coeficiente asociado con ésta variable tenga signos alternados.
- **Sexo:** se esperan signos alternado puesto que la condición ser mujer puede implicar la escogencia de unos medios más seguros que otros.
- **Comuna:** se esperan signos alternados puesto que en algunas comunas la cobertura y el servicio de algunos modos de transporte es más eficiente que en otras.
- **Edad:** se esperan signos alternados puesto que a ciertas edades hay menos incentivos para usar unos modos frente a otros.
- **Jefe de hogar:** se esperan signos alternados puesto que la condición de ser jefe de hogar implica un análisis racional para la distribución de recursos del hogar.
- **Horas de trabajo a la semana:** se esperan signos alternados puesto que a mayor número de horas trabajadas puede aumentar el costo de oportunidad en términos de tiempo de unos modos más deprisa que en otros.
- **Tipo de trabajo:** se esperan signos alternados dado que el tipo de ocupación puede implicar mejores o peores condiciones laborales y económicas que posibilitan usar unos modos más eficientes para el individuo que otros.
- **Nivel educativo:** como se encuentra ampliamente documentado en la literatura, la educación presente una fuerte correlación con el ingreso de los individuo, por lo cual se esperaría que a mayor educación el individuo pueda acceder a modos de transporte más costosos pero más cómodos para él.
- **Pobre:** se esperan signos alternados.

## 5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La población ocupada en Cali según la EECV es de 819,834 personas. De éste número, las personas que usan alguno de los once modos de transporte descritos, para desplazarse al sitio de trabajo es de 810,172. La Gráfica 1 muestra el porcentaje de usuarios por modo de transporte en la ciudad para el periodo de la encuesta. Se observa que el modo más usado es “A pie” con el 25% seguido de “Mio” con 22%, “Bus tradicional” 14%, “Moto particular” 14%, “Auto particular” 9%, “Bicicleta” 7%, “Transporte de la empresa” 3%, “Taxi” 2% y “Pirata” 1%.

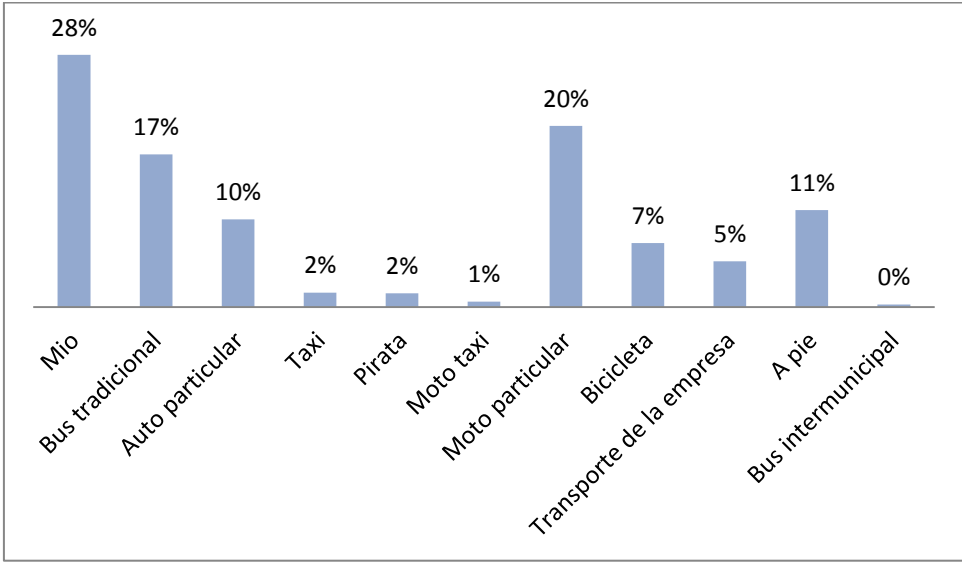
**Gráfica 1 PORCENTAJE DE USUARIOS POR MODO DE TRANSPORTE**



De las personas ocupados el 56% son trabajadores formales, el 4% son informales, el 38% son cuenta propia y el 2% son empleadores.

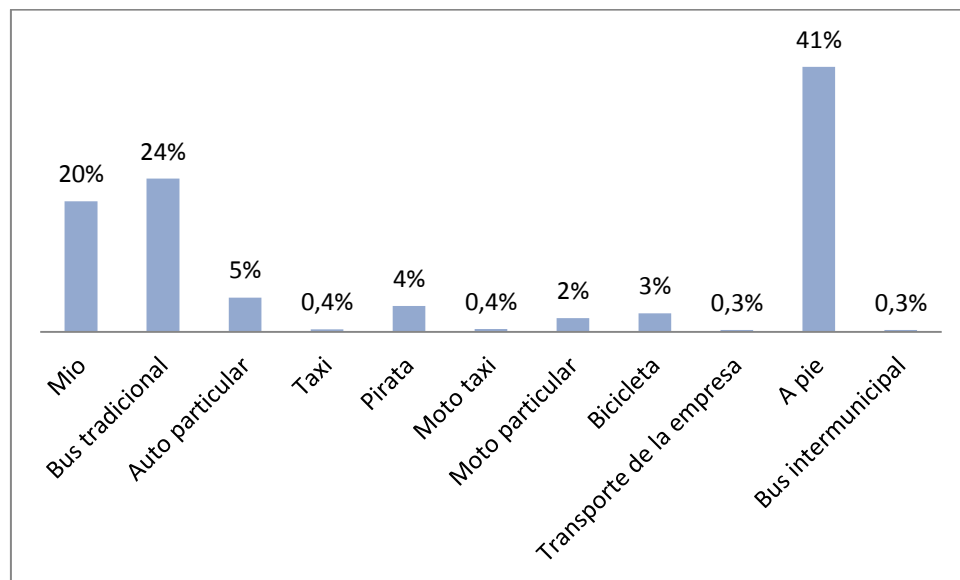
La Gráfica 2 muestra el porcentaje de personas ocupadas formales por modo de transporte. Se encuentra que el modo más usado es “Mio” con un 28% seguido por “Moto particular” con 20%, “Bus tradicional” 17%, “A pie” 11%, “Auto particular” 10%, “Bicicleta” 7%, Transporte de la empresa 5%, “Taxi” 2%, “Pirata” 2% y “Moto taxi” 1%.

**Gráfica 2 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS FORMALES POR MODO DE TRANSPORTE**



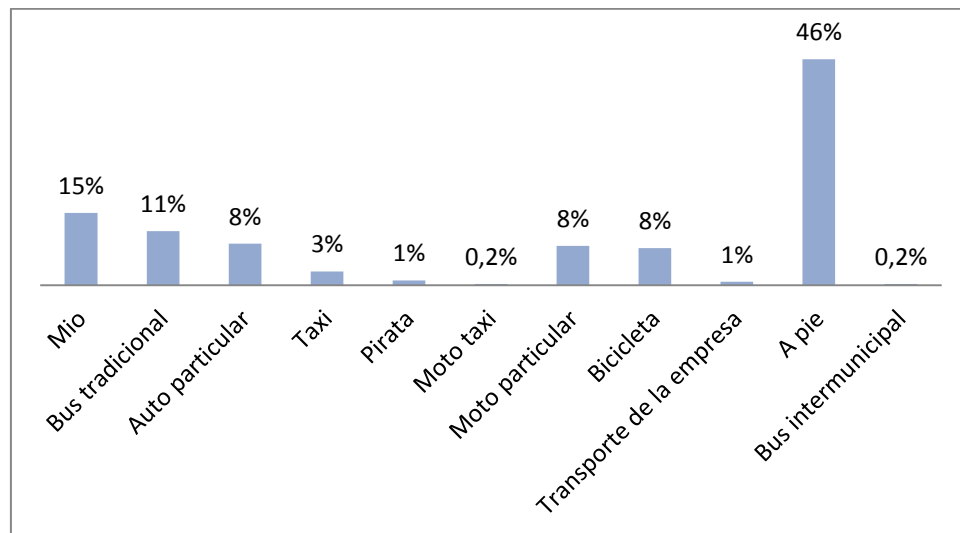
La Gráfica 3 muestra el porcentaje de ocupados informales por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “A pie” con un 41% seguido de “Bus tradicional” con 24%, “Mio” 20%, “Auto particular” 5%, “Pirata” 4%, “Bicicleta” 3%, “Moto particular” 2%, “Taxi” 0.4%, “Moto taxi” 0.4% “Transporte de la empresa” 0.3% y “Bus intermunicipal” con 0.3%.

**Gráfica 3 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS INFORMALES POR MODO DE TRANSPORTE**



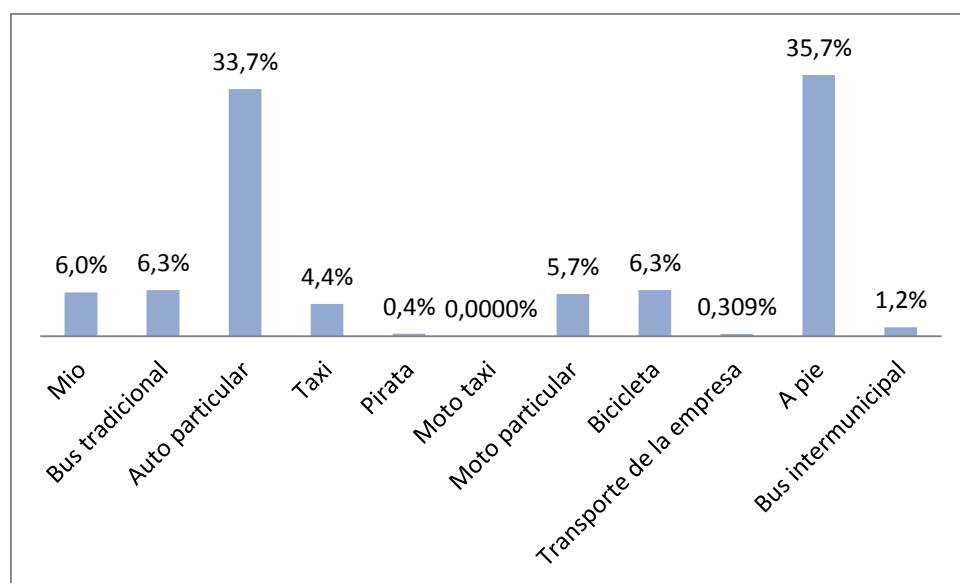
La Gráfica 4 muestra el porcentaje de ocupados cuenta propia por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “A pie” con 46% seguido por “Mio” con 15%, “Bus tradicional” el 11%, “Auto particular” el 8%, “Moto particular” el 8%, “Bicicleta” el 8%, “Taxi” el 3%, “Transporte de la empresa” el 1%, “Pirata” con el 1%, “Moto taxi” el 0.2% y “Bus intermunicipal” el 0.2%.

**Gráfica 4 PORCENTAJE DE USUARIOS OCUPADOS CUENTA PROPIA POR MODO DE TRANSPORTE**



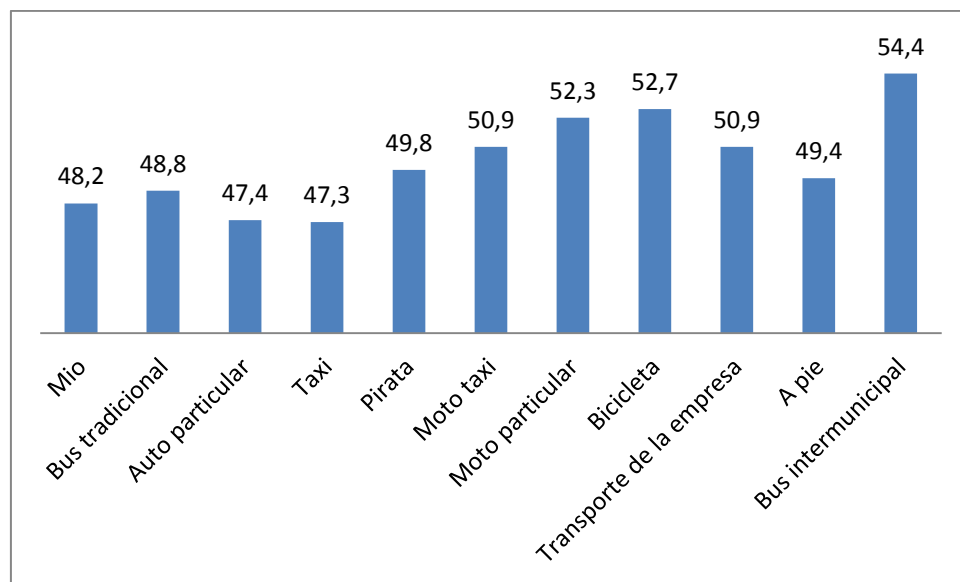
La Gráfica 5 muestra el porcentaje de ocupados empleadores por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “A pie” con el 35.7 seguido por “Auto particular” con 33.7%, “Bus tradicional” 6,3%, “Bicicleta” 6,3%, “Mio” 6%, “Auto particular” 5,7%, “Taxi” 4,4%, “Bus intermunicipal” 1,2%, Pirata” 0,4% y “Transporte de la empresa” 0,3%.

**Gráfica 5 PORCENTAJE DE USUARIOS EMPLEADORES POR MODO DE TRANSPORTE**



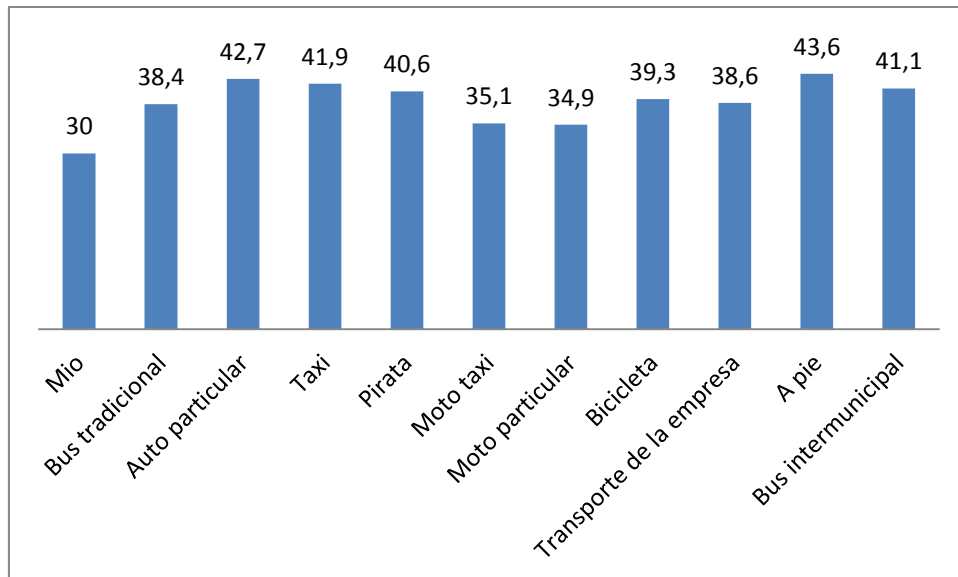
El promedio de horas trabajadas a la semana es de 49,6 para los ocupados. Para los formales es de 50,7; para los informales de 44,4, para los cuenta propia de 48,1 y para los empleadores de 52,5. La Gráfica 6 muestra el promedio de horas trabajadas a la semana por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado para el mayor número de horas promedio de trabajo, 54,4 horas, es “Bus intermunicipal”, seguido del modo “Bicicleta” con 52,7 horas, “Moto particular” 52,3 horas, “Moto taxi” 50,9 horas, “Transporte de la empresa” 50,9 horas, “Pirata” 49,8 horas, “A pie” 49,4 horas, “Bus tradicional” 48,8 horas, “Mio” 48,2, “Auto particular” 47,4 y “Taxi” 47, 3.

**Gráficas 6 HORAS PROMEDIO DE TRABAJO A LA SEMANA POR MODO DE TRANSPORTE**



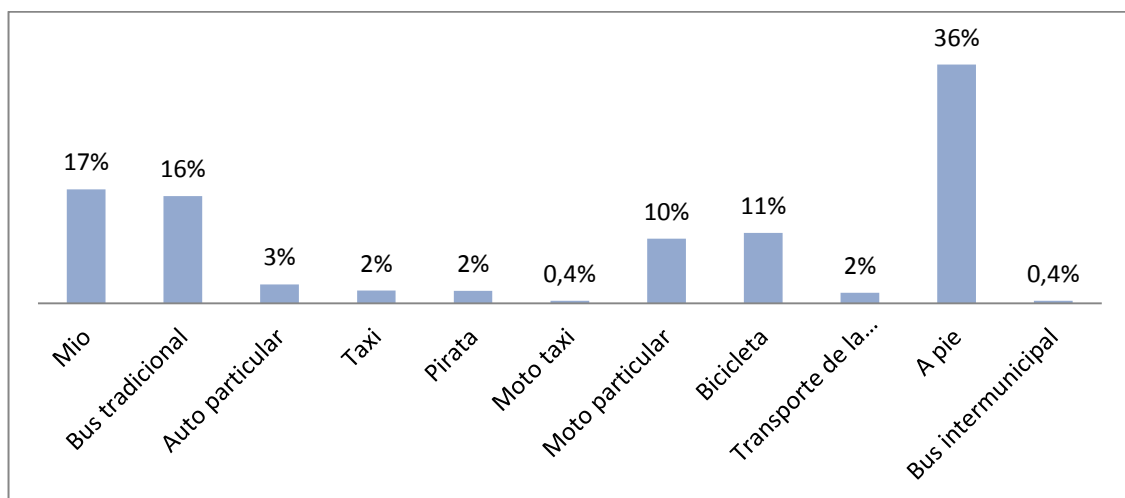
La edad de los ocupados que utilizan alguno de los 11 modos de transporte van desde los 10 hasta los 92 años, con un promedio de edad de 39,8 años. La Gráfica 7 muestra la edad promedio por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado para el mayor número de años en promedio, 43,6, es “A pie” seguido de “Auto particular” con 42,7 años, “Taxi” 41,9, “Bus intermunicipal” 41,1, “Pirata” 40,6, “Bicicleta” 39,3, “Transporte de la empresa” 38,6, “Bus tradicional” 38,4, “Moto taxi”, 35,1 y “Moto particular” 34,9.

**Gráfica 7 EDAD PROMEDIO POR MODO DE TRANSPORTE**



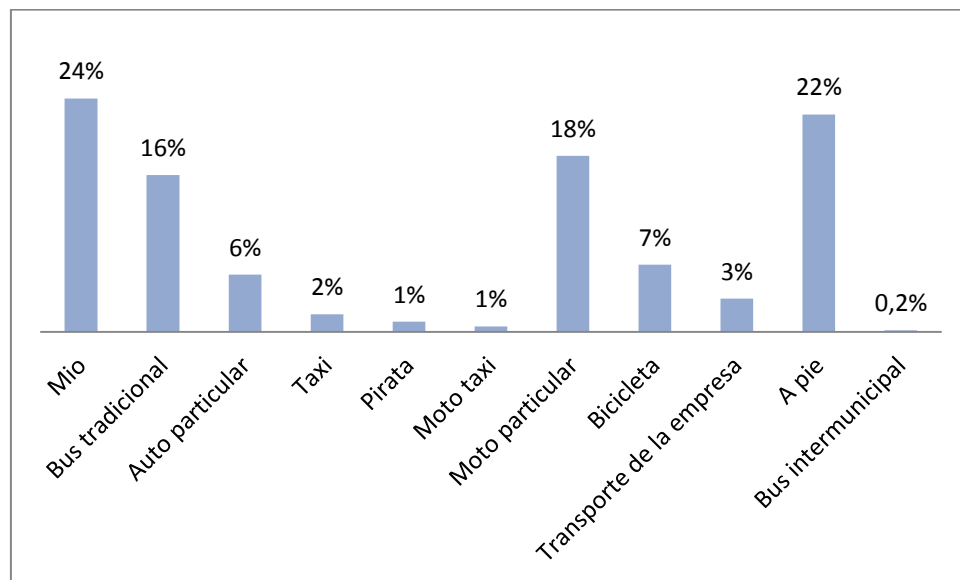
Sobre el nivel educativo de los ocupados que usan los modos de transporte, el 36% no tiene primaria, el 40% es bachiller, el 9% es técnico o tecnólogo y el 15% tiene formación superior. La Gráfica 8 muestra los ocupados sin primaria por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “A pie” con un 36% seguido de “Mio” con 17%, “Bus tradicional” 16%, “Bicicleta” 11%, “Moto particular” 10%, “Auto particular” 3%, “Taxi” con 2%, “Pirata” 2%, “Transporte de la empresa” 2%, “Moto taxi” 0,4% y “Bus intermunicipal” 0,4%.

**Gráfica 8 PORCENTAJE DE OCUPADOS SIN PRIMARIA POR MODO DE TRANSPORTE**



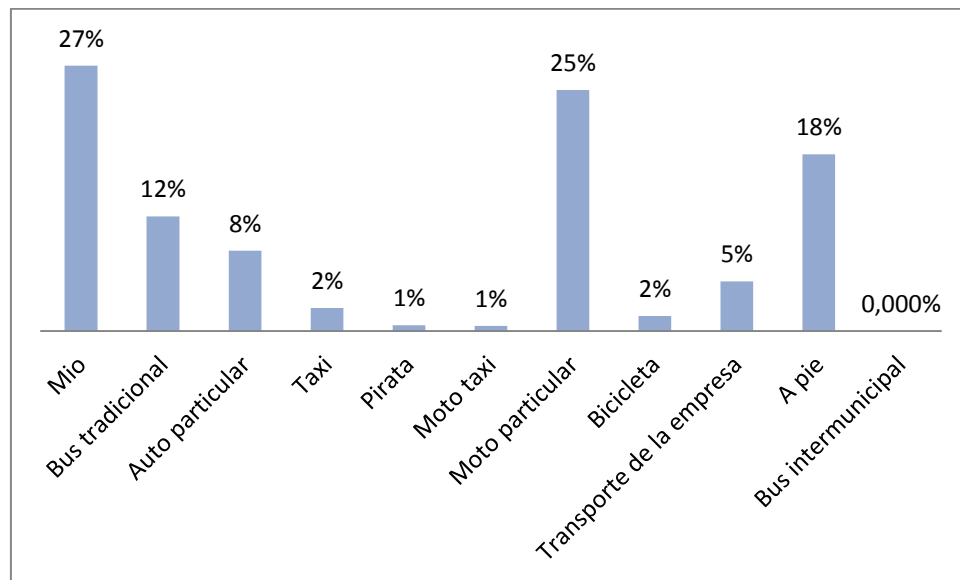
La Gráfica 9 muestra el porcentaje de ocupados bachilleres por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “Mio” con un 24%, seguido de “A pie” con 22%, “Moto particular” 18%, “Bus tradicional” 16%, “Bicicleta” 7%, “Auto particular” 6%, “Transporte de la empresa” 3%, “Taxi” 2%, “Pirata” 1%, “Moto taxi” 1%, “Bus intermunicipal” 0,2%.

**Gráfica 9 PORCENTAJE DE OCUPADOS BACHILLERES POR MODO DE TRANSPORTE**



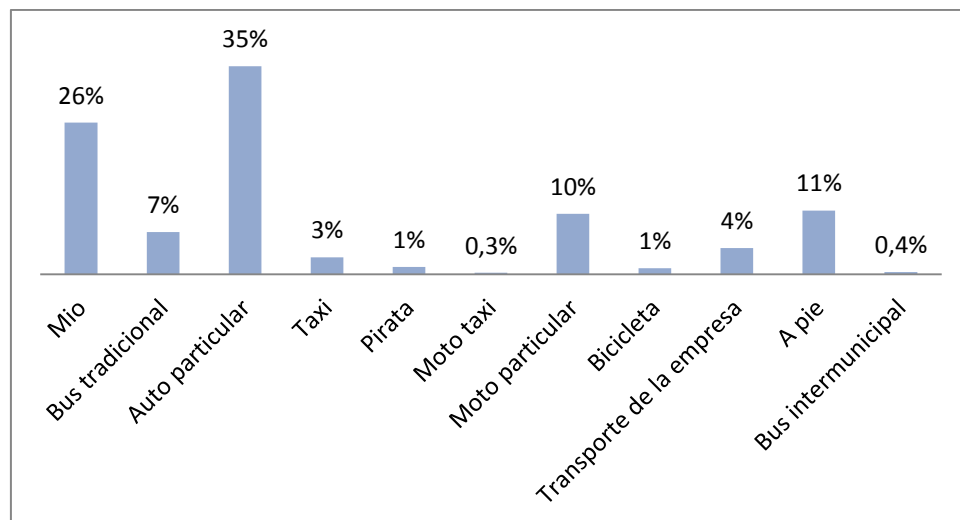
La Gráfica 10 muestra el porcentaje de ocupados técnicos y tecnológicos por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “Mio” con el 27% seguido de “Moto particular” con el 25%, “A pie” 18%, “Bus tradicional” 12%, “Auto particular” 8%, “Transporte de la empresa” 5%, “Taxi” 2%, “Bicicleta” 2%, “Moto taxi” 1% y “Pirata” 1% .

**Gráfica 10 PORCENTAJE DE OCUPADOS TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS POR MODO DE TRANSPORTE**



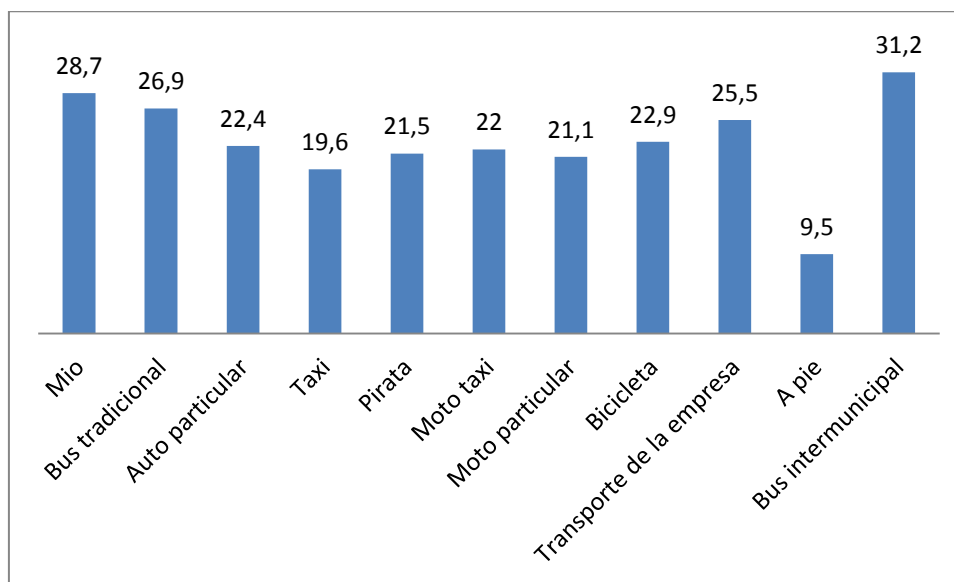
La Gráfica 11 muestra el porcentaje de ocupados con educación superior por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado es “Auto particular” con 35% seguido de “Mio” con 26%, “A pie” 11%, “Moto particular” 10%, “Bus tradicional” 7%, “Transporte de la empresa” 4%, “Taxi” 3%, “Bicicleta” 1%, “Pirata” 1%, “Bus intermunicipal” 0.4% “Moto taxi” 0.3%.

**Gráfica 11 PORCENTAJE DE OCUPADOS CON EDUCACIÓN SUPERIOR POR MODO DE TRANSPORTE**



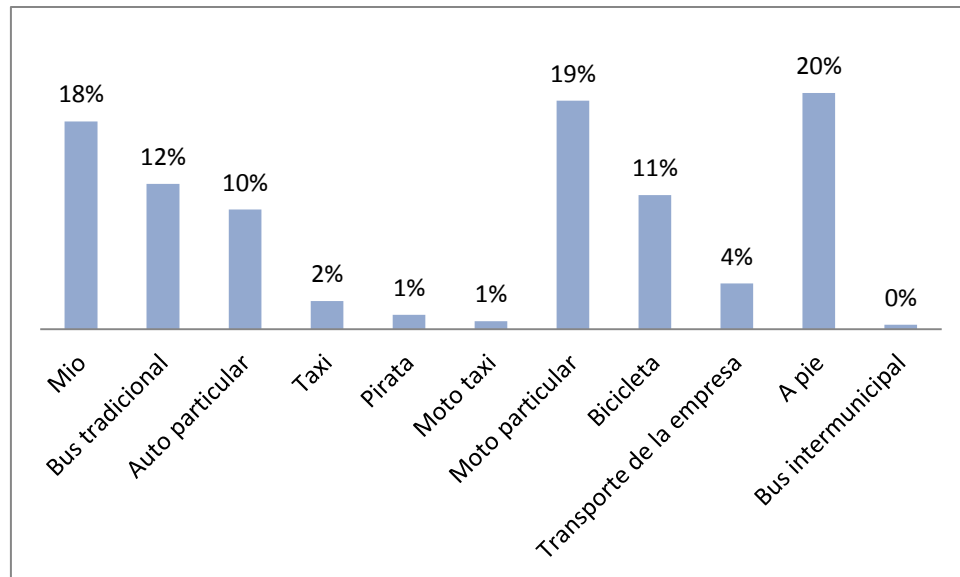
La Gráfica 12 muestra el tiempo promedio de desplazamiento por modo de transporte. Se tiene que el modo con el mayor tiempo promedio de desplazamiento es “Bus intermunicipal” con 31,2 minutos, seguido por “Mio” con 28,7, “Bus tradicional” 26,9, “Transporte de la empresa” 25,5, “Bicicleta” 22,9, “Auto particular” 22,4, “Moto taxi” 22 “Pirata” 21,5, “Moto particular” 21,1, “Taxi” 19,6 y “A pie” 9,5.

**Gráfica 12 TIEMPO PROMEDIO DE DESPLAZAMIENTO POR MODO DE TRANSPORTE**



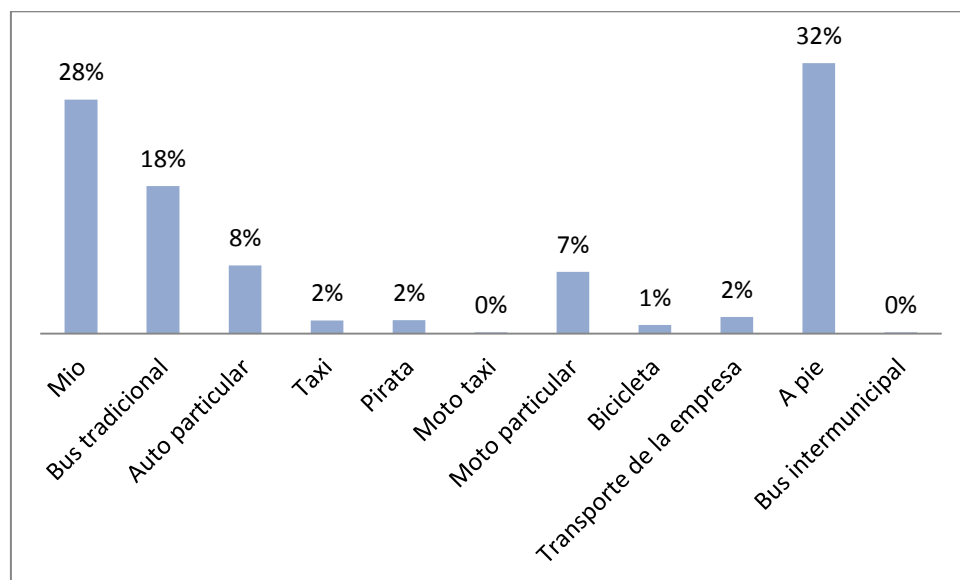
Del total de usuarios de los once modos de transporte para desplazarse al sitio de trabajo, 810,172, 464,854 son hombres y 345,318 mujeres. La Gráfica 13 muestra el porcentaje de hombres por modo de transporte. Se encuentra que el modo más usado es “A pie” con el 20%, seguido de “Moto particular” con el 19%, “Mio” 18%, “Bus tradicional” 12%, “Bicicleta” 11%, “Auto particular” 10%, “Transporte de la empresa” 4%, “Taxi” 2%, “Pirata” 1%, “Moto taxi” 1%, “Bus intermunicipal” 0,4%.

**Gráfica 13 PORCENTAJE DE HOMBRES POR MODO DE TRANSPORTE**



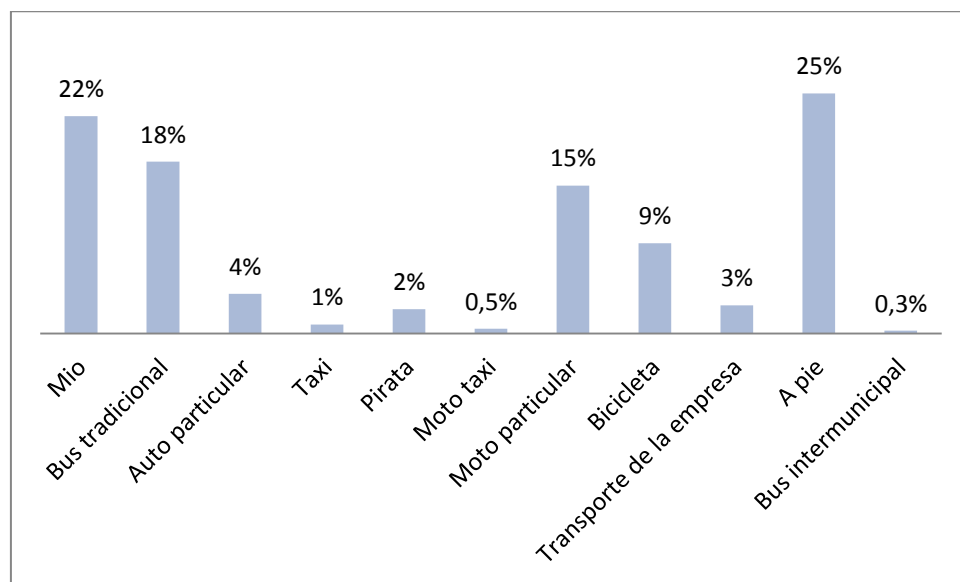
La Gráfica 14 muestra el porcentaje de mujeres por modo de transporte. El modo más usado es “A pie” con el 32% seguido de “Mio” con 28%, “Bus tradicional” 18%, “Auto particular” 6%, “Moto particular” 7%, “Taxi” 2%, “Pirata” 2%, “Transporte de la empresa” 2%, “Bicicleta” 1%, “Moto taxi” 0,2% y “Bus intermunicipal” 0,2%.

**Gráfica 14 PORCENTAJE DE MUJERES POR MODO DE TRANSPORTE**



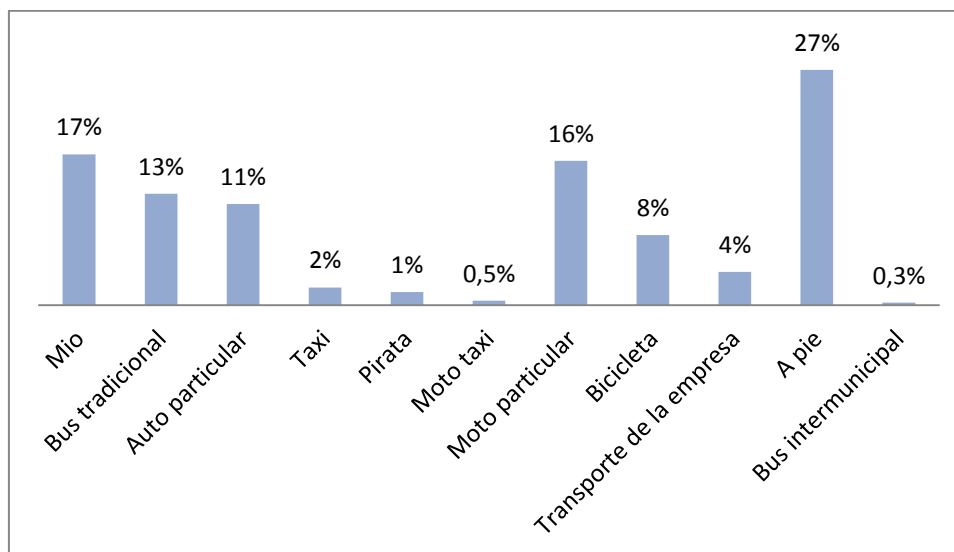
Para la variable comuna se tienen 322301 individuos en la encuesta que viven en la comunas 1, 13, 14, 15, 18, 20 y 21, La Gráfica 15 muestra el número de usuarios que viven en las comunas señaladas por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado por los habitantes de dichas comunas es “A pie” con 25% seguido de “Mio” con 22%, “Bus tradicional” 18%, “Moto particular” 15%, “Bicicleta” 9%, “Auto particular” 4%, “Transporte de la empresa” 3%, “Pirata” 2%, “Taxi” 1%, “Moto taxi” 0.5%, “Bus intermunicipal” 0,3%.

**Gráfica 15 NÚMERO DE USUARIOS QUE VIVEN EN LAS COMUNAS 1, 13, 14, 15, 18, 20 Y 21 POR MODO DE TRANSPORTE**



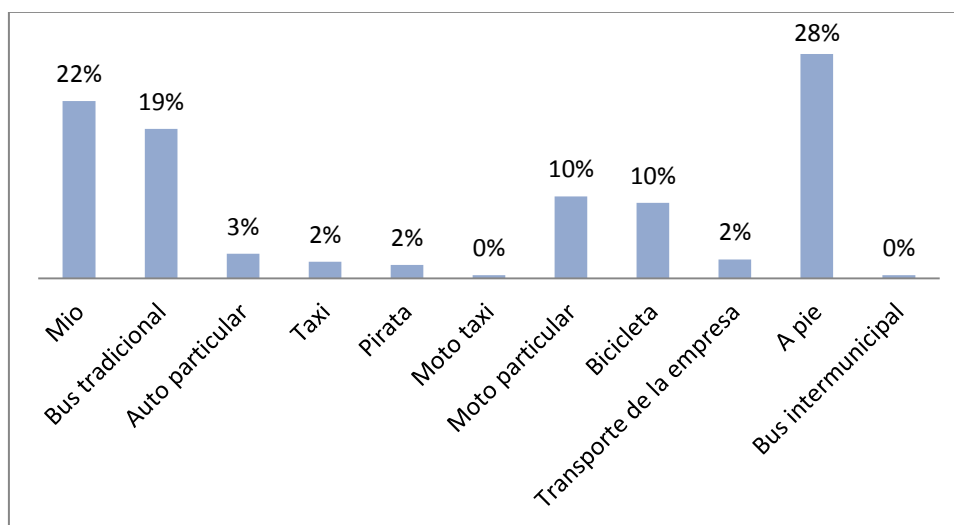
La Gráfica 16 muestra el porcentaje de usuarios que son jefe de hogar por modos de transporte. Se tiene que el modo más usado es “A pie” con 27% seguido de “Mio” con 17%, “Moto particular” 16%, “Bus tradicional” 13%, “Auto particular” 11%, “Bicicleta” 8%, “Transporte de la empresa” 4%, “Taxi” 2%, “Pirata” 1%, “Moto taxi” 0,5%, “Bus intermunicipal” 0,3%.

**Gráfica 16 PORCENTAJE DE USUARIOS CON CONDICIÓN JEFE DE HOGAR POR MODO DE TRANSPORTE**



La Gráfica 17 muestra el porcentaje de personas autodenominadas pobres por modo de transporte. Se tiene que el modo más usado por dicha población es “A pie” con el 28% seguido por “Mio” 22%, “Bus tradicional ” 19%, “Moto particular” 10%, “Bicicleta” 10%, “Auto particular” 3%, “Taxi” 2%, “Pirata” 2% y “Transporte de la empresa” 2%.

**Gráfica 17 PORCENTAJE DE PERSONAS AUTODENOMINADAS POBRES POR MODO DE TRANSPORTE**



En resumen, se tiene que al mejorar condiciones laborales, de educación o de pobreza (entendida en el sentido subjetivo como se explicó) los individuos optan por medios de transporte privados; los cuales puede representar mayor comodidad.

## 6. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES ECONOMETRICAS

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones econométricas mediante el modelo descrito en la sección 4. Como primero, se obtuvo un Pseudo R<sup>2</sup> igual a 0.2361. Se calcularon los efectos marginales y las probabilidades predichas por modo de transporte y para algunas características específicas dadas de éstos como de los individuos. También se calculó el test de Wald y el test de Hausman. El primero permite confrontar la hipótesis nula de que las variables independientes en conjunto son no significativas; el segundo permite corroborar el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IIA) de la manera que se describió antes.

### 6.1. TEST DE HAUSMAN

El cuadro 8 muestra los resultados del test de Hausman. Dicho test permite verificar el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes, que se traduce en que la probabilidad de elección por parte de un individuo de una de las alternativas disponibles en la variable dependiente no está afectada por la presencia de alternativas adicionales. Como hipótesis nula, el test de Hausman plantea que la alternativa omitida es independiente de las otras. De ésta manera se encuentra en el siguiente cuadro que no hay evidencia para rechazar la hipótesis nula. Así entonces las alternativas son independientes entre sí.

**Tabla 5 TEST DE HAUSMAN PARA EL SUPUESTO IIA**

| **** Hausman tests of IIA assumption (N=10784)                          |        |     |        |          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|-----|--------|----------|
| Ho: Odds(Outcome-J vs Outcome-K) are independent of other alternatives. |        |     |        |          |
| Omitted                                                                 | chi2   | Df  | P>chi2 | evidence |
| Bus tradicional                                                         | 0.000  | 1   | 1.000  | for Ho   |
| Auto particular                                                         | 0.000  | 1   | 1.000  | for Ho   |
| Taxi                                                                    | 0.000  | 1   | 1.000  | for Ho   |
| Pirata                                                                  | 0.000  | 1   | 1.000  | for Ho   |
| Moto taxi                                                               | -0.634 | 106 | ---    | ---      |
| Moto particular                                                         | 0.000  | 1   | 1.000  | for Ho   |

|                          |       |   |       |        |
|--------------------------|-------|---|-------|--------|
| Bicicleta                | 0.000 | 1 | 1.000 | for Ho |
| Transporte de la empresa | 0.000 | 1 | 1.000 | for Ho |
| A pie                    | 0.000 | 1 | 1.000 | for Ho |
| Bus intermunicipal       | 0.000 | 1 | 1.000 | for Ho |
| Mio                      | 0.000 | 2 | 1.000 | for Ho |

## 6.2. TEST DE WALD

El cuadro 9 muestra los resultados del test de Wald de significancia global. Éste test permite corroborar la hipótesis de que los coeficientes asociados a las variables explicativas son iguales a cero. Como vemos, el test aplicado al modelo muestra que todos los coeficientes son significativos al 1% con la excepción del coeficiente asociado a la variables estr2, la cual es significativa al 5%.

**Tabla 6 TEST DE WALD**

| **** Wald tests for independent variables (N=10784)           |           |    |        |
|---------------------------------------------------------------|-----------|----|--------|
| Ho: All coefficients associated with given variable(s) are 0. |           |    |        |
| Variable                                                      | chi2      | df | P>chi2 |
| tiempo                                                        | 2.290.292 | 10 | 0.000  |
| horas                                                         | 31.953    | 10 | 0.000  |
| Ncomuna                                                       | 151.116   | 10 | 0.000  |
| Pobre                                                         | 128.844   | 10 | 0.000  |
| tipotrab1                                                     | 64.885    | 10 | 0.000  |
| tipotrab3                                                     | 40.478    | 10 | 0.000  |
| tipotrab4                                                     | 51.938    | 10 | 0.000  |
| Ed2                                                           | 226.180   | 10 | 0.000  |
| Ed3                                                           | 209.794   | 10 | 0.000  |
| Ed4                                                           | 703.644   | 10 | 0.000  |
| bjefe                                                         | 73.437    | 10 | 0.000  |
| bsex                                                          | 593.638   | 10 | 0.000  |
| edad                                                          | 158.168   | 10 | 0.000  |

### 6.3. EFECTOS MARGINALES

El cuadro 10 muestra los efectos marginales de las variables independientes para cada modo de transporte. La forma de entender los coeficientes asociados a las variables independientes cambia de acuerdo al tipo de variable de que se trate. Para las variables continuas, el signo de los parámetros asociados a ellas muestra el sentido en el cual varían las probabilidades de elección del modo dado, ante cambios unitarios en las variables dependientes, mientras que el valor absoluto de dicho coeficiente muestra la cuantía. Para el caso de las variables dicotómicas el signo cumple con el mismo papel que en las continuas, no obstante el valor absoluto del coeficiente muestra los cambios discretos en la probabilidad de elección de un modo dado.

Se tiene por ejemplo que ante el incremento en una unidad de tiempo (minuto) la probabilidad de elección del modo “Mio” se incrementa en 0,0168917. La misma lógica es aplicable a todas las variables continuas para los diferentes modos de transporte.

En el caso de las variables dicotómicas la interpretación de los coeficientes y sus signos para el modo “Mio” se hace como sigue. La probabilidad de elección del modo Mio aumenta en 0.096825 cuando se es mujer. La probabilidad de elección del modo Mio disminuye en 0.0687582 cuando se es jefe de hogar. La probabilidad de elección del modo Mio aumenta en 0.0445426 cuando se tiene bachiller, en comparación a no tener primaria (categoría de comparación). La probabilidad de elección del modo Mio disminuye en 0.1987627 cuando se es empleador en comparación a ser informal (categoría de comparación). La misma lógica se aplica para el caso de todas las variables dicotómicas en todos los modos de transporte.

**Tabla 7 EFECTOS MARGINALES**

|                        | VARIABLE     | Tiempo       | Horas     | Ncomuna      | Pobre        | tipotrab1    | tipotrab3    |
|------------------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mio</b>             | <b>dY/dX</b> | .0168917     | -.0003832 | -.0192126    | .0061723     | -.0454943    | -.1182099    |
|                        | <b>Sig.</b>  | <b>0.000</b> | 0.397     | 0.204        | 0.815        | 0.183        | <b>0.040</b> |
| <b>Bus tradicional</b> | <b>dY/dX</b> | .0088963     | -.0002779 | .0324586     | .0559571     | -.0593412    | -.0975495    |
|                        | <b>Sig.</b>  | <b>0.000</b> | 0.436     | <b>0.075</b> | <b>0.063</b> | <b>0.039</b> | <b>0.026</b> |
| <b>Auto particular</b> | <b>dY/dX</b> | .0011079     | -.0002827 | -.0686603    | -.0690317    | .0328744     | .05449       |
|                        | <b>Sig.</b>  | <b>0.052</b> | 0.217     | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | 0.221        | <b>0.095</b> |
| <b>Taxi</b>            | <b>dY/dX</b> | -.0002584    | .0002187  | -.0122936    | .0017237     | .015829      | .0274943     |
|                        | <b>Sig.</b>  | 0.288        | 0.105     | <b>0.004</b> | 0.723        | 0.333        | 0.232        |
| <b>Pirata</b>          | <b>dY/dX</b> | -.0000377    | -.0000192 | .0321968     | -.0007756    | -.014225     | -.0145513    |

|                                 |              |              |              |              |              |              |              |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | <b>Sig.</b>  | 0.831        | 0.829        | <b>0.000</b> | 0.810        | <b>0.033</b> | <b>0.028</b> |
| <b>Moto taxi</b>                | <b>dY/dX</b> | -.0000639    | .0000362     | .0013174     | .0024461     | -.0013457    | -.0033841    |
|                                 | <b>Sig.</b>  | 0.977        | 0.977        | 0.977        | 0.977        | 0.978        | 0.977        |
| <b>Moto particular</b>          | <b>dY/dX</b> | -.0034439    | .0010087     | .025164      | -.0400659    | .2138884     | .1548365     |
|                                 | <b>Sig.</b>  | <b>0.005</b> | <b>0.040</b> | 0.107        | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.004</b> |
| <b>Bicicleta</b>                | <b>dY/dX</b> | .0006231     | .0001969     | .0065859     | .0105455     | -.0140867    | -.0110981    |
|                                 | <b>Sig.</b>  | <b>0.046</b> | 0.218        | 0.239        | 0.180        | 0.289        | 0.436        |
| <b>Transporte de la empresa</b> | <b>dY/dX</b> | .0009771     | .0000436     | -.0066577    | -.0011592    | .0262575     | -.0071293    |
|                                 | <b>Sig.</b>  | <b>0.000</b> | 0.660        | <b>0.019</b> | 0.722        | <b>0.074</b> | 0.610        |
| <b>A pie</b>                    | <b>dY/dX</b> | -.0247808    | -.0005563    | .0095517     | .034131      | -.1542865    | .0152997     |
|                                 | <b>Sig.</b>  | <b>0.000</b> | <b>0.066</b> | 0.518        | 0.169        | <b>0.000</b> | 0.599        |
| <b>Bus intermunicipal</b>       | <b>dY/dX</b> | .0000885     | .0000151     | -.0004502    | .0000566     | -.0000697    | -.0001982    |
|                                 | <b>Sig.</b>  | 0.983        | 0.983        | 0.983        | 0.983        | 0.984        | 0.983        |

**Continuación de Tabla 7**

|                        | <b>VARIABLE</b> | <b>tipotrab4</b> | <b>Ed2</b>   | <b>Ed3</b>   | <b>Ed4</b>   | <b>Bjefe</b> | <b>Bsex</b>  | <b>Edad</b>  |
|------------------------|-----------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Mio</b>             | <b>dY/dX</b>    | -                | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
|                        | <b>Sig.</b>     | .1987627         | .0445426     | .0251213     | .0229077     | .0687582     | .096825      | .0009169     |
| <b>Bus tradicional</b> | <b>dY/dX</b>    | .1230835         | -.0458094    | -.0870372    | .1368529     | -.020977     | .0654884     | .0000992     |
|                        | <b>Sig.</b>     | <b>0.000</b>     | <b>0.002</b> | <b>0.007</b> | <b>0.000</b> | <b>0.084</b> | <b>0.002</b> | 0.905        |
| <b>Auto particular</b> | <b>dY/dX</b>    | .2896831         | .0694254     | .1297209     | .4022048     | .0289093     | .0085715     | .0019138     |
|                        | <b>Sig.</b>     | <b>0.003</b>     | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.031</b> | 0.644        | <b>0.000</b> |
| <b>Taxi</b>            | <b>dY/dX</b>    | .0436741         | .0036074     | .0015236     | .0179374     | -.0061202    | .0073083     | .0008255     |
|                        | <b>Sig.</b>     | 0.406            | 0.463        | 0.857        | <b>0.014</b> | 0.121        | 0.264        | <b>0.000</b> |
| <b>Pirata</b>          | <b>dY/dX</b>    | -.0144096        | -.0059124    | -.0101446    | .0084808     | -.000668     | .003777      | .0000488     |
|                        | <b>Sig.</b>     | <b>0.000</b>     | <b>0.081</b> | <b>0.029</b> | <b>0.027</b> | 0.843        | 0.315        | 0.726        |
| <b>Moto taxi</b>       | <b>dY/dX</b>    | -.0066699        | .0001289     | -.0034583    | .0012268     | .0016018     | .0046768     | -.0001121    |
|                        | <b>Sig.</b>     | <b>0.000</b>     | 0.979        | 0.978        | 0.978        | 0.977        | 0.977        | 0.977        |
| <b>Moto particular</b> | <b>dY/dX</b>    | .0999236         | .0520728     | .0913141     | .0477042     | .0491402     | .1218197     | -.0035614    |
|                        | <b>Sig.</b>     | 0.272            | <b>0.001</b> | <b>0.000</b> | <b>0.007</b> | <b>0.018</b> | <b>0.014</b> | <b>0.009</b> |
| <b>Bicicleta</b>       | <b>dY/dX</b>    | -.0300479        | -.0320451    | -.0469237    | .0661673     | -.0046312    | .1098133     | -.0005508    |
|                        | <b>Sig.</b>     | <b>0.003</b>     | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | 0.321        | <b>0.001</b> | 0.112        |
| <b>Transporte</b>      | <b>dY/dX</b>    | -.0100279        | .0047143     | .0055064     | -.00143      | .0038368     | -            | .0001754     |

|                           |              |           |              |              |               |           |               |               |
|---------------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| de la empresa             |              |           |              |              |               |           | .0108429      |               |
|                           | <b>Sig.</b>  | 0.444     | 0.203        | 0.380        | 0.719         | 0.289     | 0.072         | 0.179         |
| <b>A pie</b>              | <b>dY/dX</b> | -.0512783 | -.0899936    | -.1029749    | -<br>.1352744 | .0176758  | .0975817      | .0002569      |
|                           | <b>Sig.</b>  | 0.106     | <b>0.000</b> | <b>0.001</b> | <b>0.000</b>  | 0.294     | <b>0.000</b>  | 0.736         |
| <b>Bus intermunicipal</b> | <b>dY/dX</b> | .0009992  | -.000731     | -.0026477    | -<br>.0000981 | -9.44e-06 | -<br>.0006395 | -<br>.0000123 |
|                           | <b>Sig.</b>  | 0.983     | 0.983        | <b>0.002</b> | 0.983         | 0.986     | 0.983         | 0.983         |

#### 6.4. PROBABILIDADES PREDICHAS POR MODO DE TRANSPORTE

El cuadro 11 muestra las probabilidades promedio de elección de los modos de transporte. Se tiene que el modo con la mayor probabilidad en promedio de elección es “A pie” con 26% seguido del modo “Mio” con 21%, “Bus tradicional” 14%, “Moto particular” 13%, “Auto particular” 11%, “Bicicleta ”6,7%, “Transporte de la empresa” 2,2%, “Taxi” 1,8%, “Pirata ”1,3%, “Moto taxi” 0,5% y “Bus intermunicipal” 0,3%.

**Tabla 8 PROBABILIDADES PROMEDIO DE ELECCIÓN DE MODOS**

| Variable                         | Obs   | Mean     | Std. Dev. | Min      | Max      |
|----------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------|
| Prob1 (Mio)                      | 10898 | .217058  | .1600162  | .0039319 | .8156648 |
| Prob2 (Bus tradicional)          | 10898 | .1407102 | .100291   | .0029932 | .4913086 |
| Prob3 (Auto particular)          | 10898 | .1124037 | .1505831  | .00058   | .9086146 |
| Prob4 (Taxi)                     | 10898 | .0180078 | .0141742  | .0001169 | .1224271 |
| Prob5 (Pirata)                   | 10898 | .0133512 | .0131568  | .0002722 | .0967957 |
| Prob6 (Moto taxi)                | 10898 | .0052486 | .0046173  | 1.29e-11 | .030448  |
| Prob7 (Moto particular)          | 10898 | .1304133 | .1120415  | .0004139 | .6384987 |
| Prob8 (Bicicleta)                | 10898 | .0676214 | .0773998  | .0001468 | .3602931 |
| Prob9 (Transporte de la empresa) | 10898 | .0225399 | .021197   | .0000885 | .1168147 |
| Prob10 (A pie)                   | 10898 | .2688374 | .3131791  | 7.21e-07 | .9734428 |
| Pro11 (Bus intermunicipal)       | 10898 | .0038087 | .0090904  | 4.82e-12 | .2748221 |

## 6.5. PROBABILIDAD DE ELECCIÓN DE MODOS PARA TRABAJADORES FORMALES, NO POBRES RESIDENTES EN COMUNAS DIFERENTES A LADERA Y ORIENTE, CON NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR

El cuadro 12 muestra la probabilidad de elección de un modo de transporte para un trabajador hombre formal, auto considerado no pobre, con educación superior y residente en una de las comunas diferentes a ladera y oriente. Se tiene que para el individuo bosquejado en este caso, dicha probabilidad resulta significativa para los modos de transporte “Mio”, “Bus Tradicional”, “Moto Particular”, “Bicicleta” y “Pie”.

Se encuentra que la probabilidad de elección para los modos “Mio”, “Bus Tradicional”, Bicicleta, y a “Pie” es negativa. Es decir, para el individuo bosquejado con las características especificadas, la probabilidad de elección de unos de estos modos para desplazarse al sitio de trabajo es negativa. En contraste se tiene que es positiva para el modo “Moto Particular”.

**Tabla 9 PROBABILIDAD DE ELECCIÓN DE MODOS**

| <b>MODO</b>              | <b>dy/dx</b> | <b>Std. Err.</b> | <b>P&gt; z </b> |
|--------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| Mio                      | -.0975976    | .0347654         | <b>0.005</b>    |
| Bus tradicional          | -.0166025    | .0063282         | <b>0.009</b>    |
| Auto Particular          | -.064906     | .0770907         | 0.400           |
| Taxi                     | .0030328     | .0123697         | 0.806           |
| Pirata                   | -.0012564    | .0010347         | 0.225           |
| Mototaxi                 | -.0026101    | .0038457         | 0.497           |
| Moto Particular          | .2013684     | .0693383         | <b>0.004</b>    |
| Bicicleta                | -.0038612    | .0020335         | <b>0.058</b>    |
| Transporte de la empresa | .0224431     | .0220816         | 0.309           |
| Pie                      | -.0405608    | .0143123         | <b>0.005</b>    |
| Bus intermunicipal       | -.0000394    | .0001097         | 0.720           |

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encuentra evidencia de que las variables independientes tomadas en éste estudio tienen un importante efecto en la elección de los modos de transporte para desplazarse al sitio de trabajo, aunque no resultan todas significativas para cada modo. Se encuentra que para los once modos, las variables tiempo de viaje y las asociadas a los niveles de educación, afectan la escogencia de siete de ellos,

presentando la mayor frecuencia. Por otro lado, la variable horas de trabajo, resulta significativa solamente para la escogencia del modo “Moto particular” y el modo “A pie”, presentando la menor frecuencia de significancia entre los diferentes modos.

De otro lado, los modos que presentan el mayor número de variables significativas son “Bus tradicional” y “Moto particular” con once variables significativas de trece. En contraste, los modos “Bus intermunicipal” y “Moto taxi” presentan una sola regresora significativa, Ed3 (técnico o tecnólogo) y tipotrab4 (Empleador) respectivamente.

El tiempo de viaje y el nivel educativo juegan un papel de gran importancia en la escogencia del modo de transporte para desplazarse al sitio de trabajo. Se tiene que el tiempo de viaje en los modos “Moto particular” y “A pie” afecta negativamente su escogencia. En contraste, el tiempo de viaje en los modos “Mio”, “Bus tradicional”, “Auto particular”, “Bicicleta” y “Transporte de la empresa” afecta de manera positiva su escogencia.

Sobre el nivel educativo, pertenecer a una categoría diferente a la de comparación (sin primaria o ninguna), y por tanto con mayor nivel educativo, tiene un efecto negativo en la escogencia de los modos de transporte “Pirata”, “Bus tradicional”, “Bicicleta”, “A pie” y “Bus tradicional”, para ésta última en particular el nivel bachiller tiene un importante efecto diferencial frente a quienes no tienen educación. Un resultado que puede explicarse por la correlación positiva que tiene la educación con el nivel de ingresos; con lo cual se esperaría que a mayor educación se opte por modos privados y posiblemente más costosos, cómodos y eficientes. Un resultado que se corrobora al observar que para niveles de educación superiores a no tener primaria, la probabilidad de usar el modo “Auto particular” es positiva, la probabilidad de usar el modo “Moto particular” es positiva para los niveles bachiller y técnico o tecnológico; no obstante para el nivel educación superior la probabilidad de usar “moto” es negativa, en tanto que resulta positiva para el modo “Taxi” el nivel de educación superior.

Guardando similitud con lo encontrado sobre el nivel de educación, puede decirse de manera general que cuando se cuenta con condiciones laborales más favorables al individuo, el mismo prefiere medios de transporte privados. Se tiene que para los modos “Bus tradicional” y “Pirata” la probabilidad de escogencia disminuye cuando se pasa a un tipo de trabajo distinto al informal. Para el modo “Mio” sucede lo mismo cuando el individuo es “empleador” o “cuenta propia”; de la misma forma la probabilidad de uso disminuye para los modos “Moto taxi” y “Bicicleta” cuando el individuo es cuenta propia. En contraste, la probabilidad de usar los modos “Auto particular” y “Moto particular” aumenta cuando se es “empleador” o “cuenta propia” y “formal” o “empleador” respectivamente.

La variable género y jefe de hogar muestran ser explicativas de la elección del modo de transporte. Tenemos que las mujeres prefieren los medios masivos de transporte como el “Mio” y “Bus tradicional”, en contraste, la probabilidad de usar los modos “Moto particular” y “Bicicleta” es negativa. Para la variable jefe de hogar, la probabilidad de usar medios masivos o públicos como el “Mio” y el “Bus tradicional” es negativa, en contraste con una probabilidad positiva para el uso de modos privados o particulares como “Auto particular” y “Moto particular”.

Un resultado de importancia tiene que ver con la variable de residencia del individuo y la pobreza subjetiva. Como se ha manifestado con anterioridad, las comunas 1, 13, 14, 15, 18 y 20 presentaban una baja cobertura del SITM-MIO para el año 2012. Se encontró que el ser residente de dichas comunas aumenta la probabilidad de la elección del modo de transporte “Pirata”, “Bus intermunicipal” a la vez que reduce la elección de los modos “Auto particular” y “taxi”. Sobre la variable de pobreza subjetiva se tiene que para los individuos que se consideran a sí mismo pobres, la probabilidad de elección de modos particulares de transporte como “Auto particular” y “Moto particular” es negativa; mientras que la probabilidad de elección del modo “Bus tradicional” es positiva.

Finalmente las variables edad y horas de trabajo a la semana indican lo siguiente, a medida que avanza la edad del individuo, la probabilidad de elección de “Auto particular” y “Taxi” es positiva. Para la variable horas de trabajo, la misma nos indica que a mayores horas de trabajo a la semana la probabilidad de elección del modo “A pie” es negativa.

Todo lo anterior permite configurar una serie de recomendaciones de política sobre el transporte urbano en la ciudad de Cali. En primera instancia y como se mencionó anteriormente, el Conpes 3504 estableció como meta para el SITM-MIO movilizar 902. 400 pasajeros día, no obstante a 2013 solo se movilizaban 480.000. Éste resultado se explica en esencia por dos razones, la primera estriba en la poca cobertura del sistema en algunas comunas de la ciudad, especialmente en comunas del oriente y zonas de ladera, lo cual se presume ha incentivado el transporte informal o ilegal como una forma más eficiente en términos de tiempo de viaje en comparación al “Mio”, como se advirtió en la gráfica 12. En ese mismo sentido, en dichas comunas la probabilidad de que un individuo toma la elección del modo “Pirata” es significativa.

Por otra parte, se tiene que además del transporte o modo “Pirata” los buses tradicionales aún continúan operando en gran parte de la ciudad. Se tiene que del total de los usuarios ocupados, el 15% se transporta en éste medio, frente a 22% del “Mio”. Es de recordar que el Conpes 3504 plantea como principal medio de transporte urbano en Cali el SITM-MIO, así como la salida de los buses que operaban el sistema tradicional. No obstante, también se debe recordar que una

condición para la salida de dicho buses y abandono de las rutas que operan es la compra y chatarrización de éstos, labor que no se ha logrado concluir por falta de recursos económicos por parte de los operadores del nuevo sistema.

Puede decirse entonces que para mejorar la calidad del SITM-MIO se debe en primera medida mejorar la cobertura en las comunas de oriente y zonas de ladera, así como reducir los tiempos de viaje y frecuencia de espera tras la puesta funcionamiento de una mayor flota de buses y mejor planeación de las rutas. Lo segundo a decir, y que guarda relación con lo primero, es que los operadores del nuevo sistema deben gestionar los recursos para la compra de los buses del antiguo y así evitar la competencia, la cual desde luego afecta las finanzas de dicho sistema e impide un funcionamiento normal y con frecuencias de paso y tiempos de espera competitivos antes los otros modos.

En tercer y último término se tiene que una mayor seguridad en la ciudad podría tener importantes efectos en el uso de modos de transporte mucho más ecológicos como son los modo “A pie” y “Bicicleta”. Se tiene por ejemplo que el 25% de los ocupados usan el primer modo citado para llegar a su lugar de trabajo y el 7% el segundo. Como se esperarían estos modos serían mayormente usados si la ciudad cuenta con condiciones de seguridad e infraestructura adecuada como ciclo vías.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Arellano, W., Alvis, J., & Toro, D., (2005) Transporte público en Cartagena: ¿Qué factores determinan las preferencias de los usuarios? Revista: Economía y Región Vol. 2 No.3 Julio de 2005. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad Tecnológica de Bolívar.

Acuerdo Municipal No 0334 de 2012. En Concejo de Santiago de Cali (2012. Obtenido de: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/acuerdo%20334-12.PDF>

Acuerdo Municipal 0294 de 2010. En Archivo Corporación Concejo de Cali.

Acuerdo Municipal 035 de 2012. En Archivo Corporación Concejo de Cali.

Acuerdo Municipal 192 de 2006. En Archivo Corporación Concejo de Cali.

Barrio, C. & Martínez, M., (1998) "The demand for urban transport: An application of discrete choice model for Cadiz". Trabajo presentado en: "38th Congress of the European Regional Science Association" Departamento de Economía General. Facultad de Economía, Universidad de Cádiz, Cádiz, España.

Concejo de Santiago de Cali (2012). "Proyecto de Acuerdo POR EL CUAL SE MODIFICAN LOS ACUERDOS 035 DE 1999, 151 DE 2005, 236 DE 2008 Y 294 DE 2010, Y SE AUTORIZAN OTROS DILPOSICIONES CON RELACIÓN A LA SOBRETASA A LA GASOLINA MOTOR EXTRA Y CORRIENTE PARA LA FINANCIACION Y EJECUCIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI". Obtenido de: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/proyectoacdo020-12.pdf>

Concejo de Santiago de Cali (2014). "Metrocali anuncia ajuste de tarifa al Mio a partir de enero de 2015" Obtenido de: <http://www.concejodecali.gov.co/publicaciones.php?id=42957> consultado el 4 de septiembre de 2014.

CAMERON, A., TRIVEDI, P. (2005): "Microeconometrics methods and applications". Cambridge University Press. Cambridge.

Departamento Nacional de Planeación, DNP. (1997) Documento CONPES 3166. Mayo de 2006.

Departamento Nacional de Planeación, DNP. (2007) Documento CONPES 3504. Diciembre de 2007.

Departamento Nacional de Planeación, DNP. (2006) Documento CONPES 2932. Junio de 1997.

DNP (2008) "SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO PARA SANTIAGO DE CALI – MÍO (MASIVO INTEGRADO DE OCCIDENTE)" Obtenido De:

[https://spi.dnp.gov.co/App\\_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0027037650000.pdf](https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0027037650000.pdf) Consultado el 10 de septiembre de 2014.

El País.com (2012, octubre) "Daños al MÍO y caos en la movilidad, saldo de la protesta de transportadores. En el País.com de: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/disturbios-contra-mio-ponen-jaque-movilidad-calenos>. Consultado el 8 de octubre de 2014.

El País.com (2013, 5 de abril). "Estos son los problemas que padecen los sistemas de transporte masivo del país" En el País.com de: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/estos-son-problemas-padecen-sistemas-transporte-masivo-pais>. Consultado el 6 de septiembre de 2014.

El País, 2014, 19 de Marzo). "Un muerto, caos vial y vandalismo deja jornada de protesta de transportadores contra el MIO". En el País.com de: <http://www.elpais.com.co/elpais/cali/noticias/conductores-buses-bloquean-principales-vias-acceso-cali>. Consultado el 15 de octubre de 2014. Fajardo, Claudia Liceth (2010). "La demanda de transporte en la ciudad de Popayán". Tesis Maestría en Economía Aplicada Univalle.

GREEN, 2012. "Análisis Econométrica" 7 edición.

Liendro (2013). "DETERMINANTES DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE. UNA COMPARACIÓN ENTRE SALTA Y POSADAS" Trabajo presentado en el III Seminario Anual de Economía Regional (SAER), en Salta, el 10 de Octubre de 2013, y en la XLVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política (AAEP), en Rosario de Santa Fe, el 13 de Noviembre de 2013. Instituto de Investigaciones Económicas, Argentina. Obtenido de: <http://www.economicas.unsa.edu.ar/iee/Archivos/2013/liendro.pdf>

Metrocali (2014) "Respuesta a Proposición No 037 del 8 de abril de 2014" En Archivo Corporación Concejo de Cali.

Metrocali (2012) “Respuesta a Proposición No 096 del 1 de octubre de 2012” En Archivo Corporación Concejo de Cali.

Metrocali (2013) “Respuesta a Proposición No 114 del 4 de julio de 2013” En Archivo Corporación Concejo de Cali.

McFadden,D.&Domencich,Tom.(1975)Urban Travel and Demand. A Behavioral Analysis. En: Contribution to Economic Analysis Series N° 93. North Holland Publishing Company-Amsterdam Oxford American Publishing Company. New York.

MacFadden, D. (1974): “The Measurement of Urban Travel Demand”, Journal of Public Economics. Vol. 3, nº 4, págs 303-328.

Natacha Gentile - Elsa Rodríguez , 2002 “EL CONSUMO DE ALIMENTOS ORGANICOS: Aplicación de un modelo logit multinomial en la elección del canal de compra”

Obtenido

de:

[http://scholar.google.com.co/scholar?q=modelo+logit+multinomial+ejemplo&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart&sa=X&ei=fxizVJOZOMOjNrb0q6gD&ved=0CBgQgQMwAA](http://scholar.google.com.co/scholar?q=modelo+logit+multinomial+ejemplo&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart&sa=X&ei=fxizVJOZOMOjNrb0q6gD&ved=0CBgQgQMwAA)