

# **“CENSOS VOLUMÉTRICOS Y DE CLASIFICACION DE TRAFICO DE LA RED VIAL DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA”**

**J. Rivera, R. Herrera**

Subdirector LEMaC UTN La Plata, Calle 60 y 124 (1900) La Plata, Bs. As., Argentina.  
Director INDIV Universidad Central del Ecuador, Carvajal y Circunvalación Universitaria, Quito, Ecuador.

## **RESUMEN**

El presente trabajo describe los adelantos registrados en el proyecto del INDIV (Instituto de Investigaciones Viales) de la Universidad Central del Ecuador, con la asistencia técnica del LEMaC (Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina) financiada por el Fondo Argentino de Cooperación Horizontal FO-AR. Este tiene por fin realizar un relevamiento que permita relacionar la oferta y demanda de tráfico de la red vial de Pichincha, con la finalidad de contribuir al desarrollo de la red nacional. Puntualmente los datos que se determinan en los diversos tramos de la red, son el volumen de tráfico y su clasificación, insustituibles en innumerables aplicaciones de soluciones viales, contando la implementación del proyecto de diversas etapas en las cuales se van integrando profesionales y alumnos de la carrera de Ingeniería Civil de la UCE.

### **Palabras claves**

Tráfico Promedio Diario Anual – Clasificación de Tráfico – Análisis de Red

## **ABSTRACT**

This paper describes the progress in a project of the INDIV (Road Research Institute) of the Universidad Central del Ecuador, with the technical assistance of LEMaC (Road Research Center of the Universidad Tecnológica Nacional from Argentina) with the financing of the Fondo Argentino de Cooperación Horizontal FO-AR.

This project have as objective to make a study wich allow concluse relations between supply and demand of traffic on the road network of Pichincha, searching make a contribution to the development of the national road network. Punctually, the data in study in the different sections of the network are the traffic volume and its composition, irreplaceables in a lot of applications of road's solutions, consideering the project's apliccation differents stages with the secuential integration of professionals and pupils of Civil Engieenering of the UCE.

### **Palabras claves**

Annual average daily traffic – Composition of traffic – Road Network analisys

## INTRODUCCIÓN

El proyecto abordado en este trabajo se plantea como parte del Programa 5-INV “Comportamiento de los pavimentos asfálticos de la red vial del Ecuador”, que ejecuta el Instituto de Investigaciones Viales (INDIV) en conjunto con la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática de la Universidad Central del Ecuador y con la Asistencia Técnica del Fondo Argentino de Cooperación Horizontal (FO-AR) del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la Argentina, materializada a través de profesionales del LEMaC Centro de Investigaciones Viales de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata.

Por medio del proyecto se tiende hacia la obtención de datos que permitan conocer la demanda de tráfico de la red vial de la Provincia de Pichincha, con la finalidad de facilitar la planificación para la optimización y desarrollo de ésta. Esta necesidad surge en parte de la profundización del proceso de globalización mundial, donde la integración regional Latinoamericana se activa, manifestándose en el crecimiento de los movimientos en las vías nacionales y su consecuente traslado a las provinciales, y en parte en una fuerte carencia de datos al respecto registrada. Siendo una muestra de esto la inexistencia de estaciones de conteo y clasificación de tránsito permanentes (las 24 horas del día, durante los 365 días del año) por parte del estado.

El marco legal en Ecuador establece, mediante la actual Ley de Caminos, que el Ministerio de Obras Públicas sea el responsable de los tramos de la red estatal, los Consejos Provinciales de su red provincial respectiva y los Consejos Cantonales de las redes locales. Como no resulta sencillo atacar esta problemática en forma global, incidiendo simultáneamente sobre estas tres instancias, se ha decidido dirigir este primer estudio a la Provincia de Pichincha, tomándola como un prototipo que sea luego aplicable en otras regiones del país.

### **Los parámetros principales a analizar**

En la gran mayoría de los estudios que involucran el tráfico automotor, es requisito básico conocer de manera aproximada el volumen del mismo, o lo que en su forma técnica se conoce como Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), es decir el volumen promedio diario de tráfico registrado a lo largo de un año calendario sobre una sección de un camino o arteria.

Entre estos estudios podemos enumerar los citados por R. Cal y Mayor y J. Cardenas, que abarcan el planeamiento, proyecto, ingeniería de tráfico, logística, seguridad, investigación y los de usos comerciales.

Como vemos el volumen de tráfico resulta un parámetro de fundamental importancia para entidades que atienden a las definiciones geométricas y de tipologías de pavimentos a ser empleados en una carretera, instituciones como las que existen en Ecuador a nivel cantonal, provincial y nacional. En este sentido, y para esta primera aplicación del estudio, podemos citar entonces como entes de transferencia directa del proyecto la Coordinación de Estudios Viales del Ministerio de Obras Públicas de la Nación, la subdirección de Concesiones Viales del Consejo Provincial de Pichincha, la Jefatura de Programación Vial de la Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito (EMOP), los Institutos Viales Universitarios de la Región, etc., además de los profesionales particulares que entiendan en la materia.

No obstante la amplia posibilidad de aplicación del TPDA, su correcto uso en Latinoamérica no está aun generalizado, tal cual lo advierte el Banco Mundial, cuando sostiene que aunque el rápido desarrollo de la tecnología ha reducido el costo de las técnicas de gestión en tráfico, muchas ciudades están todavía pobremente organizadas y tienen personal inadecuado para hacer uso efectivo de ellas. Asegurando además que las inversiones

son capaces de generar elevados retornos, siempre y cuando se traten los problemas fundamentales de recursos humanos e institucionales.

Para observar la necesidad de contar con valores propios medidos, vale recordar lo enunciado por la TRB en su Manual de Capacidad 2000, cuando afirma que las variables estacionales en la demanda de tráfico reflejan la actividad social y económica del área servida por el camino, y que los valores incluidos en el manual surgen del área analizada, pero de ninguna manera pretenden reemplazar a los estudios particulares.

También da cuenta de esta necesidad de registros propios y abundantes la AASHTO, que atiende a la falta de datos en su procedimiento para el cálculo de pavimentos, definiendo tres niveles de entrada de datos, basados en la cantidad de información de tráfico disponible. Así, el alto nivel de exactitud en los datos trae como consecuencia pavimentos mucho más confiables.

El otro parámetro relevado a ser observado por el proyecto es la clasificación que el tráfico posee. Es decir, la forma en que el tráfico está compuesto, considerando las diversas tipologías de vehículos que hacen uso de la vía. Este dato es de fundamental importancia, pues fácilmente puede verse que las implicancias que posee el tráfico de un cierto número de vehículos pesados de gran porte, poco tienen que ver con las generadas por el tráfico de automóviles, considerándose más allá de las diferencias obvias, que las motivaciones que llevan la movilización de uno u otro son generalmente muy diferentes.

## **Objetivos del proyecto**

El objetivo general es identificar la demanda del tráfico, por medio del TPDA y su clasificación, sobre la red vial de la Provincia de Pichincha, junto con sus características distintivas particulares, para posibilitar la actual toma de decisiones y dar base a sus pronósticos a futuro, necesarios para una correcta planificación.

En forma específica se pretende:

- Generar un mapa actualizable en donde se vuelque para cada uno de los tramos homogéneos de la red los datos de TPDA correspondientes, junto con sus clasificaciones y demás parámetros que resulten de interés en la toma de decisiones.
- Verificar los registros de tráfico efectuados por la Empresas Concesionarias, y otras fuentes, de los diversos tramos, y en función de ellos coordinar las tareas para la continuidad en el tiempo del proyecto, sumando los esfuerzos a generarse.
- Obtener una metodología de análisis comprobada que sea aplicable luego en otras regiones del Ecuador.
- Efectuar recomendaciones iniciales en función del análisis de las aplicaciones de los datos recolectados, para demostrar la validez del proyecto y la necesidad de su aplicación extendida y continua.

## **Metodología de desarrollo**

Se plantea la realización de un estudio, que cuenta con una estructura general para el desarrollo análoga a la de otras similares experiencias exitosas y reconocidas.

Recopilación bibliográfica y análisis de antecedentes. Por medio de ésta se realiza la recopilación y análisis de la bibliografía y experiencias previas relacionadas existentes a nivel mundial y se delinea con mayor justeza tareas menores del Plan de Tareas. Se analizan metodologías utilizadas en diversos lugares para la obtención de TPDA en redes y su clasificación, los fundamentos del análisis estadístico aplicado a este tipo de estudios y las bases para la posible modelización.

Reconocimiento y tramificación del área en estudio. En función de algunos de los parámetros que se establecen con la tarea anterior, se efectúa la tramificación de la red en estudio en tramos homogéneos, que permiten realizar, con la suficiente confiabilidad, los conteos y análisis necesarios, y donde luego poseen validez las recomendaciones que surgen del estudio.

Se analizan de este modo los tramos de las vías siguientes: Quito-Calacalí-Los Bancos, Quito-Pifo-Cayambe y la alternativa Cajas-Tabacundo-Quito, ubicadas en la zona Norte de la Provincia de Pichincha, en la zona Oriental las carreteras que sirven de circunvalación externa a la ciudad de Quito, pasando por Sangolquí (Tambillo-Sangolquí-Pifo), la Tumbaco-Papallacta y su continuación; por último en la zona Sur las carreteras Quito-Tambillo-Machachi y su continuación, junto con la carretera de conexión transversal Aloag-Tandapi-Santo Domingo.

Determinación de las fuentes de datos y tareas de relevamiento. En función de la trama obtenida se planifica la consulta a fuentes de datos existentes, el relevamiento continuo de la vía y/o la necesidad de relevamientos esporádicos y de certificación.

También se delinear los procedimientos para la realización de estas tareas, estableciéndose por ejemplo planillas de relevamiento, base de datos para los datos obtenidos, etc. Por último, se entrena a los diversos integrantes del proyecto en las tareas a realizarse, en busca de disminuir al máximo las subjetividades y tender a la optimización en el empleo de los recursos.

Por medio de esta tarea se busca estimar no solo los volúmenes de tráfico y clasificaciones en cada tramo, sino también el origen y destino de los viajes, la razón de viaje, la ocupación vehicular media, etc., como datos adicionales que permiten correlacionar los análisis realizados.

Análisis y adquisición de los equipos necesarios. En función de los avances en el proyecto, se determina la cantidad y características de los equipos necesarios para la realización del estudio. Se lleva adelante luego un análisis de mercado para reconocer los equipos existentes que cumplan con las especificaciones, efectuándose luego la adquisición de los mismos.

Relevamiento de datos. Se llevan adelante en este punto las tareas de relevamiento, ya sea por la consulta a fuentes existentes, la realización de determinaciones en forma continua o esporádicas, adaptando, en caso de ser necesarios, los procedimientos desarrollados previamente.

Para llevar adelante esta tarea se debe contar con una estación de conteo, efectuando simultáneamente conteos y clasificaciones manuales para corroborar los datos registrados hasta la fecha.

Análisis de aplicación de los datos. En este punto se analizan las últimas tecnologías y metodologías existentes a nivel mundial para la aplicación de los datos relevados.

Aplicación de los datos obtenidos. Con los datos relevados por medio del estudio y siguiendo la metodologías analizadas para su aplicación, se efectúa a nivel de anteproyecto la propuesta de las diversas tareas necesarias para elevar, desde diversos aspectos, el nivel de la red vial.

Presentación de resultados y recomendaciones. Como paso final del proyecto se redacta un documento con:

- Metodología de estudio propuesta, desarrollada en función del análisis realizado, contando con los parámetros necesarios para su aplicación en otras regiones del Ecuador.
- Volcado de los datos filtrados que han sido relevados para la red en estudio en función de esta metodología.
- Procedimientos para el empleo de estos datos en busca de recomendaciones técnicas de diversa índole.
- Recomendaciones puntuales que surgen del proyecto.

## ACTUACION

### Análisis de la red

Con la programación de tareas establecida y luego de la recopilación bibliográfica y de antecedentes, se procede al reconocimiento de la red en estudio.

Para esto se define como “tramo” al segmento de carretera que conserva homogéneas sus características, con cierto grado de aceptabilidad desde el punto de vista geométrico y del tráfico (volumen, clasificación, condiciones de vía, etc.). Se realiza el reconocimiento de los anchos de calzada, existencia de separador central, accesibilidad de la vía, tipo de tráfico predominante, etc., buscando fundamentalmente parámetros que permitan definir características de las tareas de conteo a realizarse y de los equipos automáticos necesarios.

En la red se reconocen los tramos de la Figura 1.

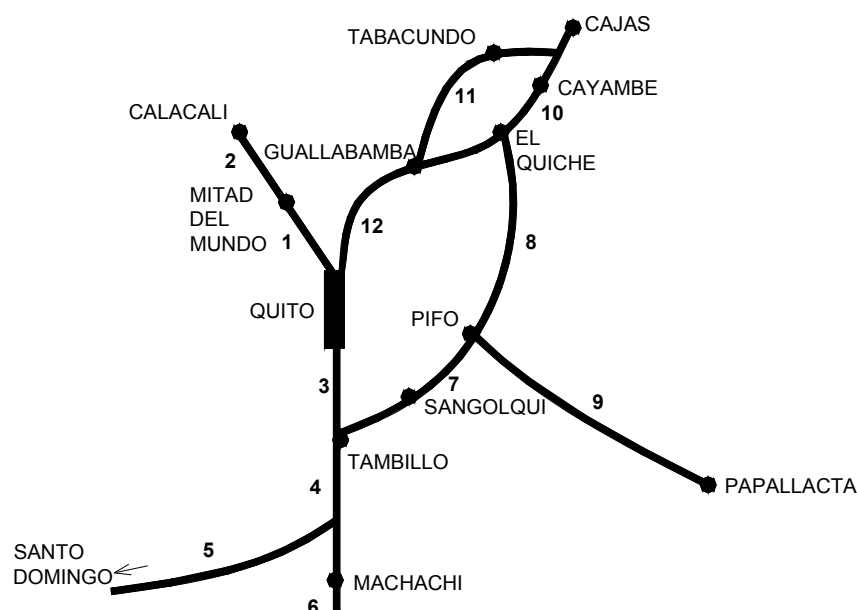


Figura 1. Tramificación de la red

Con su correspondiente descripción:

- Tramo 1: Este tramo se desarrolla desde la ciudad de Quito, hasta la Mitad del Mundo. Es la continuación de una vía urbana de tres carriles por sentido de circulación, divididos por un separador central. Posee dos carriles por sentido de circulación, divididos por separador. Al inicio del mismo se encuentra una estación de peaje, que posee la particularidad de realizar la acción de cobro sólo para el sentido Quito-Calacalí, por tal razón, de no existir contadores de tráfico para el otro sentido, no existe la posibilidad de tomar como fuente total la estación. El tramo posee accesibilidad casi irrestricta y retornos continuos sobre el separador central. En muy pocos tramos se presentan calles colectoras, pero éstas incluso han sido cortadas generando accesos intermedios y borrando la finalidad con las cuales fueron efectuadas.
- Tramo 2: Este tramo es continuación del anterior, fue analizado sólo hasta Calacalí, pero se considera de características homogéneas en su continuación hasta Los Bancos, hacia el Occidente. El tramo posee un carril por sentido de circulación, sin separador central, como se observa en la Figura 2. Tiene accesibilidad directa de los frentistas, los cuales disminuyen con el grado de urbanización a medida que se aleja de Quito. El camino es una alternativa para los viajes hacia la costa (se deben observar los meses de julio y agosto) además de servir a transporte de carga proveniente mayoritariamente de la industria minera. En las cercanías a Calacalí posee una estación de peaje.



Figura 2. Reconocimiento Tramo 2.

- Tramo 3: Este tramo se da saliendo de Quito hacia el Sur, hasta la localidad de Tambillo. Posee dos carriles por sentido de circulación, divididos por un separador central en construcción. Su comienzo se da luego de un cuello que genera embotellamientos cotidianos. Posee un alto porcentaje de tráfico pesado y sirve a un tráfico local generado por dos localidades satélites a Quito. El entorno presenta poca accesibilidad y al finalizar se reduce a un carril por sentido de circulación, sin separador central.
- Tramo 4: Este tramo es similar al anterior y va desde Tambillo hasta la bifurcación existente hacia Santo Domingo de los Colorados, cercana a Machachi. Posee dos carriles por sentido de circulación divididos por un separador central. La accesibilidad lateral en este caso es un poco mayor a la anterior.
- Tramo 5: Se trata del tramo que va desde Aloag hacia Santo Domingo de los Colorados. Posee un carril por sentido de circulación, sin separador central.
- Tramo 6: Este tramo comprende Aloag-Machachi-Latacunga. El mismo se encuentra concesionado y posee básicamente dos carriles por sentido de circulación sin

separador central. Se presenta muy baja accesibilidad desde el entorno, salvo en el sector que cruza Machachi, presentando menor tráfico que el Tramo 4, por los vehículos que se dirigen hacia la costa por el Tramo 5. Puede considerarse como una Autovía, hasta la población de Latacunga.

- Tramo 7: Se trata de una vía que sirve de circunvalación a Quito en el sector Oriental, pasando por la localidad de Sangolquí, hasta el Tramo 9 (Tambillo-Sangolquí-Pifo). Presenta un carril por sentido de circulación, sin separador central. Su tráfico es muy variado y relativamente alto.
- Tramo 8: Continuación del anterior desde el Tramo 9 hacia El Quiche (Pifo-El Quiche). Presenta un carril por sentido de circulación, sin separador central. Su tráfico es muy variado y relativamente alto, sirviendo en un futuro al nuevo Aeropuerto de Quito.
- Tramo 9: Se desarrolla desde el Tramo 7, Pifo-Papallacta. Presenta un carril por sentido de circulación, sin separador central. La accesibilidad lateral es muy baja y el tráfico es bajo también. Sirve de nexo entre la carretera troncal central y la carretera troncal del Amazonia.
- Tramo 10: El mismo se da desde el extremo del tramo, cercano a El Quiche, hasta la cercanías a la localidad de Cayambe en el límite provincial. Presenta un carril por sentido de circulación, sin separador central. Sus características son similares a las del Tramo 9. Hacia el Sur de Tabacundo, en el sitio denominado Oyacoto, muy próximo a la entrada Norte de Quito.
- Tramo 12: De similares características al tramo anterior, va desde El Quiche-Quito, constituyendo el acceso Norte de la ciudad.

### **Definición de coeficientes de extrapolación**

Con el análisis y contactos iniciales del proyecto no ha podido determinarse la existencia de estaciones permanentes sobre la red (contando las 24 horas del día, durante los 365 días del año) por parte de entidades públicas.

En función de esto y con el propósito de aprovechar los plazos destinados al proyecto, se decide comenzar con la realización de censos manuales esporádicos, capacitando a tal efecto a los integrantes del proyecto, con la intención de tomar los datos recabados y extrapolarlos luego con los coeficientes que puedan ser determinados mediante los estudios.

Para facilitar esta tarea posterior, deben definirse algunos conceptos que rigen para el proyecto.

El TPDA para un punto de una vía se planea calcular empleando coeficientes que surgen de series históricas de algunas de las fuentes que se están consultando. Para este proyecto se considera que estos coeficientes se emplean de la siguiente manera:

$$TPDA = Th_{i,j,z} \times Ch_z \times Cd_i \times Cm_j \quad (1)$$

O

$$TPDA = Tp_{i,j,z-w} \times Cp_{z-w} \times Cd_i \times Cm_j \quad (2)$$

Donde:

$Th_{i,j,z}$  = Tráfico horario del día i, mes j y hora z

$Ch_z$  = Coeficiente horario de hora z

$Cd_i$  = Coeficiente diario de día i  
 $Cm_j$  = Coeficiente mensual de mes j  
 $Tp_{i,j,z-w}$  = Tráfico del periodo desde la hora z a la w, en el día i del mes j  
 $Cp_{z-w}$  = Coeficiente del periodo desde hora z a hora w

Los  $Ch$  y  $Cp$  pueden darse también discriminados para los días f, donde f puede ser día promedio, domingo, sábado, laboral, etc.

Veamos a continuación algunas precisiones mayores para facilitar la comprensión de la metodología de cálculo propuesta. Vale aclarar que ésta no es la única forma por la cual puede realizarse el cálculo, ya que todo depende de las hipótesis de partida que se consideren.

Los coeficientes diarios y mensuales. Estos coeficientes se definen de la siguiente manera:

Coeficientes diarios: son coeficientes que permiten llevar el volumen de tráfico diario registrado a una media de tráfico diario mensual. Como tales, pueden surgir al relacionar la suma total de los tráficos registrados durante semanas completas de un año (es decir de domingos a sábados) con la suma del tráfico total registrado por tipo de día de semana completa (es decir distinguiendo si se trata de día dom, lun, mar, mie, jue, vie o sab).

$$Cd_i = \frac{\text{Sum (T sem completas)}}{\text{Sum (T días i)}} \quad (3)$$

Coeficientes mensuales: son coeficientes que permiten llevar el volumen de tráfico promedio mensual al volumen de tráfico promedio anual. Como tales, pueden surgir al relacionar el tráfico promedio diario anual (es decir la suma total anual del tráfico dividida 365 días) por el tráfico promedio diario mensual (es decir el tráfico total del mes dividido la cantidad de días que posee el mes).

$$Cm_j = \frac{\text{Sum T total anual} / 365 \text{ días}}{\text{Sum T mensual} / n^\circ \text{ días del mes}} \quad (4)$$

El emplear esta metodología de cálculo conlleva el asumir ciertas hipótesis de partida que ya han sido analizadas, requiriéndose por lo tanto una posterior validación numérica de la metodología por medio de un análisis de errores.

Los coeficientes horarios o por periodos. Debido a la dificultad de llevar a cabo un conteo manual durante un día completo, se debe recurrir a la inclusión de coeficientes que permitan extrapolar los volúmenes registrados al volumen diario. Como además los registros pueden realizarse en periodos de una hora o periodos de mayor duración, surge la posibilidad de emplear coeficientes horarios o coeficientes de periodo.

Coeficientes de horario: surgen de relacionar el volumen total registrado durante un día completo con el volumen registrado en la hora en análisis. Puede calcularse para un único día promedio o distinguiendo si se trata de día domingo, laboral o sábado.

$$Ch_z = \frac{\text{Sum T día f}}{\text{T en hora z de día f}} \quad (5)$$

Donde f puede ser día promedio, domingo, sábado, laboral, etc.



Coefficientes de periodo: surgen de relacionar el volumen total registrado durante un día completo con el volumen registrado durante el periodo analizado.

$$C_{p_{z-w}} = \frac{\text{Sum T día } f}{\text{T desde hora } z \text{ hasta hora } w \text{ de día } f} \quad (6)$$

Donde f puede ser día promedio, domingo, sábado, laboral, etc.

### Procedimientos para el conteo y clasificación

Con estos conceptos guías, se procede a analizar nuevamente la red, para determinar aquellos primeros puntos sobre los cuales se efectúan los conteos manuales, como primer trabajo de campo que sirve de prueba a futuros emprendimientos.

Para esto se revé la red y se seleccionan tres puntos experimentales para efectuar los conteos, los que se observan en la Figura 3:

- En el tramo Quito-Pifo hacia el este, en el ubicada entre el Sector 3 de Miravalle.
- En el tramo Quito-Guayllabamba hacia el norte, ubicada aproximadamente a 200 m trasvasando la estación de cobro de peaje.
- En el tramo Quito-Mitad del Mundo hacia el norte, ubicada en el km 10, en las cercanías del Centro de Exposiciones.

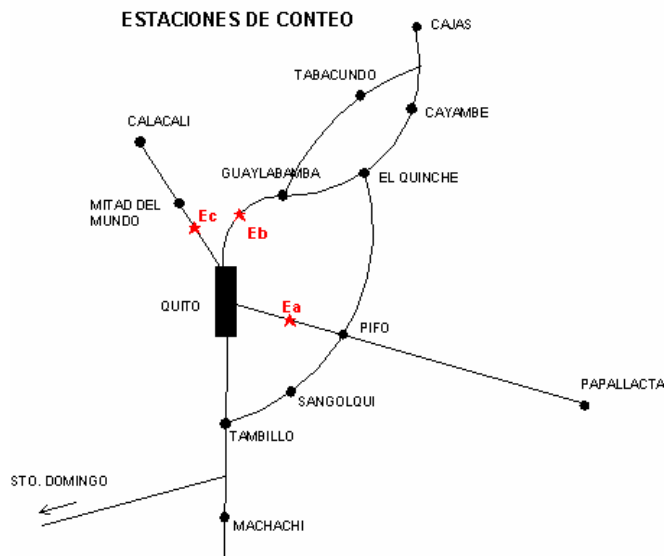


Figura 3. Puntos de censos.

Además se decidió la inclusión de una estación adicional sobre una vía de importancia municipal, como una forma de contrastar resultados. La misma se ubicó en la Avenida Occidental entre el Intercambiador a Pomasqui y El Condado.

Luego se diseñaron las planillas de relevamiento de la Figura 4.

|                      |                 |                          |  |          |         |
|----------------------|-----------------|--------------------------|--|----------|---------|
| <b>INDIV - LEMaC</b> |                 | CENSO DE TRAFICO         |  |          |         |
| <b>VIA:</b>          |                 | SECCION NORMAL DE CAMINO |  | CENSO N° | HOJA N° |
|                      |                 | ID OPERADOR:             |  |          |         |
| DIA DE LA SEMANA     | DIA / MES / AÑO | TRAFICO RELEVADO:        |  |          |         |

| CAT. | DESCRIP.  | DE ... | DE ... | DE ... | DE ... |
|------|---|--------|--------|--------|--------|
|      |   | A ...  | A ...  | A ...  | A ...  |
| I    | AUTO<br>CAMIONETA<br>COMBI                        |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
| II   | CAMION 2<br>EJES<br>MAQ.<br>AGRICOLA<br>MAQ. VIAL |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
| III  | CAMION<br>3 EJES                                  |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
| IV   | CAMION<br>4 EJES O<br>MAS                         |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
| V    | BUS   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |
|      |   |        |        |        |        |

Figura 4. Planilla de relevamiento

Las cuales cuentan con los siguientes campos a ser completados por el operador:

- **Vía:** Debe volcarse aquí la denominación por la cual es conocida la vía en estudio, posiblemente dando como referencia los puntos geográficos de inicio y final del tramo en análisis.
- **Día/Mes/Año:** Expresión numérica del día, mes y año en que se realiza el conteo.
- **De/A:** Corresponde al horario en que se realiza el conteo. Para este estudio se han determinado conteos a hora completa, es decir empezando desde el minuto 0 hasta el minuto 60 de una hora, y dividido en cuatro periodos de 15 minutos. Las planillas han sido preparadas para volcar el registro de DE y A la hora comienzo y final del periodo de 15 minutos en cuestión.
- **Categoría I:** En dicha categoría se registrará el paso de automóviles, camionetas y todo aquel vehículo destinado al transporte de un número reducido de pasajeros o un volumen muy reducido de carga.
- **Categoría II:** En dicha categoría se registrará el paso de camiones de 2 ejes, maquinarias agrícolas y maquinarias viales de porte medio.
- **Categoría III:** En dicha categoría se registrará el paso de camiones de tres ejes.
- **Categoría IV:** En dicha categoría se registrará el paso de camiones con 4 o más ejes.

- Categoría V: En dicha categoría se registrará el paso de vehículos para el transporte de pasajeros de gran y mediano porte.

### Primeras experiencias

Se establece su procedimiento de empleo y se dictan los cursos de capacitación para los alumnos de últimos ciclos integrantes del proyecto, que harán las veces de operadores (Figura 5).



Figura 5. Capacitación de integrantes.

Luego de la capacitación se realizan las primeras mediciones de campo, Figura 6, que sirven para el ajuste metodológico y complementan la capacitación en gabinete.



Figura 6. Censos de volumen y clasificación

Por esta vía se registran valores tales como los de la Tabla 1.

**ESTACION:** Vía Quito-Gauyllabamba, estación pasando el peaje

| FECHA      | DIA | SENTIDO | HORA  | VEHICULOS REGISTRADOS |        |        |        |        | TOTAL  | TOTAL |
|------------|-----|---------|-------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|            |     |         |       | CAT. 1                | CAT. 2 | CAT. 3 | CAT. 4 | CAT. 5 | P/SENT | SECC  |
| 08/06/2005 | MIÉ | QUI-GUA | 10:11 | 191                   | 58     | 13     | 6      | 31     | 299    | 524   |
| 08/06/2005 | MIÉ | GUA-QUI | 10:11 | 163                   | 25     | 6      | 4      | 27     | 225    |       |
| 08/06/2005 | MIÉ | QUI-GUA | 11:12 | 194                   | 48     | 4      | 4      | 31     | 281    | 551   |
| 08/06/2005 | MIÉ | GUA-QUI | 11:12 | 194                   | 31     | 8      | 3      | 34     | 270    |       |
| 08/06/2005 | MIÉ | QUI-GUA | 12:13 | 192                   | 55     | 7      | 7      | 34     | 295    | 557   |
| 08/06/2005 | MIÉ | GUA-QUI | 12:13 | 174                   | 45     | 10     | 3      | 30     | 262    |       |
| 08/06/2005 | MIÉ | QUI-GUA | 13:14 | 165                   | 50     | 7      | 3      | 32     | 257    | 523   |
| 08/06/2005 | MIÉ | GUA-QUI | 13:14 | 187                   | 36     | 5      | 1      | 37     | 266    |       |

Tabla 1. Resultados de los censos.

## HECHO Y POR HACER

Con las tareas realizadas se ha podido identificar y definir la red en estudio, la cual ha sido tramificada mediante la consideración de los diversos parámetros intervinientes.

Sobre esta red se han establecido puntos para la realización de censos manuales, que permiten al ser complementados con series históricas la extrapolación de los registros al TPD y clasificación.

Se ha definido la forma en que se tratan estas series históricas para posibilitar la extrapolación de los registros esporádicos.

Se ha generado un procedimiento para los censos esporádicos, capacitando en forma experimental a operadores que han luego efectuado las mediciones en campo, las cuales han permitido ajustar la metodología desarrollada.

Resta definir los ciclos para la realización de los censos, la obtención de los coeficientes de extrapolación, el cálculo de los valores finales, su aplicación en diversas técnicas resolutivas viales y la redacción de las recomendaciones que surjan de esta aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial (2002), "Ciudades en movimiento", TWU-44.
- Cal y Mayor R., Cárdenas J. (1995), "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones", Alfaomega, México.
- Dirección de Señalización Luminosa (2002), "Metodología para el cálculo del Índice de Tránsito", GCBA, Argentina.
- Federal Highway Administration (1976), "Guide for manual of instructions for traffic surveys", EEUU.
- Girardotti L. (2003), "Planeamiento del transporte", Fac. de Ing. UBA, Argentina.
- Graham-Rowe D. (2005), "Smart traffic forecast offers seven-day predictions", NewScientist, EEUU.
- Hay W. (1998) "Ingeniería de transporte", Limusa, México.
- Herz M., Galárraga J., Maldonado M. (2005), "Caracterización de errores de muestreo en censos de volumen y composición", XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, Argentina.
- Khisty J. (1996), "An introduction of transportation engineering", University of British Columbia, Canada.
- Navin F. (1993), "The science, engineering and practice of land transport", University of British Columbia, Canada.

- Ortúzar, J. de D. (2000), “Modelos de demanda de transporte”, Universidad Católica de Chile, Alfaomega, Chile.
- Papacostas C. (1987), “Fundamentals of transportation engineering”, Prentice-Hall, EEUU.
- Rivera J., Masciarelli E. (2006), “Metodología para aproximación del TMDA por conteos esporádicos”, UTN, Argentina.
- Transportation Research Board (2000), “Highway Capacity Manual 2000”, National Research Council, EEUU.
- Wahr C. (2003), “Vialidad II”, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.