

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSIBLES MODELOS DE
CRECIMIENTO DEL TRÁNSITO DE ARMENIA EN FUNCIÓN
DE VARIABLES INDIRECTAS MEDIBLES**



LINA MARIA CIFUENTES WCHIMA
Código 5305002

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
SEDE MANIZALES
2005**

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE POSIBLES MODELOS DE
CRECIMIENTO DEL TRÁNSITO DE ARMENIA EN FUNCIÓN
DE VARIABLES INDIRECTAS MEDIBLES**

**DIRECTOR:
FRANCISCO JAVIER GARCÍA O.
INGENIERO CIVIL**

**LINA MARÍA CIFUENTES WCHIMA
Código 5305002**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN VÍAS Y TRANSPORTE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
SEDE MANIZALES**

2005

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	9
3. ALCANCE	10
4. ANTECEDENTES	11
5. METODOLOGÍA	16
6. MARCO TEÓRICO	29
6.1 PREDICCIONES DE CRECIMIENTO CON BASE AL COMPORTAMIENTO HISTÓRICO:	29
6.2 MEDIDAS DE CORRELACIÓN:	30
7. DEPURACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	32
7.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES	32
7.2. CORRECCIÓN DE DATOS FALTANTES:	51
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
8.1. MEDIDA DE CORRELACIÓN.	53
8.1.1 MODELO 1: VARIABLES CON COEFICIENTES MENORES:	54
8.1.2 MODELO 2: VARIABLES CON COEFICIENTES NEGATIVOS	57
8.1.3 MODELO 3: VARIABLES CON ALTOS COEFICIENTES:	59
8.2 MEDIDA DE CORRELACIÓN PARCIAL	61
8.2.1 MODELO 4: VARIABLES CON COEFICIENTES ALTOS	62
8.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES:	65
8.3.1 MODELO 5: GENERADO POR ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE	69
8.4 ELECCIÓN Y APLICACIÓN DEL MEJOR MODELO.....	71
9. CONCLUSIONES	80
10. RECOMENDACIONES	82
11. BIBLIOGRAFÍA	83

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. TPDs Armenia Calarcá Estación 245	19
Tabla 2. TPDs Armenia Tebaida Estación 429.....	21
Tabla 3. TPDs Armenia Montenegro Estación 432	23
Tabla 4. TPDs Circasia Armenia Estación 437.....	25
Tabla 5. Resumen TPDs estaciones perímetro de Armenia	28
Tabla 6. PIB Departamento del Quindío (Precios corrientes).....	33
Tabla 7. IPC Variación a Nivel Nacional.....	35
Tabla 8. Estudiantes Matriculados Anualmente en la Ciudad de Armenia	37
Tabla 9. Consumo en Kwh de Energía Eléctrica en Armenia.....	39
Tabla 10. Población Estimada de Habitantes en Armenia	41
Tabla 11. Parque Automotor del Transporte Púb. Colectivo Urbano de Armenia .	43
Tabla 12. Pasajeros Transportados al Año en Servicio Público en Armenia.....	45
Tabla 13. Producción en Toneladas de Café Verde en el Quindío.....	48
Tabla 14. Cuadro Resumen del estado actual de las variables.....	51
Tabla 15. Cuadro Resumen con los datos faltantes corregidos	52
Tabla 16. Matriz de Correlación	53
Tabla 17. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Cal.	54
Tabla 18. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Teb.....	55
Tabla 19. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Mont... 55	
Tabla 20. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Cir-Arm.	55
Tabla 21. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Cal... 57	
Tabla 22. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Teb... 57	
Tabla 23. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Mont. 57	
Tabla 24. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Cir-Arm.....	58

Tabla 25. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Cal.	59
Tabla 26. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Teb.....	59
Tabla 27. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Mont....	60
Tabla 28. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Cir-Arm.	60
Tabla 29. Matriz de correlación parcial.....	62
Tabla 30. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Cal.	62
Tabla 31. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Teb.....	63
Tabla 32. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Mont....	63
Tabla 33. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Cir-Arm.	63
Tabla 34. Porcentaje de variación explicada para cada componente.	65
Tabla 35. Coeficientes para cada componente	66
Tabla 36. Resultado del análisis de componentes principales.	68
Tabla 37. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Cal.....	69
Tabla 38. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Teb.....	69
Tabla 39. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Mont....	69
Tabla 40. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Cir-Arm.	70
Tabla 41. Coeficientes de Determinación (R^2).	71
Tabla 42. Aplicación de modelos a Estación Armenia Calarcá	73
Tabla 43. Aplicación de modelos a Estación Armenia Tebaida.....	74
Tabla 44. Aplicación de modelos a Estación Armenia Montenegro.....	75
Tabla 45. Aplicación de modelos a Estación Circasia Armenia.....	76
Tabla 46. Error típico para cada modelo en las cuatro estaciones.....	77

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Localización espacial de las Intersecciones.	18
Gráfico 2. TPDs Armenia Calarcá Estación 245.....	20
Gráfico 3. TPDs Armenia Tebaida Estación 429	22
Gráfico 4. TPDs Armenia Montenegro Estación 432.....	24
Gráfico 5. TPDs Circasia Armenia Estación 437	26
Gráfica 6. PIB Quindío	34
Gráfica 7. IPC Variación a Nivel Nacional	36
Gráfica 8. Estudiantes Matriculados Anualmente en la Ciudad de Armenia	38
Gráfica 9. Consumo en Kwh de Energía Eléctrica en Armenia	40
Gráfica 10. Población Estimada de Habitantes en Armenia	42
Gráfica 11. Parque Automotor del Transporte Púb. Colectivo Urbano de Armenia.....	44
Gráfica 12. Pasajeros Transportados al Año en Servicio Público en Armenia	46
Gráfica 13. Producción en Toneladas de Café Verde en el Quindío	49
Gráfica 14. Influencia de cada componente	66
Gráfica 15. Dispersión de los componentes	68
Gráfica 16. Plano de la Ciudad de Armenia y posible afectación de los modelos ..	78

RESUMEN

El estudio que a continuación se presenta, es un análisis de lo que puede ser la obtención de las tasas de crecimiento en regiones donde no se cuenta con información histórica de conteos sobre el proyecto a construir o intervenir. La modelación consiste en utilizar técnicas estadísticas y variables de tipo económico de la región, las cuales reflejan comportamientos similares o relacionados con el registro histórico del tránsito y que son permanentemente monitoreados.

La presente alternativa de modelación, se desarrolla bajo la premisa que el crecimiento del tránsito debe estar íntimamente ligado con ciertas variables económicas como son la población, el crecimiento económico y posiblemente el Producto Interno Bruto Nacional PIB. Para la ciudad de Armenia se quiere determinar cuales variables independientes medibles afectan más directamente el tránsito actual e histórico, es decir de todas las variables propuestas en el estudio, algunas en conjunto tendrán una mayor representación con respecto a los conteos que otras.

Es de importancia, recalcar además que el presente trabajo se realiza en el marco de la Investigación de la tesis doctoral que actualmente elabora el Director de ésta, el Ingeniero Francisco J. García.

ABSTRACT

The study that next is presented, it is an analysis of what can be the obtaining of the rates of growth in regions where it is not had historical information of counts on the project to build or to intervene. The modelation consists on using statistical techniques and variables of economic type of the region, which reflect similar behaviors or related with the historical registration of the traffic and that they are permanently inspected.

The alternative present of modelation, it development under the premise that the growth of the traffic it should be intimately bound with certain economic variability as they are the population, the economic growth and possibly the Internal Product Brute National PIB. For the city of Armenian is wanted to determine which independent variables appraisable they affect the current and historical traffic more directly, that is to say of all the variables proposals in the study, some on the whole will have a bigger representation with regard to the counts that others.

It is of importance, to also emphasize that the present work is in the setting of Investigation of the doctoral thesis that at the moment the Director elaborates of this, the Engineer Francisco J. García.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño y construcción de una vía obedece al desarrollo ordenado de estudios que conducen a establecer las razones de conveniencia económica, social y política de las regiones que solicitan la obra. El factor determinante de las especificaciones del diseño es el tránsito que ha de servir la vía, el cual no es uniforme a través del tiempo, presentando variaciones como un reflejo de las actividades sociales y económicas de una zona particular en estudio.

Dentro de las variables se encuentran la población, las producciones agrícolas de la región, los consumos en servicios públicos y el nivel de escolaridad, entre otros.

La obtención de datos del tránsito permanente de las infraestructuras viales (aforos vehiculares) proporciona la información básica (grado de ocupación y las condiciones) para la toma de decisiones respecto al mantenimiento, ampliación y construcción de nuevas vías; se conocen dos métodos básicos de aforo: el mecánico que realiza los aforos automáticamente y el manual. Además el análisis de la evolución histórica de la demanda permite definir las tendencias de crecimiento y el momento a partir del cual ciertos segmentos dejan de prestar un servicio adecuado, convirtiéndose en cuellos de botella que propician el estancamiento del desarrollo en lugar de generarlo.

Con los conteos existentes de la región y ciertos aspectos económicos mencionados anteriormente, se modela el crecimiento del tránsito hallando una

relación estadística que permite tomar como referencia otros aspectos en vez de conteos cuando no se cuente con ellos.

Para los conteos existentes se investiga en la base de datos del Instituto Nacional de Vías - INVIAS, donde no se cuenta con estaciones dentro del perímetro urbano de la ciudad de Armenia, por lo cual se toman registros de series históricas continuas y reales de las estaciones más cercanas (<10 Km); las estaciones escogidas son:

- Armenia – Calarcá (estación 245)
- Armenia – Club Campestre (estación 429).
- Armenia – Montenegro (estación 432)
- Circasia – Armenia (estación 437)

Igualmente la investigación de formulación y evaluación de posibles modelos para Armenia complementa los trabajos de Investigación de la tesis doctoral del Ingeniero Francisco J. García; director de la presente.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Obtener un posible modelo de crecimiento del tránsito para la ciudad de Armenia en función de variables indirectas medibles.

Objetivos específicos

- Seleccionar posibles variables que afecten el crecimiento del tránsito.

- Definir un posible modelo de crecimiento del tránsito para la ciudad de Armenia en función de las variables más representativas analizadas.

- Calcular con base en datos históricos y análisis estadístico la posible incidencia de las variables en el crecimiento del tránsito.

3. ALCANCE

Presentar un documento que contenga los aspectos más importantes referentes a la forma como se estiman los volúmenes vehiculares futuros en base a variables indirectas medibles, y una propuesta que pretende de acuerdo a modelos estadísticos, poder predecir de manera mas aproximada estos valores.

Será un estudio descriptivo y exploratorio en la ciudad de Armenia, con información desde el año 1970 el cual se realizará de acuerdo a la metodología descrita que incluye revisión bibliográfica, análisis de posibles variables aplicables al modelo y la revisión y análisis estadístico de la información recolectada. Investigación que validará el modelo con cuatro estaciones de conteo ubicadas en la periferia de la ciudad pero que pueden aplicarse a zonas específicas por comunas dentro de la ciudad.

4. ANTECEDENTES

Las carreteras son estructuras especialmente dispuestas para comunicar entre sí regiones y sitios poblados y/o de producción; permitiendo la interrelación entre culturas, economías y habitantes.

Actualmente para proyectos viales, el pronóstico del tráfico suele calcularse partiendo del tráfico actual que tiene como unidad de medida más general el tránsito promedio diario (TPD). Este tráfico se logra de registros de conteos obtenidos con ayuda de contadores automáticos o manuales, instalados en sitios o estaciones convenientemente dispuestas, que además de consignar volúmenes, registran la composición del tránsito.

El presente trabajo quiere dar continuidad al Proyecto de Grado realizado por el Ingeniero Civil Reinaldo García Campiño “Formulación y Evaluación de Posibles modelos de crecimiento del tránsito de Manizales en función de variables Indirectas medibles” adelantada como requisito para obtener el título de especialista y además complementar los trabajos de Investigación de la tesis doctoral que actualmente elabora el Ingeniero Francisco J. García Orozco.

La importancia de éste estudio, es calcular la demanda del tráfico en las vías, mediante el reconocimiento de ciertas variables y la interrelación entre ellas, como también la evolución que dichas variables han tenido en los últimos años.

A lo largo de los años surgen muchos cambios en la economía de la región, en su población y en los índices de desarrollo que presenta el país. Para el cálculo de la demanda del tránsito existen variables las cuales son las que condicionan el tránsito en general y el estudio para este caso es conocer cuales son las variables y por medio de análisis estadísticos poder llegar a determinar la incidencia de éstas. Ampliamente las variables pueden distinguirse como se describen a continuación:

- Población y su distribución territorial
- Nivel de ingreso de la población
- Volumen de producción de los sectores de la economía
- Consumo de bienes y servicios

Estas variables se pueden sintetizar en una serie de indicadores que nos permiten acercarnos más a lo que debe ser tenido en cuenta para un análisis adecuado. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de estos indicadores.

➤ **Indicadores Demográficos.**

Permite visualizar la población en el área de estudio en términos de cuantitativos como potencialidad de conducción vehicular. Este indicador se analiza con respecto al año actual (año uno) y una serie histórica con la que se cuente. La tasa de crecimiento se refiere a la comparación entre el año actual y el proyectado (año 15 por ejemplo).

➤ **Indicadores de volúmenes de producción del área en estudio.**

La producción agrícola e industrial que se genera en la zona de estudio es un indicador que puede mostrar el comportamiento de la variación mensual o anual según el caso y muestra tendencias de comportamiento de la región. Dentro de la producción más representativa del Departamento del Quindío se tiene Plátano, Cítricos y Café.

➤ **Indicadores del parque automotor.**

En todo proyecto vial es necesario conocer el parque automotor existente tanto a nivel nacional como en el área de estudio. Según el nivel de diagnóstico que se esté realizando, es necesario profundizar esta diferencia, por cuanto según se clasifiquen las carreteras.

Volumen del tráfico vehicular: Como indicador dinámico en materia de vías se tiene el conocimiento del flujo de vehículos por tipo y por año. Lo importante es que dicho flujo haya sido detectado en diferentes estaciones de conteo como las que tiene el INVIAS en las vías nacionales.

Otro aspecto de fundamental importancia es la aplicabilidad que tiene el presente método para calcular demandas de tránsito, en zonas donde no se pueda contar con estudios de origen y destino por aspectos económicos o administrativos o con el Tránsito Promedio Diario (TPD) del sitio.

De acuerdo a la información registrada del DANE, INVIAS, Planeación Departamental, Alcaldía de Armenia, Comité de Cafeteros del Quindío, Cámara de Comercio de Armenia y de la Secretaría de Tránsito Departamental, las variables que se utilizarán para el análisis son las siguientes:

- Producto Interno Bruto PIB (Quindío).
- Índice de Precios al Consumidor IPC (Nacional).
- Estudiantes matriculados en entidades educativas.
- Consumo de energía eléctrica.
- Producción Agrícola Principal de la región (Café, Plátano y Cítricos).
- Población.
- Parque automotor público.
- Pasajeros movilizados en transporte público.
- Volúmenes en intersecciones

Ciertas variables como la producción agrícola y el Producto Interno Bruto, no se pueden obtener como un registro directamente del crecimiento de la ciudad sino del departamento puesto que la entidad que procesa la información no la obtiene a nivel municipal sino departamental; de igual manera el Índice de Precios al Consumidor se toma como referencia Nacional por no contar con registros a nivel departamental ni municipal por parte del DANE que es el organismo encargado.

La continuidad de las series no es posible en algunos casos obtenerla en su totalidad para todos los años, debido a que no aparecen documentos que respaldan la información o porque las instituciones por problemas económicos o técnicos no realizaron los estudios en algunos años. Para solucionar este

inconveniente, previo a la formulación de modelos se estiman los datos faltantes con los existentes por medio de funciones de regresión obtenidas para tal fin.

5. METODOLOGÍA

La metodología adoptada para la ejecución de este trabajo es la que se presenta a continuación:

1. Revisión bibliográfica.
2. Determinar el conjunto de variables directas e indirectas que podrían hacer parte del modelo.
3. Recopilar toda la información existente de las variables relacionadas.
4. Construir una base de datos la cual se debe depurar con relación a datos faltantes, series históricas de igual longitud, valores anormales, etc.
5. Elaborar un modelo que permita predecir el tránsito futuro con las variables de mejor incidencia, con la ayuda de técnicas estadísticas tales como análisis de regresión y análisis de componentes principales, entre otras posibles para la ciudad de Armenia.

Fuentes de información

Documentación consultada en las universidades:

Se hizo una revisión bibliográfica de documentos, tesis, trabajos, revistas, artículos, memorias, etc. que presentara algún tipo de afinidad con la presente investigación.

Información consultada en Internet:

Consulta general sobre el tema en páginas Web donde se encuentra información tanto de tipo económico como de producción de los últimos años de la ciudad de Armenia.

Consulta a entidades públicas:

Es necesario visitar entidades estatales tales como la Gobernación del Quindío, la Alcaldía de Armenia, El instituto Departamental de Tránsito, El Instituto Nacional de Vías y La Universidad del Quindío, entre otros donde se encuentran registros de información de tipo económico y de producción de la región.

Revisión de la información:

Se realiza una revisión de la documentación recogida, y de acuerdo a su calidad y cantidad, se seleccionan las mejores.

Estaciones seleccionadas.

En las observaciones históricas de conteos por parte de la entidad a cargo, INVIAS, no se encuentran estaciones o puntos de registro con series históricas de volúmenes de tránsito en el interior del perímetro urbano de la ciudad de Armenia, por lo que se trabaja en el presente documento con las que se encuentran ubicadas en los sectores más cercanos en un rango máximo de 10 Km. Los datos se obtienen de la cartilla de volúmenes vehiculares del INVIAS 1994, 2002 y 1980.

Estas secciones son las siguientes:

- Armenia – Club Campestre (estación 429).
- Circasia – Armenia (estación 437)
- Armenia – Calarcá (estación 245)
- Armenia – Montenegro (estación 432)

La estación Armenia – Club Campestre es designada en el documento como Armenia – Tebaida para referenciarla mejor, puesto que está ubicada en la Vía que de Armenia conduce a este municipio, para identificarla mas fácilmente y por ser el Club Campestre solo un punto de referencia. En el siguiente esquema se muestra la localización espacial de las intersecciones mencionadas anteriormente.

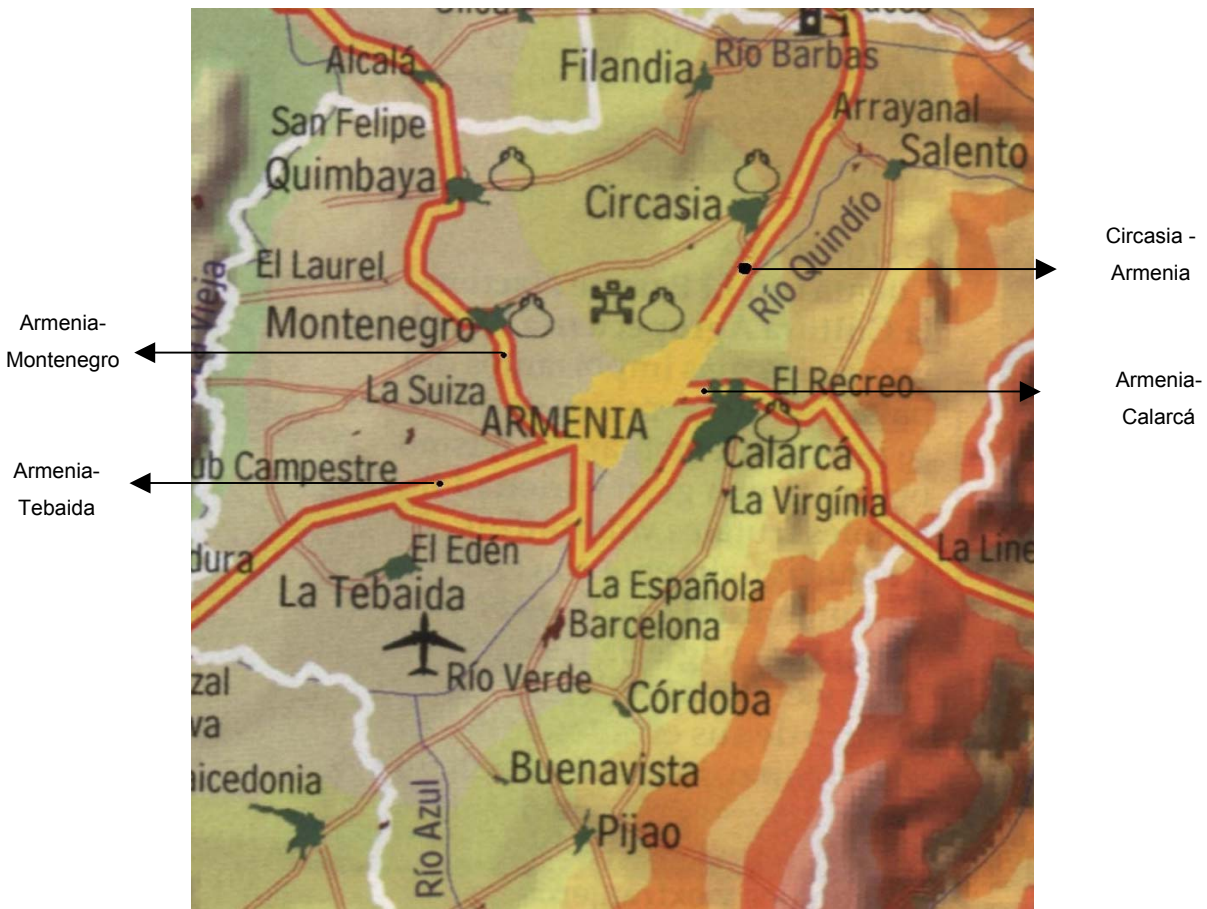


Gráfico 1. Localización espacial de las Intersecciones.

Fuente: Planeación Departamental Quindío

A continuación se muestra la tendencia de los volúmenes vehiculares para cada estación:

Año	Conteo estación Arm-Cal 245	Año	Conteo estación Arm-Cal 245
1970	-	1988	10278
1971	4449	1989	9086
1972	4363	1990	9268
1973	4975	1991	9289
1974	6241	1992	9395
1975	5432	1993	10325
1976	6003	1994	11029
1977	6671	1995	11979
1978	7444	1996	12077
1979	6801	1997	12502
1980	7911	1998	12896
1981	7656	1999	12305
1982	6970	2000	11348
1983	7433	2001	12358
1984	7838	2002	12434
1985	9074	2003	14053
1986	8354	2004	
1987	8538	2005	

Tabla 1. TPDs Armenia Calarcá Estación 245

Fuente: INVIAS

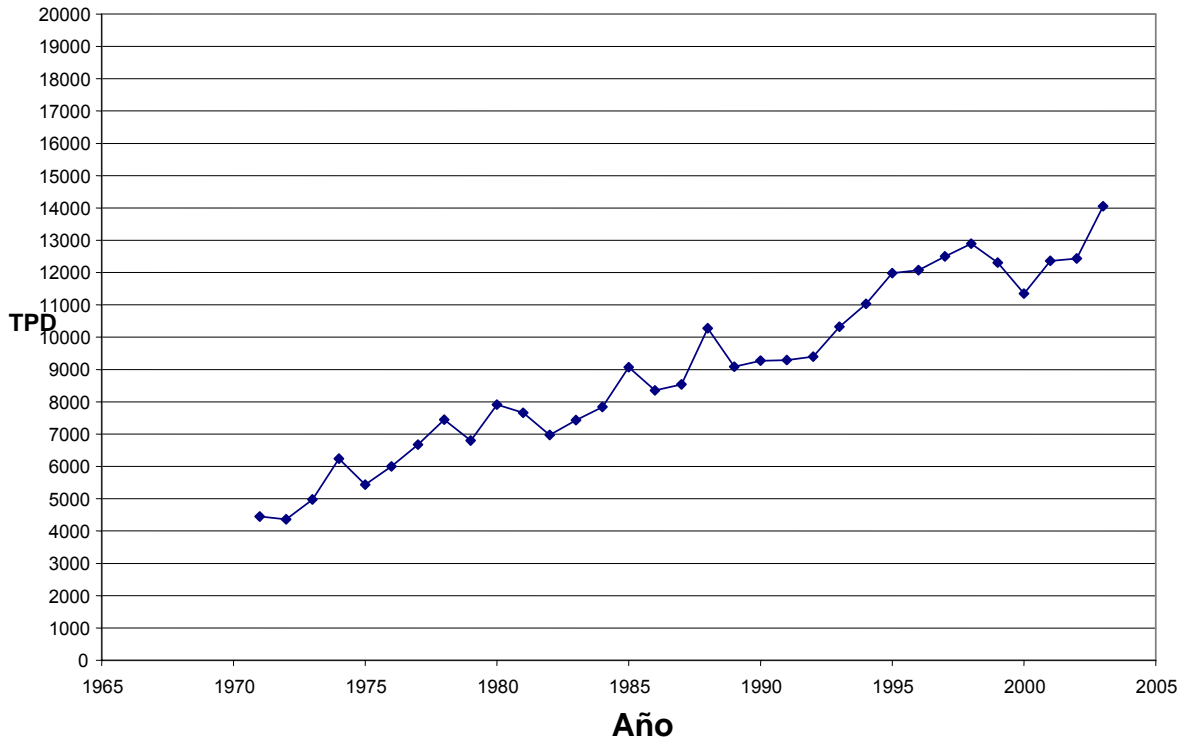


Gráfico 2. TPDs Armenia Calarcá Estación 245

La tabla 1 y el gráfico 2 muestran los conteos del tránsito promedio diario en el sector de la Vía que de Armenia conduce al municipio de Calarcá en el kilómetro 5; en el principal acceso a este municipio desde la capital del departamento. A lo largo de la vida útil de la carretera se han presentado trabajos de rehabilitación y mejoramiento de la misma, presentándose en algunas épocas pasos restringidos para los diferentes carriles.

Año	Conteo estación Arm-Teb 429	Año	Conteo estación Arm-Teb 429
1970	-	1988	5068
1971	1546	1989	6243
1972	1525	1990	6009
1973	1805	1991	5244
1974	2328	1992	5139
1975	1918	1993	5404
1976	2057	1994	5819
1977	2120	1995	6962
1978	2143	1996	6196
1979	2484	1997	6580
1980	2808	1998	7151
1981	2533	1999	7382
1982	3251	2000	7500
1983	3258	2001	8282
1984	4048	2002	7685
1985	4545	2003	8192
1986	4783	2004	
1987	5149	2005	

Tabla 2. TPDs Armenia Tebaida Estación 429

Fuente: INVIAS

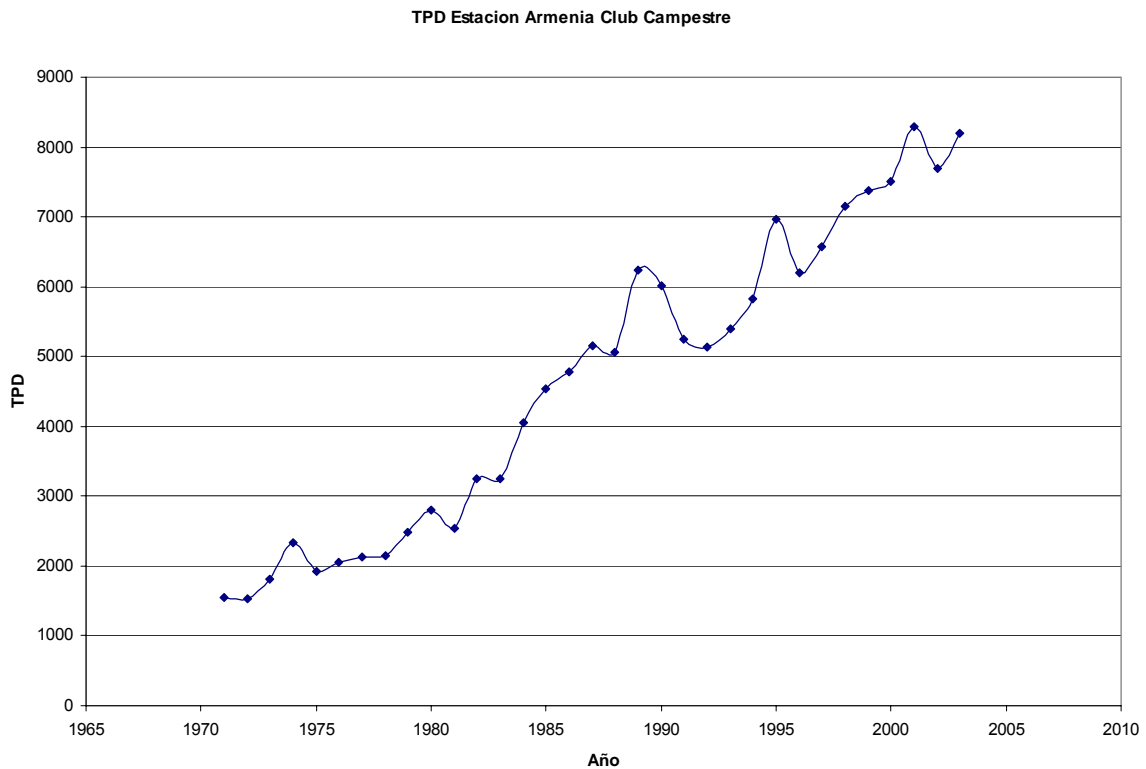


Gráfico 3. TPDs Armenia Tebaida Estación 429

La tabla 2 y el gráfico 3 muestran los conteos del tráfico promedio diario en el sector del Club Campestre en la vía que de Armenia conduce al municipio de la Tebaida sobre el kilómetro 8. Se observa una disminución en el tráfico en los últimos 15 años, posiblemente ocasionado por la apertura de la vía Caimo Campestre que es utilizada como conexión entre el occidente y el centro del país. Ruta obligada para los vehículos pesados y opcional para los livianos o turísticos.

Por ser de propiedad del INVIAS, constantemente se realizan en ella mejoras y adecuaciones para su buen funcionamiento.

Año	Conteo estación Arm-Mont 432	Año	Conteo estación Arm-Mont 432
1970	-	1988	3975
1971	900	1989	4670
1972	753	1990	4615
1973	1036	1991	4451
1974	979	1992	4797
1975	1291	1993	4411
1976	1260	1994	5061
1977	1617	1995	5356
1978	2317	1996	5780
1979	2293	1997	6350
1980	2824	1998	5543
1981	2500	1999	7219
1982	3391	2000	7020
1983	3429	2001	6913
1984	3495	2002	6910
1985	3549	2003	6561
1986	3744	2004	
1987	3728	2005	

Tabla 3. TPDs Armenia Montenegro Estación 432

Fuente: INVIAS

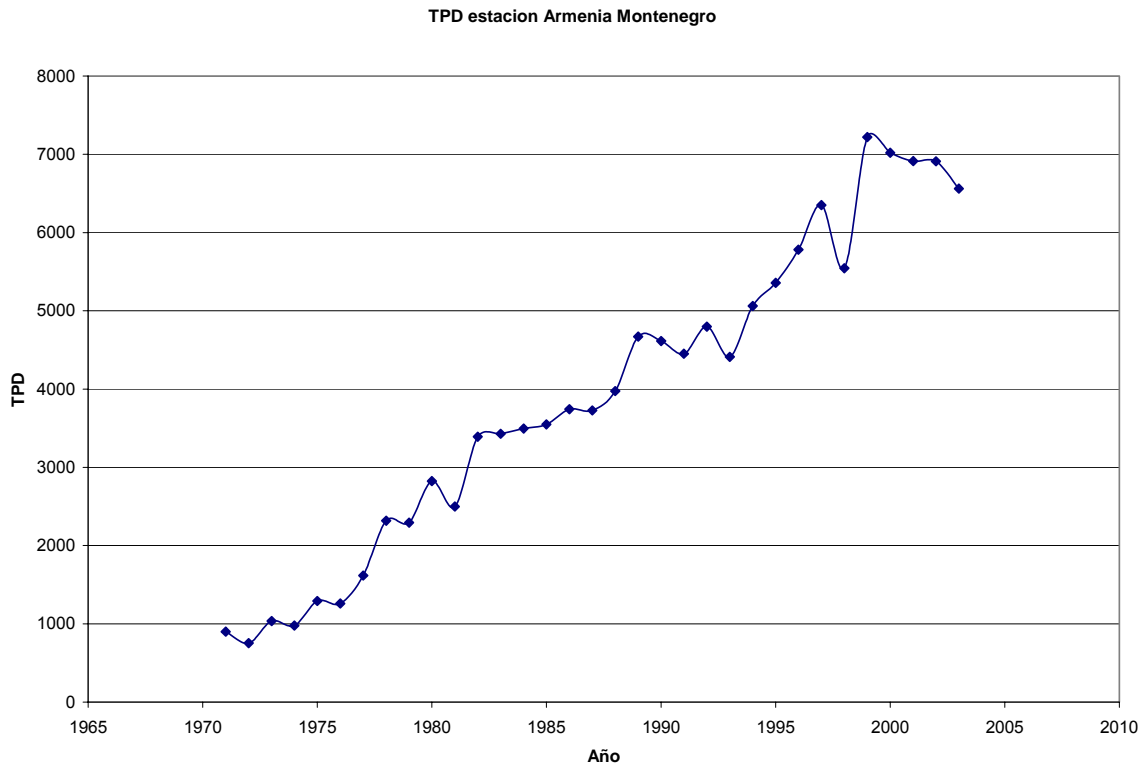


Gráfico 4. TPDs Armenia Montenegro Estación 432

La tabla 3 y el gráfico 4 muestran los conteos del tráfico promedio diario en el sector del Pantanillo en la vía que de Armenia conduce al municipio de Montenegro sobre el kilómetro 7. Se han presentado diferentes adecuaciones y labores de mejoramiento especialmente en los últimos años debido al inicio del desarrollo turístico en la región y el departamento, obligando al paso restringido sin mayores relevancias. Se presenta un incremento del tránsito promedio diario en el año 1999, probablemente por el uso de esta como conexión a la ciudad de Pereira (Armenia – Montenegro – Quimbaya - Alcalá) debido a la construcción del nuevo peaje y los altos costos de estos en la vía principal (Armenia-Pereira).

Año	Conteo estación Cir- Arm 437	Año	Conteo estación Cir- Arm 437
1970	-	1988	6948
1971	2625	1989	6793
1972	2572	1990	6976
1973	3344	1991	7259
1974	3730	1992	8182
1975	3190	1993	8829
1976	3749	1994	9190
1977	3680	1995	8126
1978	5244	1996	10389
1979	4716	1997	10811
1980	5806	1998	11067
1981	5441	1999	10688
1982	5382	2000	12295
1983	5580	2001	10231
1984	5559	2002	10063
1985	5873	2003	11488
1986	6055	2004	
1987	6363	2005	

Tabla 4. TPDs Circasia Armenia Estación 437

Fuente: INVIAS

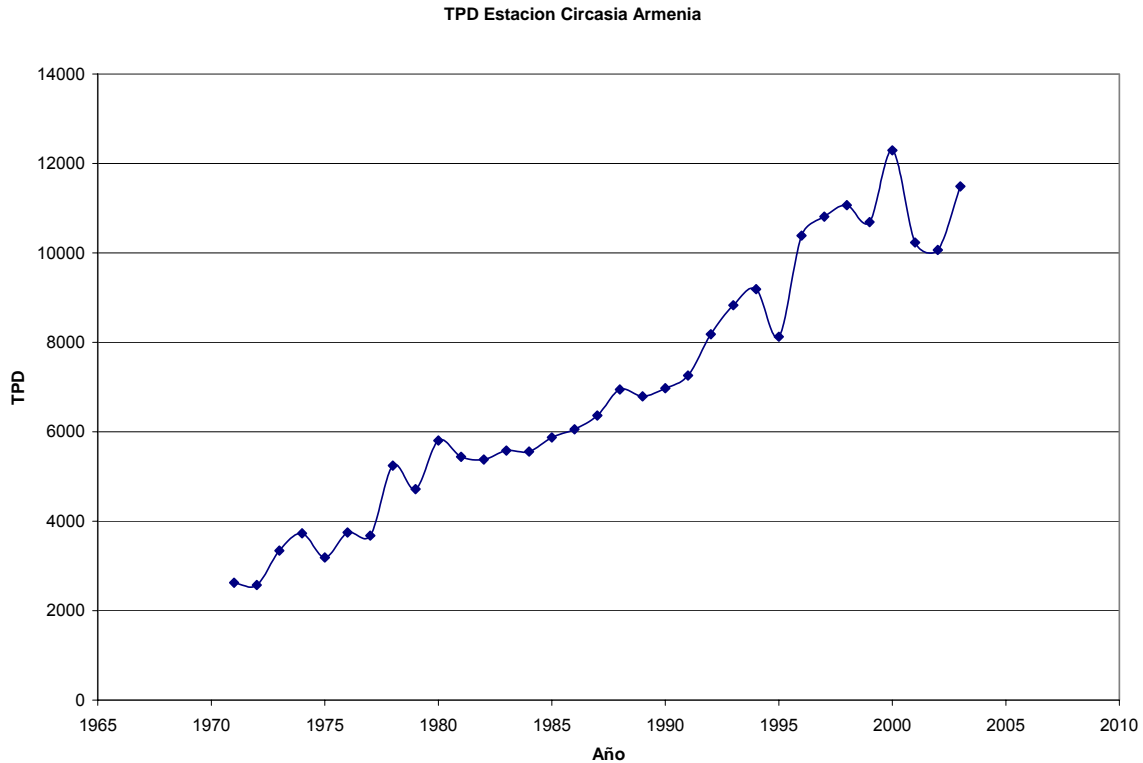


Gráfico 5. TPDs Circasia Armenia Estación 437

La tabla 4 y el gráfico 5 muestran los conteos del tráfico promedio diario en el sector de la vía que del municipio de Circasia conduce a Armenia sobre el kilómetro 7. Cuando se iniciaron los trabajos correspondientes a la obra de la Autopista del Café, fue planteada la construcción de un segundo puesto de recaudo (peaje) para adelantar las obras y, mientras se planteaban las soluciones con la población, se utilizó la vía alterna Alcalá Pereira para no costear un segundo peaje o pagar el alto costo que finalmente se estipuló.

En los últimos años con el proyecto antes mencionado, la vía ha presentado diferentes adecuaciones de mejoramiento y labores de remoción en masa especialmente obligando al paso restringido.

A continuación en la tabla número 5 se presenta el resumen de los valores de tránsito para cada una de las estaciones:

AÑO	Conteo estación Arm-Cal 245	Conteo estación Arm – Teb 429	Conteo estación Arm-Mont 432	Conteo estación Circ-Arm 437
1970	–	–	–	–
1971	4449	1546	900	2625
1972	4363	1525	753	2572
1973	4975	1805	1036	3344
1974	6241	2328	979	3730
1975	5432	1918	1291	3190
1976	6003	2057	1260	3749
1977	6671	2120	1617	3680
1978	7444	2143	2317	5244
1979	6801	2484	2293	4716
1980	7911	2808	2824	5806
1981	7656	2533	2500	5441
1982	6970	3251	3391	5382
1983	7433	3258	3429	5580
1984	7838	4048	3495	5559
1985	9074	4545	3549	5873
1986	8354	4783	3744	6055
1987	8538	5149	3728	6363
1988	10278	5068	3975	6948
1989	9086	6243	4670	6793
1990	9268	6009	4615	6976
1991	9289	5244	4451	7259
1992	9395	5139	4797	8182
1993	10325	5404	4411	8829
1994	11029	5819	5061	9190
1995	11979	6962	5356	8126
1996	12077	6196	5780	10389
1997	12502	6580	6350	10811

AÑO	Conteo estación Arm- Cal 245	Conteo estación Arm – Teb 429	Conteo estación Arm- Mont 432	Conteo estación Circ- Arm 437
1998	12896	7151	5543	11067
1999	12305	7382	7219	10688
2000	11348	7500	7020	12295
2001	12358	8282	6913	10231
2002	12434	7685	6910	10063
2003	14053	8192	6561	11488

Tabla 5. Resumen TPDs estaciones perímetro de Armenia
Elaboración Propia

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Predicciones de crecimiento con base al comportamiento histórico:

Se requiere la estadística histórica de los volúmenes que pasan por un punto determinado y la predicción se valida bajo el supuesto de que a futuro se mantiene la tendencia histórica. Estos modelos generalmente correlacionan variables de población, PIB, cantidad de vehículos y generalmente se expresan como modelos de regresión para lo cual un análisis estadístico representa una solución válida. Los modelos que se plantean en este estudio tienen la siguiente configuración:

Representación lineal:

$$Y = a_0 + \dots + a_n X \pm \varepsilon$$

Donde:

Y es la variable dependiente; **a₀ - a_n** son parámetros de comportamiento; **X** representan a las variables población, PIB, tipos de vehículos o variables temporales. **ε**= *Error aleatorio*

6.2 Medidas de Correlación:

Utilizando la matriz de correlación se observan los coeficientes para cada una de las variables y se analizan diferentes rangos de correlación; con las que posean un coeficiente en el rango $0 \leq r^2 \leq 0.15$ se hace el análisis de regresión múltiple que genera el modelo 1 con ayuda del programa computacional estadístico SPSS. Además se realiza un modelo número 2 para coeficientes con valores $r^2 < -0.6$ y un modelo 3 para coeficientes en el rango $r^2 > 0.92$.

Medida de la Correlación parcial: Este procedimiento arroja valores de correlación que indica si una variable es independiente respecto a otra excluyendo la influencia de las demás variables. No se menciona el procedimiento de cálculo porque estos vienen incluidos en los paquetes estadísticos y no es el objeto del trabajo.

Modelo lineal para la estimación de la tasa de crecimiento (regresión lineal múltiple): Los modelos de regresión lineal múltiple son muy similares a los modelos de regresión lineal simple excepto que contienen más términos y pueden servir para proponer relaciones más complejas que una línea recta. Para este caso los cálculos referentes a la generación de relaciones para los modelos, se calculan directamente por el programa SPSS.

Análisis de componentes Principales: El objetivo de realizar análisis de componentes principales es lograr la representación de las medidas numéricas de variables en un espacio dimensional reducido y se obtienen nuevas variables adimensionales no correlacionadas y con las cuales la pérdida de información es

mínima. Para realizar este tipo de análisis es necesaria la ayuda de un paquete estadístico tal como SPAD WIN Versión 3.5 (Francés) y/o STATGRAPHICS (Inglés).

Modelo lineal para la estimación de la tasa de crecimiento (regresión lineal múltiple): Los modelos de regresión lineal múltiple son muy similares a los modelos de regresión lineal simple excepto que contienen más términos y pueden servir para proponer relaciones más complejas que una línea recta. Para este caso los cálculos referentes a la generación de relaciones para los modelos, se calculan directamente por el programa STATGRAPHICS.

7. *DEPURACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN*

7.1. Análisis estadístico de cada una de las variables

Antes de continuar es necesario hacer una serie de chequeos que permitan conocer la calidad de la información tanto en representatividad como en calidad, para esto se realiza un análisis gráfico el cual muestra el comportamiento de cada variable en función del tiempo en lo posible se tratan todos los datos a partir del año 1970 como criterio de unificación en el tiempo.

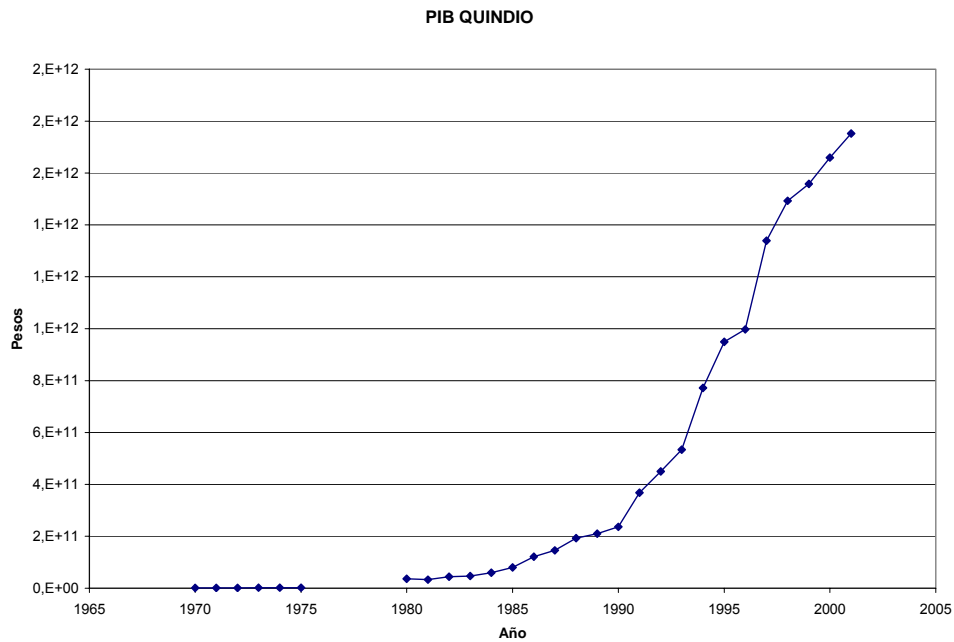
Presentación de los datos. La información que se ha recopilado de las diferentes entidades, se presenta en tablas y en gráficos relacionados a continuación:

Producto Interno Bruto (PIB)

Año	PIB (pesos corrientes)	Año	PIB (pesos corrientes)
1970	1564500000	1987	145453000000
1971	1625500000	1988	193081000000
1972	1656800000	1989	210453000000
1973	1771300000	1990	236650000000
1974	1819700000	1991	367927000000
1975	1800100000	1992	450085000000
1976		1993	533896000000
1977		1994	771806000000
1978		1995	949943000000
1979		1996	997320000000
1980	36569000000	1997	1338864000000
1981	32686000000	1998	1492694000000
1982	44513000000	1999	1558407000000
1983	46905000000	2000	1659242000000
1984	59566000000	2001	1752326000000
1985	80061000000	2002	
1986	121786000000	2003	

Tabla 6. PIB Departamento del Quindío (Precios corrientes)

Fuente: DANE



Gráfica 6. PIB Quindío

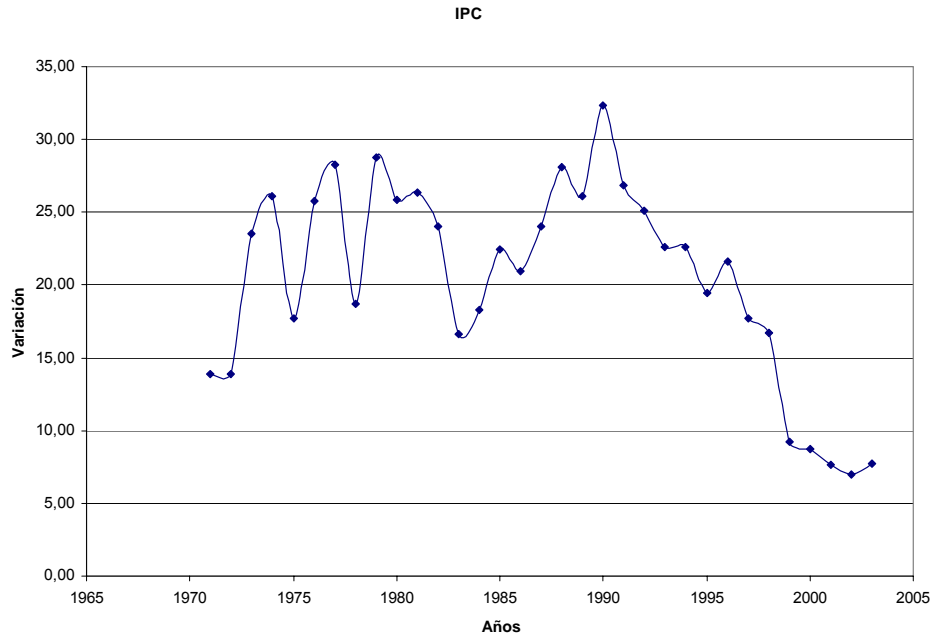
El Producto Interno Bruto (PIB) del Quindío es el valor del costo total de la producción al cual se suman los impuestos indirectos y se restan los subsidios del departamento, y ha presentado un comportamiento creciente similar al demostrado en el país.

Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Año	IPC (Variación)	Año	IPC (Variación)
1970	13,90	1987	24,06
1971	13,90	1988	28,12
1972	23,50	1989	26,12
1973	26,10	1990	32,36
1974	17,70	1991	26,82
1975	25,80	1992	25,13
1976	28,30	1993	22,6
1977	18,70	1994	22,59
1978	28,8	1995	19,46
1979	25,85	1996	21,63
1980	26,36	1997	17,68
1981	24,03	1998	16,7
1982	16,64	1999	9,23
1983	18,28	2000	8,75
1984	22,45	2001	7,65
1985	20,95	2002	6,99
1986	13,90	2003	7,74

Tabla 7. IPC Variación a Nivel Nacional

Fuente: DANE



Gráfica 7. IPC Variación a Nivel Nacional

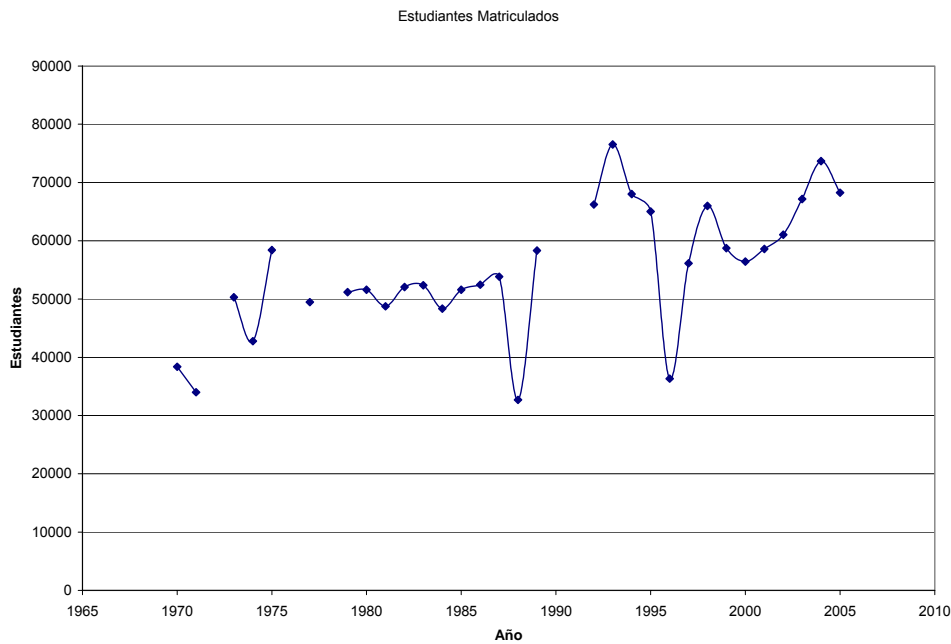
El Índice de Precios al Consumidor (IPC), es un indicador económico de productos en su mayoría de la canasta familiar, es decir de consumo diario o básico por parte de la población, en el momento la investigación de este índice no se realiza en la ciudad por lo cual es necesario trabajar con el valor de la variación en el territorio nacional. Como se observa en la gráfica, presenta muchas variaciones y está relacionado con otros factores de la macroeconomía y microeconomía del país.

Estudiantes Matriculados

Año	EST. MAT.	Año	EST. MAT.
1970	38368	1987	53842
1971	34007	1988	32702
1972		1989	58334
1973	50298	1990	
1974	42760	1991	
1975	58411	1992	66221
1976		1993	76527
1977	49463	1994	68002
1978		1995	65025
1979	51174	1996	36344
1980	51608	1997	56137
1981	48743	1998	65978
1982	52061	1999	58752
1983	52360	2000	56452
1984	48354	2001	58589
1985	51604	2002	61033
1986	52472	2003	67186

Tabla 8. Estudiantes Matriculados Anualmente en la Ciudad de Armenia

Fuente: Planeación Departamental



Gráfica 8. Estudiantes Matriculados Anualmente en la Ciudad de Armenia

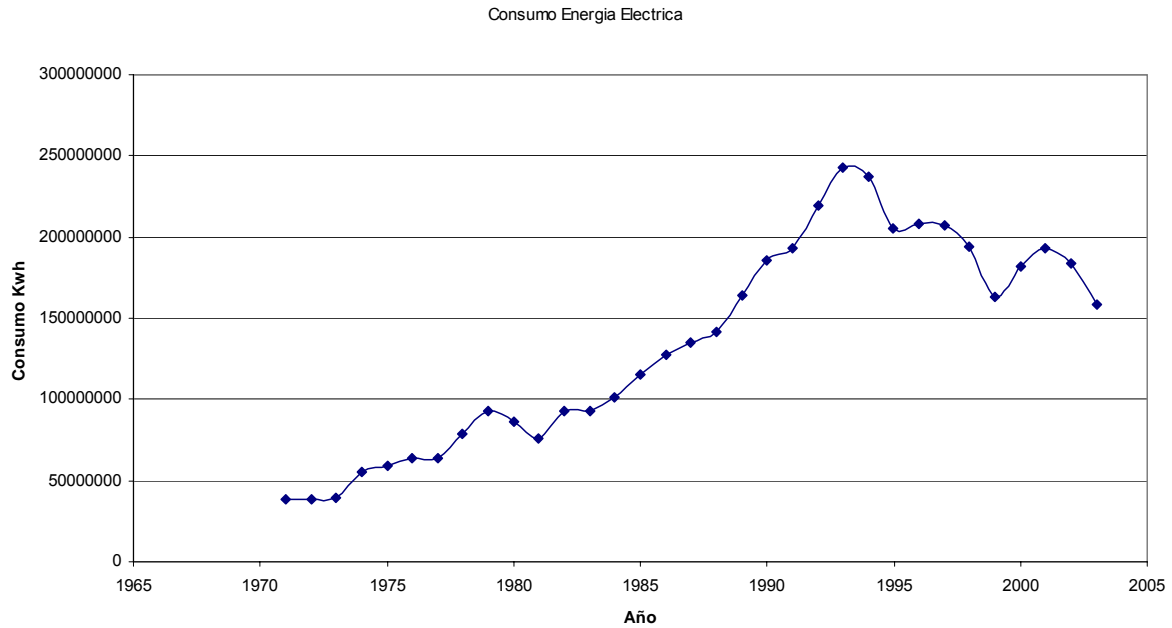
La tabla 8 y la gráfica 8, muestran el comportamiento de registros de matrícula no constante de la población estudiantil en la capital del departamento del Quindío. La deserción de estudiantes en especial ocurre por la situación económica de la región, por la utilización de los menores como fuerza de trabajo, por el desplazamiento de familias, por el reclutamiento a fuerzas públicas, por manejos políticos y por malas administraciones entre otras.

Consumo de Energía Eléctrica

Año	ENERGÍA ELÉCTRICA (KWh)	Año	ENERGÍA ELÉCTRICA (KWh)
1970	59040000	1987	135121700
1971	38178000	1988	142022100
1972		1989	
1973	39609000	1990	185311905
1974		1991	193233143
1975		1992	219821000
1976	64145491	1993	242659000
1977	64127000	1994	237281869
1978		1995	205283249
1979	92598780	1996	208460825
1980	86615425	1997	206835143
1981	76013858	1998	193768592
1982	92526000	1999	163311116
1983	92922000	2000	181944702
1984	101448200	2001	192964233
1985	114988400	2002	183841361
1986	127121700	2003	158020000

Tabla 9. Consumo en Kwh de Energía Eléctrica en Armenia

Fuente: Planeación Departamental



Gráfica 9. Consumo en Kwh de Energía Eléctrica en Armenia

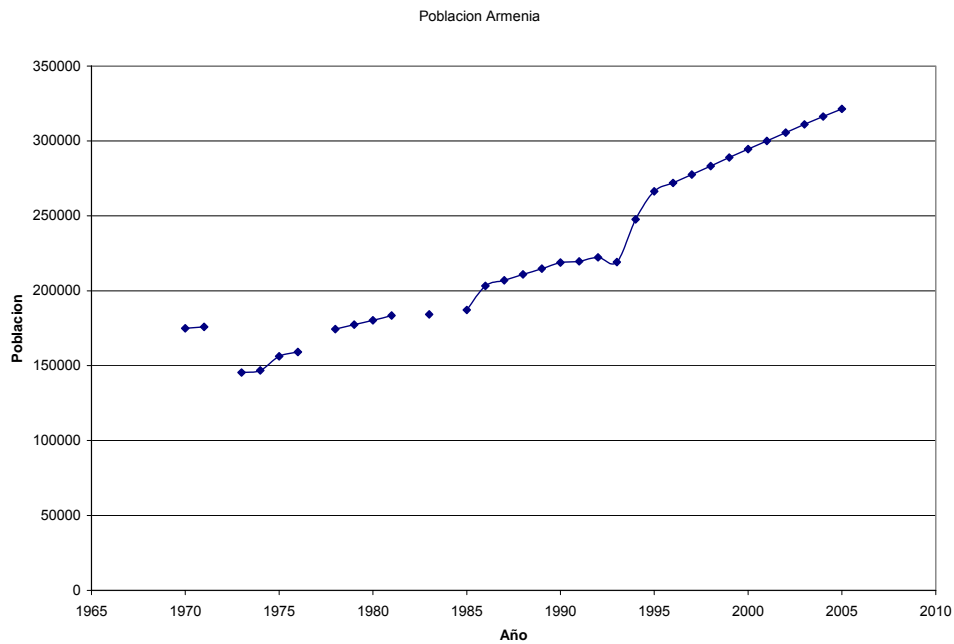
Se observa en la gráfica 9, con base en la tabla 9, un consumo creciente de energía eléctrica hasta los inicios de los años 90, presentándose una disminución considerable desde entonces por razones de tipo social y económico, la principal de ellas por el ingreso al mercado del Gas Natural Domiciliario como energético industrial y residencial a bajo costo en el departamento.

Población Estimada para la Ciudad de Armenia

Año	POBLACIÓN (Hab)	Año	POBLACIÓN (Hab)
1970	174900	1987	206968
1971	175880	1988	210828
1972		1989	214761
1973	145341	1990	218767
1974	146798	1991	219624
1975	156200	1992	222310
1976	159140	1993	219192
1977		1994	247670
1978	174384	1995	266363
1979	177337	1996	271895
1980	180339	1997	277548
1981	183392	1998	283249
1982		1999	288977
1983	184283	2000	294501
1984		2001	300026
1985	187130	2002	305551
1986	203179	2003	311000

Tabla 10. Población Estimada de Habitantes en Armenia

Fuente: DANE



Gráfica 10. Población Estimada de Habitantes en Armenia

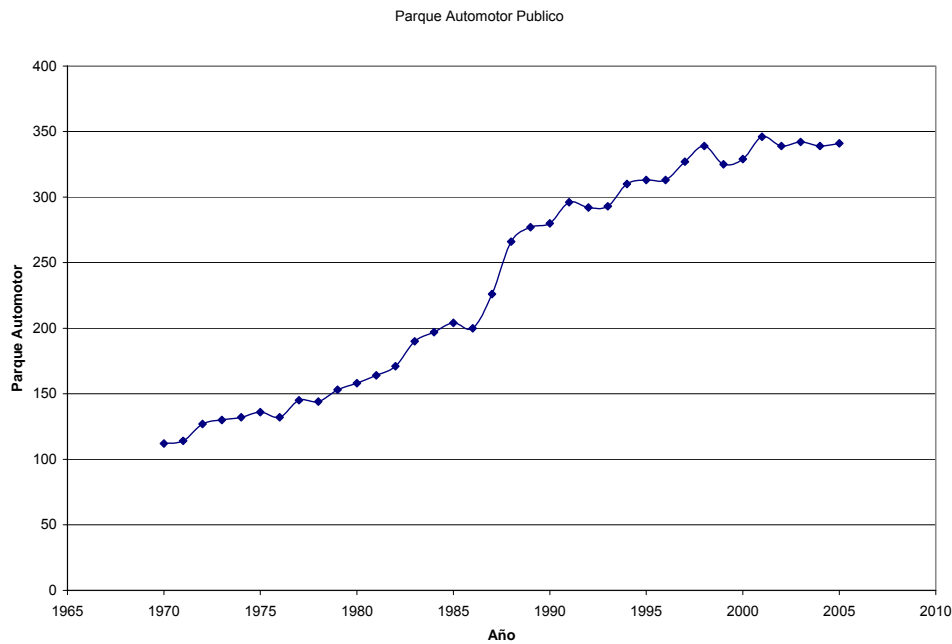
Como muestra la gráfica anterior, el número de habitantes en la ciudad de Armenia presenta un crecimiento constante en los últimos años, sin embargo los datos registrados son determinados por el DANE que es la entidad encargada de su proyección, por modelos representativos del crecimiento de la ciudad, puesto que los datos reales se realizan por medio del Censo de Población cada 8 o 10 años aproximadamente con un alto costo para el estado.

Parque Automotor Público

Año	TPCU	Año	TPCU
1970	112	1987	226
1971	114	1988	266
1972	127	1989	277
1973	130	1990	280
1974	132	1991	296
1975	136	1992	292
1976	132	1993	293
1977	145	1994	310
1978	144	1995	313
1979	153	1996	313
1980	158	1997	327
1981	164	1998	339
1982	171	1999	325
1983	190	2000	329
1984	197	2001	346
1985	204	2002	339
1986	200	2003	342

Tabla 11. Parque Automotor del Transporte Púb. Colectivo Urbano de Armenia

Fuente: DANE



Gráfica 11. Parque Automotor del Transporte Púb. Colectivo Urbano de Armenia

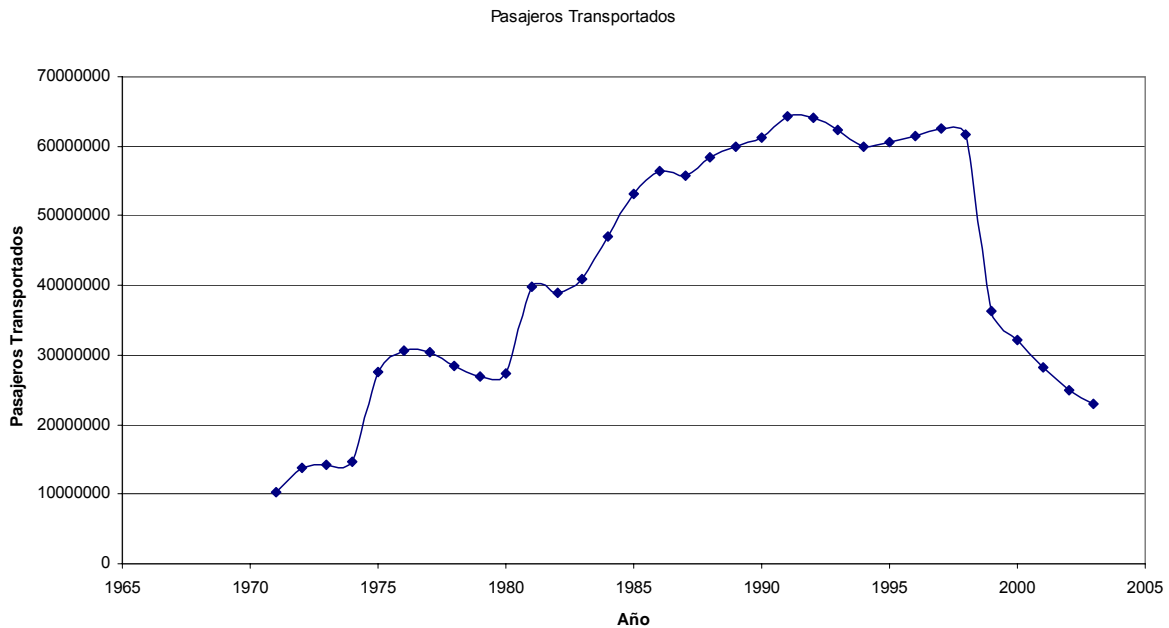
El parque automotor público de la ciudad de Armenia, está compuesto por buses y busetas del tipo de servicio corriente, puesto que en la ciudad no se cuenta con servicio ejecutivo, ni microbuses y/o colectivos, estos últimos se encuentran pero a nivel intermunicipal. Según la gráfica se presenta un valor aproximadamente constante en los últimos años, sin embargo el número de buses ha disminuido y el número de busetas ha aumentado continuando así con el equilibrio del parque público automotor total. Además es de mencionar que no transita el parque público automotor en su totalidad, existe un promedio diario de vehículos en servicio cerca al 85 o 90%.

Pasajeros Transportados en Servicio Público

Año	PASAJEROS MOV.	Año	PASAJEROS MOV.
1970	10619426	1987	55886000
1971	10278840	1988	
1972	13717536	1989	
1973		1990	
1974	14646000	1991	64272000
1975	27456000	1992	64044000
1976	30607000	1993	62412000
1977	30428000	1994	60046000
1978	28423000	1995	60591000
1979	26923000	1996	61377000
1980	27407000	1997	62607749
1981	39756000	1998	61787889
1982	38986000	1999	36258062
1983	40953000	2000	
1984	46990000	2001	28193000
1985	53139000	2002	24995000
1986	56513000	2003	22968000

Tabla 12. Pasajeros Transportados al Año en Servicio Público en Armenia

Fuente: DANE



Gráfica 12. Pasajeros Transportados al Año en Servicio Público en
Armenia

Esta variable presenta un decrecimiento muy notorio en los últimos cinco años; las demás variables no presentan un comportamiento lineal creciente o muy bien definido pero no decrecen tan bruscamente como ésta. Analizando con detalle la información recolectada se investigaron en las entidades municipales encargadas como la Secretaría de Tránsito (SETTA), el Instituto Departamental de Tránsito (IDTQ) y las empresas transportadoras, las posibles causas que generaron éste comportamiento; las cuales a continuación se describen:

La situación económica de la región, la cual influye en que a la población no pueda asumir el costo para movilizarse en un modo de transporte y requiera utilizar sus propios medios locomotores.

La masificación del transporte no formal, con el empleo de transporte público en vehículos particulares, en vehículos públicos en modalidad de colectivo y/o la utilización de moto taxis.

El aumento en la compra de vehículos motorizados en la ciudad; presentándose un registro de 1151 motos compradas en el año 1999, aumentando el número a 5160 en el año 2000, 9170 en el 2001 y 10701 en el año 2002, según registros del Instituto Departamental de Tránsito.

La adquisición de vehículos por parte de cierto número de habitantes de la población, utilizando dineros obtenidos del Forec (Fondo para la Reconstrucción del Eje Cafetero), de entidades aseguradoras o de subsidios de ciertas empresas privadas por motivo del sismo ocurrido en enero de 1999; aumentando de esta manera el parque automotor privado.

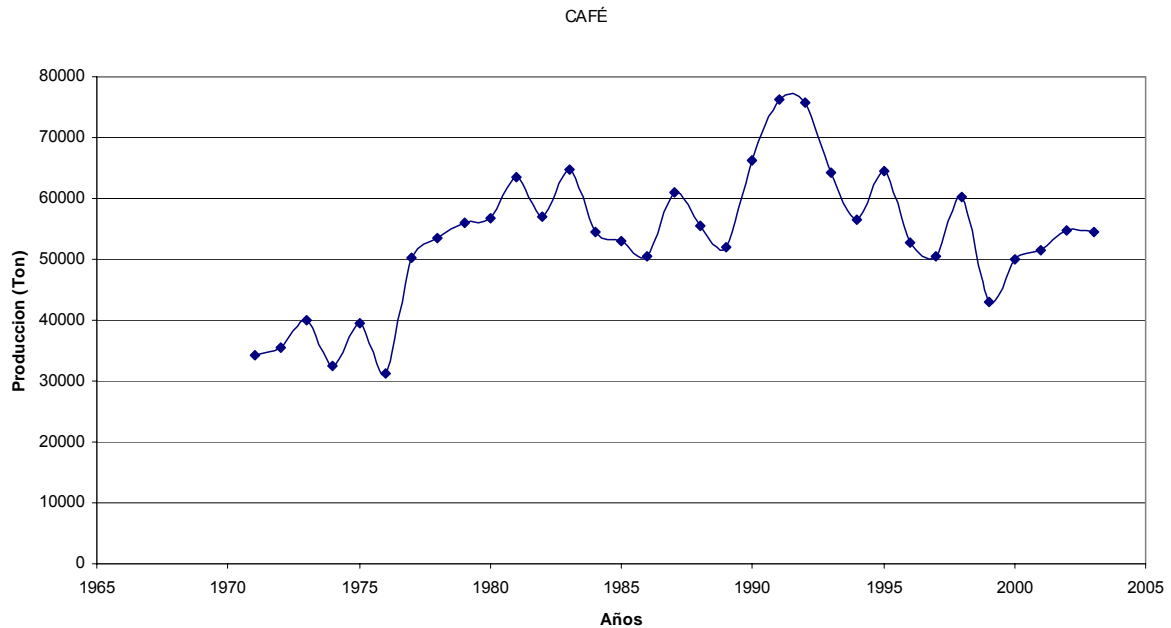
La construcción de una amplia infraestructura vial, permitió a los ciudadanos interconectarse mas fácilmente entre sectores importantes, disminuyendo distancias y trayectos los cuales ya no requieren transporte mecanizado para realizarlo.

Producción de Café

AÑO	CAFÉ	AÑO	CAFÉ
	Ton Café Verde		Ton Café Verde
1971	34328,4816	1987	61060,8336
1972	35462,7240	1988	55587,2904
1973	40037,3448	1989	52081,0224
1974	32441,2152	1990	66280,2312
1975	39416,1000	1991	76144,8456
1976	31344,6240	1992	75744,8016
1977	50156,1048	1993	64181,1768
1978	53591,7768	1994	56622,6984
1979	55954,3896	1995	64463,5608
1980	56820,3672	1996	52664,616
1981	63395,2080	1997	50377,3056
1982	57069,8064	1998	60161,9112
1983	64694,1744	1999	42884,7168
1984	54415,3968	2000	49977,2616
1985	52994,0640	2001	51469,1904
1986	50414,9568	2002	54660,1296
		2003	54443,6352

Tabla 13. Producción en Toneladas de Café Verde en el Quindío

Fuente: Comité de Cafeteros del Quindío



Gráfica 13. Producción en Toneladas de Café Verde en el Quindío

El departamento del Quindío posee como principal actividad económica, el cultivo de café en la mayoría de hectáreas de su zona rural, por lo cuál el departamento origina el 7.84% de la producción total de sacos de 60 Kg de café verde del país. Como muestra la gráfica, el mayor crecimiento de la producción se presentó en 1991 y 1992, decreciendo luego como resultado de las fluctuaciones en el precio del café. Actualmente la región cuenta con numerosas hectáreas sembradas además con cultivos de cítricos y plátano.

Año	PIB Quindío (pesos corrientes)	IPC Nacional (Variación)	Estudiantes Matriculados	Consumo Energía Eléc. (KWh)	Población (Nº Hab)	Parque Automotor TPCU	Pasajeros Movilizados al Año.	Producción de café verde (Ton)
1970	1564500000	13,90	38368	59040000	174900	112	10619426	
1971	1625500000	13,90	34007	38178000	175880	114	10278840	34328
1972	1656800000	23,50				127	13717536	35463
1973	1771300000	26,10	50298	39609000	145341	130		40037
1974	1819700000	17,70	42760		146798	132	14646000	32441
1975	1800100000	25,80	58411		156200	136	27456000	39416
1976		28,30		64145491	159140	132	30607000	31345
1977		18,70	49463	64127000		145	30428000	50156
1978		28,8			174384	144	28423000	53592
1979		25,85	51174	92598780	177337	153	26923000	55954
1980	36569000000	26,36	51608	86615425	180339	158	27407000	56820
1981	32686000000	24,03	48743	76013858	183392	164	39756000	63395
1982	44513000000	16,64	52061	92526000		171	38986000	57070
1983	46905000000	18,28	52360	92922000	184283	190	40953000	64694
1984	59566000000	22,45	48354	101448200		197	46990000	54415
1985	80061000000	20,95	51604	114988400	187130	204	53139000	52994
1986	121786000000	24,06	52472	127121700	203179	200	56513000	50415
1987	145453000000	28,12	53842	135121700	206968	226	55886000	61061
1988	193081000000	26,12	32702	142022100	210828	266		55587
1989	210453000000	32,36	58334		214761	277		52081
1990	236650000000	26,82		185311905	218767	280		66280
1991	367927000000	25,13		193233143	219624	296	64272000	76145
1992	450085000000	22,6	66221	219821000	222310	292	64044000	75745
1993	533896000000	22,59	76527	242659000	219192	293	62412000	64181
1994	771806000000	19,46	68002	277281869	247670	310	60046000	56623
1995	949943000000	21,63	65025	205283249	266363	313	60591000	64464
1996	997320000000	17,68	36344	208460825	271895	313	61377000	52665
1997	1338864000000	16,7	56137	206835143	277548	327	62607749	50377
1998	1492694000000	9,23	65978	193768592	283249	339	61787889	60162
1999	1558407000000	8,75	58752	163311116	288977	325	36258062	42885

Año	PIB Quindío (pesos corrientes)	IPC Nacional (Variación)	Estudiantes Matriculados	Consumo Energía Eléc. (KWh)	Población (Nº Hab)	Parque Automotor TPCU	Pasajeros Movilizados al Año.	Producción de Café Verde (Ton)
2000	1659242000000	7,65	56452	181944702	294501	329		49977
2001	1752326000000	6,99	58589	192964233	300026	346	28193000	51469
2002		7,74	61033	183841361	305551	339	24995000	54660
2003			67186	158020000	311000	342	22968000	54444
2004			73667	162165000	316301	339	23524878	
2005			68248		321378	341	23031816	

Tabla 14. Cuadro Resumen del estado actual de las variables

7.2. Corrección de datos faltantes:

El criterio utilizado para corregir los datos faltantes encontrados en cada una de las series es el de sustitución por la media el cual consiste en sustituir los valores ausentes por una variable cuyo valor es el promedio de sus valores adyacentes. Para el caso donde los valores faltantes están en puntos extremos se hace una extrapolación utilizando los datos más próximos al dato faltante. Se elimina la información correspondiente a los años 1970, 2004 y 2005 puesto que los conteos de volúmenes realizados por INVIAAS no poseen registros para dichos años.

AÑO	PIB (Quindio)	IPC (Nal)	EST. MAT.	Consumo Energía Eléc.	POBLACION	Parque TPCU	Pasajeros Movilizados	Producción de Café
	pesos Corrientes	% Variación	estudiantes	KWh	Nº Hab.	(Nº veh)	personas	(Ton)
1971	1625500000	13,90	34007	38178000	175880	114	10278840	34328
1972	1656800000	13,90	42152	38893500	160610	127	13717536	35463
1973	1771300000	23,50	50298	39609000	145341	130	14181768	40037
1974	1819700000	26,10	42760	55157841	146798	132	14646000	32441
1975	1800100000	17,70	58411	58906848	156200	136	27456000	39416
1976	12346856909	25,80	53937	64145491	159140	132	30607000	31345
1977	17324113263	28,30	49463	64127000	166762	145	30428000	50156
1978	22301369616	18,70	50318	78362890	174384	144	28423000	53592
1979	27278625970	28,8	51174	92598780	177337	153	26923000	55954
1980	36569000000	25,85	51608	86615425	180339	158	27407000	56820
1981	32686000000	26,36	48743	76013858	183392	164	39756000	63395
1982	44513000000	24,03	52061	92526000	183837	171	38986000	57070
1983	46905000000	16,64	52360	92922000	184283	190	40953000	64694
1984	59566000000	18,28	48354	101448200	185706	197	46990000	54415
1985	80061000000	22,45	51604	114988400	187130	204	53139000	52994
1986	121786000000	20,95	52472	127121700	203179	200	56513000	50415
1987	145453000000	24,06	53842	135121700	206968	226	55886000	61061
1988	193081000000	28,12	32702	142022100	210828	266	58320389	55587
1989	210453000000	26,12	58334	163667002	214761	277	59886919	52081
1990	236650000000	32,36	60306	185311905	218767	280	61288228	66280
1991	367927000000	26,82	62278	193233143	219624	296	64272000	76145
1992	450085000000	25,13	66221	219821000	222310	292	64044000	75745
1993	533896000000	22,6	76527	242659000	219192	293	62412000	64181
1994	771806000000	22,59	68002	237281869	247670	310	60046000	56623
1995	949943000000	19,46	65025	205283249	266363	313	60591000	64464
1996	997320000000	21,63	36344	208460825	271895	313	61377000	52665
1997	1338864000000	17,68	56137	206835143	277548	327	62607749	50377
1998	1492694000000	16,7	65978	193768592	283249	339	61787889	60162
1999	1558407000000	9,23	58752	163311116	288977	325	36258062	42885
2000	1659242000000	8,75	56452	181944702	294501	329	32225531	49977
2001	1752326000000	7,65	58589	192964233	300026	346	28193000	51469
2002	1845410000000	6,99	61033	183841361	305551	339	24995000	54660
2003	1938494000000	7,74	67186	158020000	311000	342	22968000	54444

Tabla 15. Cuadro Resumen con los datos faltantes corregidos

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

8.1. Medida de Correlación.

Un indicador preliminar de relación entre cada una de las variables escogidas para formar parte del presente análisis, es la matriz de correlación, que se construye con la base de datos dada en la tabla 15 y ayuda de la herramienta de análisis de datos contenida en el software de Microsoft Office Excel 2000, ésta matriz se muestra en la tabla número 16.

	PIB	EST. MAT	ENERGIA	POBL	PAR. AUT.	PASAJ.	IPC	CAFÉ
PIB	1							
EST	0,450207	1						
ENER	0,658738	0,62884782	1					
POBL	0,957674	0,45907813	0,79569	1				
P.AUT	0,848801	0,56016283	0,928849	0,93907	1			
PASA	0,100883	0,37625255	0,735054	0,3289	0,5656327	1		
IPC	-0,71315	-0,1529001	-0,13978	-0,59405	-0,3769499	0,3553466	1	
CAFÉ	0,112798	0,48022705	0,601086	0,30255	0,4773262	0,6872472	0,260626	1

Tabla 16. Matriz de Correlación

El criterio para definir las variables a relacionar es el siguiente:

-Las variables con menores valores positivos de correlación, valores que oscilan entre 0 y 0.15 los cuales pertenecen a la producción de café, pasajeros movilizados y Producto Interno Bruto. Datos en color rojo.

-Las variables inversamente proporcionales, dentro de los cuales se encuentran valores negativos correspondientes al Índice de Precios al Consumidor a nivel nacional y el Producto Interno Bruto del departamento. Datos en color verde.

-Los coeficientes de correlación más altos, pertenecientes a la población y el Producto Interno Bruto (PIB). Datos en color azul.

Los modelos fueron generados por análisis de regresión múltiple lineal con ayuda del programa estadístico SPSS 11.5.

8.1.1 Modelo 1: Variables con coeficientes menores:

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	3942,826	621,994		6,339	,000
	PIB	3,36416148E-09	,000	,830	18,107	,000
	CAFE	,020	,015	,084	1,331	,194
	PASAJ	5,3766E-05	,000	,357	5,699	,000

Tabla 17. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Cal.

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	899,903	601,110		1,497	,145
	PIB	2,71449925E-09	,000	,824	15,118	,000
	CAFE	,008	,015	,040	,534	,597
	PASAJ	4,6201E-05	,000	,378	5,067	,000

Tabla 18. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Teb.

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-94,698	519,294		-,182	,857
	PIB	2,50155852E-09	,000	,829	16,127	,000
	CAFE	,025	,013	,139	1,975	,058
	PASAJ	3,2944E-05	,000	,294	4,182	,000

Tabla 19. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Arm-Mont

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	1813,104	616,200		2,942	,006
	PIB	3,67277282E-09	,000	,861	19,954	,000
	CAFE	,023	,015	,092	1,551	,132
	PASAJ	4,7248E-05	,000	,298	5,055	,000

Tabla 20. Análisis de regresión múltiple primera mod. para estación Cir-Arm.

$$TPD_{Arm-Cal} = 3942.82 + 3.36416148 \times 10^{-9} PIB + 0.020Cafe + 5.3766 \times 10^{-5} Pasaj$$

$$TPD_{Arm-Teb} = 899.903 + 2.71449925 \times 10^{-9} PIB + 0.008Cafe + 4.6201 \times 10^{-5} Pasaj$$

$$TPD_{Arm-Mont} = -94.698 + 2.50155852 \times 10^{-9} PIB + 0.025Cafe + 3.2944 \times 10^{-5} Pasaj$$

$$TPD_{Cir-Arm} = 1813.104 + 3.67277282 \times 10^{-9} PIB + 0.023Cafe + 4.7248 \times 10^{-5} Pasaj$$

Donde:

$TPD_{Arm-Cal}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 245 Armenia-Calarcá.

$TPD_{Arm-Teb}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 429 Armenia-Tebaida.

$TPD_{Arm-Mont}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis Vehículo/DIA)
para la Estación 432 Armenia-Montenegro.

$TPD_{Cir-Arm}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 437 Circasia - Armenia.

PIB: Producto Interno Bruto del departamento (pesos corrientes)

Café: Producción de café del departamento (Toneladas de café verde).

Pasaj: Pasajeros transportados anualmente en vehículos de servicio público en Armenia (número de personas).

8.1.2 Modelo 2: Variables con coeficientes negativos

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	2959,601	940,794		3,146	,004
	PIB	4,83243636E-09	,000	1,192	12,379	,000
	IPC	173,641	37,648	,444	4,612	,000

Tabla 21. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Cal.

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	452,109	893,705		,506	,617
	PIB	3,68502601E-09	,000	1,119	9,937	,000
	IPC	112,268	35,764	,354	3,139	,004

Tabla 22. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Teb.

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	432,259	828,776		,522	,606
	PIB	3,28289056E-09	,000	1,088	9,547	,000
	IPC	87,157	33,165	,299	2,628	,013

Tabla 23. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Arm-Mont.

Coefficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	1400,853	945,601		1,481	,149
	PIB	4,92480879E-09	,000	1,155	12,552	,000
	IPC	145,994	37,840	,355	3,858	,001

Tabla 24. Análisis de regresión múltiple segunda mod. para estación Cir-Arm.

$$TPD_{Arm-Cal} = 2959.601 + 4.83243636 \times 10^{-9} PIB + 173.641 IPC$$

$$TPD_{Arm-Teb} = 452.109 + 3.68502601 \times 10^{-9} PIB + 112.268 IPC$$

$$TPD_{Arm-Mont} = 432.259 + 3.28289056 \times 10^{-9} PIB + 87.157 IPC$$

$$TPD_{Cir-Arm} = 1400.85 + 4.92480879 \times 10^{-9} PIB + 145.994 IPC$$

Donde:

$TPD_{Arm-Cal}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 245 Armenia-Calarcá.

$TPD_{Arm-Teb}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 429 Armenia-Tebaida.

$TPD_{Arm-Mont}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis
(Vehículo/DIA) para la Estación 432 Armenia-Montenegro.

$TPD_{Cir-Arm}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/DIA)
para la Estación 437 Circasia - Armenia.

PIB: Producto Interno Bruto del Departamento (pesos corrientes)

IPC: Índice de Precios al Consumidor a nivel Nacional (Variación en porcentaje)

8.1.3 Modelo 3: Variables con altos coeficientes:

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	-5060,836	1796,868		-2,816	,009
	POB	,069	,010	1,311	6,844	,000
	PIB	-1,541169769E-09	,000	-,380	-1,985	,056

Tabla 25. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Cal.

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	-7686,893	1351,142		-5,689	,000
	POB	,061	,008	1,433	8,082	,000
	PIB	-1,664802932E-09	,000	-,506	-2,851	,008

Tabla 26. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Teb.

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados Beta	t	Sig.
		B	Error típ.			
3	(Constante)	-7513,812	1099,822		-6,832	,000
	POB	,057	,006	1,449	9,196	,000
	PIB	-1,547590758E-09	,000	-,513	-3,256	,003

Tabla 27. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Arm-Mont.

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados Beta	t	Sig.
		B	Error típ.			
3	(Constante)	-5940,881	1823,023		-3,259	,003
	POB	,061	,010	1,109	6,001	,000
	PIB	-6,829739937E-10	,000	-,160	-,867	,393

Tabla 28. Análisis de regresión múltiple tercera mod. para estación Cir-Arm.

$$TPD_{Arm-Cal} = -5060.83 + 0.069POB - 1.541169769 \times 10^{-9} PIB$$

$$TPD_{Arm-Teb} = -7686.893 + 0.061POB - 1.664802932 \times 10^{-9} PIB$$

$$TPD_{Arm-Mont} = -7513.812 + 0.057POB - 1.547590758 \times 10^{-9} PIB$$

$$TPD_{Cir-Arm} = -5940.881 + 0.061POB - 6.829739937 \times 10^{-10} PIB$$

Donde:

$TPD_{Arm-Cal}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 245 Armenia-Calarcá.

$TPD_{Arm-Teb}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 429 Armenia-Tebaida.

$TPD_{Arm-Mont}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 432 Armenia-Montenegro.

$TPD_{Cir-Arm}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 437 Circasia - Armenia.

PIB: Producto Interno Bruto del departamento (pesos corrientes).

POB: Población de Armenia (Nº de habitantes).

8.2 Medida de Correlación Parcial

Utilizando la herramienta de calculo SPSS 11.3 se realiza la matriz de correlación parcial, etiquetando las variables de las intersecciones Arm-Cal, Arm-Teb, Arm-Mont y Circ-Arm; los cuales nos permite visualizar otro posible modelo debido a la notable variación que presenta con la matriz de correlación presentada en la tabla 15. En la tabla 32 se presenta la matriz de correlación parcial para las variables antes mencionadas:

	PIB	ESTUD	ENERGIA	POB	PARQUE	PASAJ.	IPC	CAFÉ
PIB	1							
ESTUD	-0,0727	1						
ENERGIA	-0,5718	0,415	1					
POB	0,8344	-0,228	-0,3719	1				
PARQUE	-0,2631	0,2436	0,7451	-0,1057	1			
PASAJ	-0,8653	0,1849	0,7157	-0,6468	0,5124	1		
IPC	-0,804	0,1268	0,5846	-0,6894	0,3831	0,7377	1	
CAFÉ	-0,6362	0,4124	0,5409	-0,4525	0,4766	0,6212	0,5890	1

Tabla 29. Matriz de correlación parcial

El criterio para definir las variables a relacionar es el siguiente:

-Los coeficientes con mayor aproximación a la unidad, es decir la numeración más alta, en este caso 0.8344 y 0.8653 en valor absoluto, corresponden a la correlación de las variables PIB población y PIB pasajeros.

8.2.1 Modelo 4: Variables con coeficientes altos

Coeficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
4	(Constante)	1198,364	2128,567		,563	,578
	PIB	1,72348569E-09	,000	,425	1,682	,103
	PASAJ	4,6906E-05	,000	,312	4,044	,000
	POB	,023	,014	,437	1,642	,111

Tabla 30. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Cal.

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.			
4	(Constante)	-4404,726	1817,697		-2,423	,022
	PIB	4,7100227368E-11	,000	,014	,054	,957
	PASAJ	2,4597E-05	,000	,201	2,483	,019
	POB	,037	,012	,869	3,104	,004

Tabla 31. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Teb.

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.			
4	(Constante)	-5369,032	1534,514		-3,499	,002
	PIB	-4,2892259564E-10	,000	-,142	-,580	,566
	PASAJ	1,6073E-05	,000	,143	1,922	,064
	POB	,041	,010	1,046	4,056	,000

Tabla 32. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Arm-Mont.

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.			
4	(Constante)	285,202	2183,018		,131	,897
	PIB	2,56440761E-09	,000	,601	2,440	,021
	PASAJ	4,6658E-05	,000	,295	3,923	,000
	POB	,016	,014	,283	1,088	,285

Tabla 33. Análisis de regresión múltiple cuarta mod. para estación Cir-Arm.

$$TPD_{Arm-Cal} = 1198.364 + 1.7234869 \times 10^{-9} PIB + 4.6906 \times 10^{-5} PASAJ + 0.023 POB$$

$$TPD_{Arm-Teb} = -4404.726 + 4.7100227368 \times 10^{-11} PIB + 2.4597 \times 10^{-5} PASAJ + 0.037 POB$$

$$TPD_{Arm-Mont} = -5369.032 - 4.2892259534 \times 10^{-10} PIB + 1.6073 \times 10^{-5} PASAJ + 0.041 POB$$

$$TPD_{Cir-Arm} = 285.202 + 2.56440761 \times 10^{-9} PIB + 4.6658 \times 10^{-5} PASAJ + 0.016 POB$$

Donde:

$TPD_{Arm-Cal}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 245 Armenia-Calarcá.

$TPD_{Arm-Teb}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 429 Armenia- Tebaida.

$TPD_{Arm-Mont}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis
(Vehículo/día) para la Estación 432 Armenia-Montenegro.

$TPD_{Cir-Arm}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 437 Circasia - Armenia.

PIB: Producto Interno Bruto del Departamento (pesos corrientes).

POB: Población de Armenia (Nº de habitantes).

PASAJ: Pasajeros Movilizados anualmente en Servicio Público en Armenia (Nº personas)

8.3 Análisis de Componentes Principales:

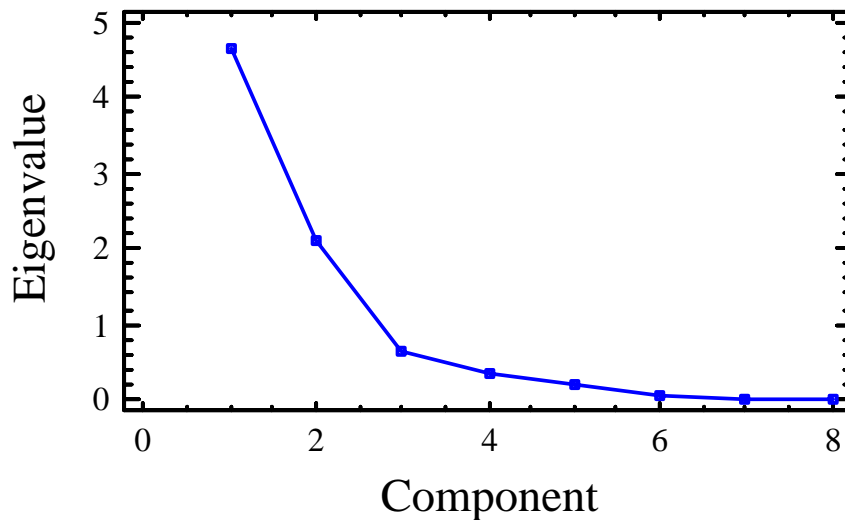
El objetivo de realizar análisis de componentes principales es representar un número de variables en dos o más variables con carácter adimensional e independientes entre ellas, para lo cual se utiliza un paquete estadístico (Statgraphics). A continuación se muestran los resultados arrojados por el programa de este proceso:

Componente	Valor	Porcentaje	Porcentaje
	Propio		Acumulado
1	4,6577	58,22	58,22
2	2,1133	26,42	84,64
3	0,6200	7,75	92,39
4	0,3435	4,29	96,68
5	0,1812	2,27	98,95
6	0,0549	0,69	99,63
7	0,0183	0,23	99,86
8	0,0110	0,14	100,00

Tabla 34. Porcentaje de variación explicada para cada componente.

La influencia de los componentes uno y dos (84,638%), permiten escogerlas como variables de análisis sin embargo se hace el análisis de regresión con las 8 componentes para determinar cuales son las de mayor independencia.

Scree Plot



Gráfica 14. Influencia de cada componente

Se observa en el gráfico la influencia que tiene en la varianza en cada una de las componentes y como disminuye de acuerdo a su importancia.

	comp. 1	comp. 2	comp. 3	comp. 4	comp. 5	comp. 6	comp. 7	comp. 8
Consumo de Energía	0.437042	0.152972	0.11943	-0.218322	-0.0231822	0.781267	0.335427	-0.015444
Estudiantes Matriculados.	0.314879	0.113207	-0.879227	-0.298177	0.0355686	-0.131052	-0.0314673	0.0815789
IPC	-0.175897	0.584808	0.118102	-0.321217	-0.695622	-0.156103	0.0282347	0.0295947
Parque TPCU	0.453298	-0.0345911	0.188299	-0.0700925	-0.132273	0.063858	-0.849807	-0.0959587
Pasajeros Movilizados	0.27261	0.485477	0.314876	-0.248103	0.595918	-0.393739	0.103867	-0.0914135
PIB	0.387284	-0.356209	0.0694373	-0.0307373	-0.310451	-0.33115	0.333844	-0.632351
Población	0.426996	-0.224947	0.197307	0.0696695	-0.19245	-0.281606	0.198624	0.753325
Producción de Café	0.258448	0.455425	-0.142802	0.829445	-0.090974	-0.00292132	0.0428542	-0.0854391

Tabla 35. Coeficientes para cada componente

La tabla 35 facilita los coeficientes que expresan cada componente estandarizado en términos de las variables originales centradas. Por ejemplo, para la primera

componente la expresión sería: $0.437042 * \text{Consumo Energía} + 0.314879 * \text{Estudiantes} - 0.175897 * \text{IPC} + 0.453298 * \text{Parque} + 0.27261 * \text{Pasajeros} + 0.387284 * \text{PIB} + 0.426996 * \text{Población} + 0.258448 * \text{Producción Café}$.

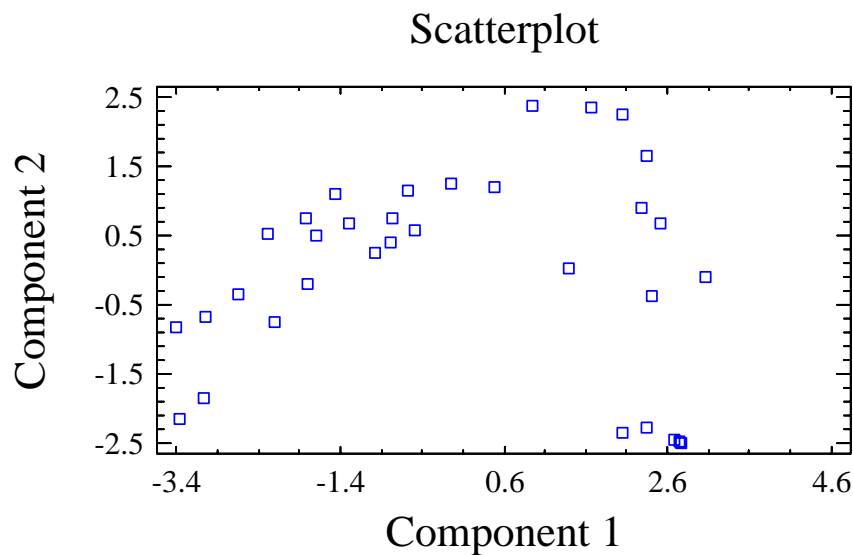
Con los pesos obtenidos en la tabla numero 35, se obtienen las nuevas variables adimensionales (Tabla 36), extrayendo solo las componentes que tienen más efecto en la conformación del modelo. Con estas se realiza el quinto modelo de regresión lineal múltiple para las cuatro estaciones analizadas.

Fila	Componente1	Componente 2
1	-3,36344	-2,15478
2	-3,07476	-1,85777
3	-3,05249	-0,678932
4	-3,39997	-0,813008
5	-2,20032	-0,747816
6	-2,64583	-0,35917
7	-2,27965	0,527194
8	-1,79853	-0,195838
9	-1,823	0,744822
10	-1,68881	0,512496
11	-1,46813	1,0895
12	-1,29877	0,677015
13	-0,779688	0,406979
14	-0,980198	0,247585
15	-0,766637	0,761066
16	-0,489013	0,566594
17	-0,0425728	1,24527
18	-0,583651	1,14627
19	0,481469	1,18976
20	0,950559	2,38288
21	1,65929	2,35549
22	2,04768	2,24253
23	2,3342	1,64856
24	2,28721	0,898802

Fila	Componente1	Componente 2
25	2,52318	0,675908
26	1,38459	0,0257435
27	2,40243	-0,366879
28	3,07393	-0,104682
29	2,04332	-2,35583
30	2,34193	-2,27899
31	2,68283	-2,45309
32	2,74816	-2,48056
33	2,77466	-2,49713

Tabla 36. Resultado del análisis de componentes principales.

Con estas variables se realiza una quinta modelación y sus resultados se muestran a continuación. Cabe aclarar que se tiene en cuenta eliminar aquellas componentes cuyo valor de significancia es superior a 0.05.



Gráfica 15. Dispersión de los componentes

8.3.1 Modelo 5: Generado por análisis de regresión múltiple

Parameter	Standard		T Statistic	P-Value
	Estimate	Error		
CONSTANT	-5290,93	1011,95	-5,22847	0,0000
IPC_NAL	94,5708	22,6816	4,16949	0,0002
POBLACION	0,0571636	0,00304078	18,799	0,0000

Tabla 37. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Cal.

Parameter	Standard		T Statistic	P-Value
	Estimate	Error		
CONSTANT	-1758,59	272,111	-6,46255	0,0000
CONSUMO	-0,00001089880	0,00000344963	-3,15941	0,0036
PARQUE	33,661	2,67869	12,5662	0,0000

Tabla 38. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Teb.

Parameter	Standard		T Statistic	P-Value
	Estimate	Error		
CONSTANT	-3047	457,327	-6,66262	0,0000
PARQUE	12,2345	2,99231	4,08866	0,0003
POBLACION	0,0189297	0,00479816	3,94521	0,0004

Tabla 39. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Arm-Mont.

Parameter	Standard		T Statistic	P-Value
	Estimate	Error		
CONSTANT	-3553,08	618,234	-5,74715	0,0000
CONSUMO	0,00001144490	0,00000333618	3,43054	0,0018
POBLACION	0,04134	0,00415402	9,95181	0,0000

Tabla 40. Análisis de regresión múltiple quinta mod. para estación Cir-Arm.

$$TPD_{Arm-Cal} = -5290.93 + 94.5708IPC + 0.0571636POB$$

$$TPD_{Arm-Teb} = -1758.53 - 1.089 \times 10^{-5} Consumo + 33.661Parque$$

$$TPD_{Arm-Mont} = -3047 + 12.2345Parque + 0.0189297POB$$

$$TPD_{Cir-Arm} = -3553.08 + 0.0000114449Consumo + 0.04134POB$$

Donde:

$TPD_{Arm-Cal}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 245 Armenia-Calarcá.

$TPD_{Arm-Teb}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 429 Armenia-Tebaida.

$TPD_{Arm-Mont}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 432 Armenia-Montenegro.

$TPD_{Cir-Arm}$: Tránsito Promedio Diario para los años de análisis (Vehículo/día)
para la Estación 437 Circasia - Armenia.

POB: Población en numero de Habitantes de Armenia

Consumo: Consumo de Energía Eléctrica en KWh anual, en la Ciudad de Armenia

Parque: Parque Público Automotor TPCU en la Ciudad de Armen, en numero de vehículos.

IPC: Índice de Precios al consumidor Nacional, en porcentaje.

8.4 Elección y Aplicación del mejor modelo

Se toma como criterio de selección el coeficiente de determinación (R^2) mayor al 80%, el cuál indica que la variable Y_i es explicada en un 80% o más por la variable X_i ; además el mejor modelo se selecciona bajo el método de “forward” para determinar el modelo ideal con el menor número de variables posibles (principio de Parsimonia).

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Estación 245 Arm-Cal	0.939	0.863	0.909	0.922	0.9344
Estación 429 Arm-Teb	0.909	0.813	0.922	0.936	0.958
Estación 432 Arm-Mont	0.930	0.809	0.938	0.945	0.946
Estación 437 Cir-Arm	0.949	0.875	0.915	0.945	0.937

Tabla 41. Coeficientes de Determinación (R^2).

Como las series históricas de las cuatro estaciones de conteo no presentan una variación similar, no es posible el unificarlas en un solo modelo, se aplica para cada sector un modelo específico.

En la tabla 41 se puede observar que el modelo 5 presenta el mayor coeficiente para las estaciones 245 (Arm-Cal), 429 (Arm-Teb) y 432 (Arm-Mont) y el modelo 1 para la estación 437 (Cir-Arm). En las tablas que a continuación se presentan se pueden observar los valores obtenidos con cada uno de los modelos para cada estación; valores con los cuales se puede determinar el error típico y corroborar la información mostrada en la tabla 41.

AÑO	conteo estacion 245	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
1971	4449	4635	5381	7072	1683	6078
1972	4363	4658	5381	6019	1845	5205
1973	4975	4750	7049	4965	1867	5240
1974	6241	4598	7500	5065	1888	5569
1975	5432	4737	6042	5714	2489	5312
1976	6003	4611	7499	5901	2655	6246
1977	6671	5004	7957	6419	2655	6918
1978	7444	5090	6314	6937	2570	6446
1979	6801	5154	8092	7133	2508	7570
1980	7911	5202	7625	7326	2547	7463
1981	7656	5321	7695	7543	3119	7685
1982	6970	5234	7347	7555	3104	7490
1983	7433	5394	6076	7582	3200	6817
1984	7838	5232	6422	7661	3505	7053
1985	9074	5272	7245	7728	3829	7529
1986	8354	5361	7186	8771	4059	8305
1987	8538	5653	7840	8996	4070	8815
1988	10278	5704	8775	9189	4267	9420
1989	9086	5692	8512	9433	4370	9456
1990	9268	6065	9722	9669	4481	10275
1991	9289	6703	9395	9526	4847	9800
1992	9395	6972	9498	9585	4978	9794
1993	10325	7023	9464	9241	5046	9376
1994	11029	7672	10612	10839	5345	11003
1995	11979	8428	10929	11854	5678	11776
1996	12077	8351	11535	12163	5796	12297
1997	12502	9455	12500	12027	6443	12247
1998	12896	10168	13073	12183	6669	12480
1999	12305	10043	12093	12477	5585	12101
2000	11348	10524	12497	12703	5570	12371
2001	12358	10867	12756	12940	5541	12583
2002	12434	10931	12641	13322	5391	12837
2003	14053	10927	12772	13698	5296	13219

Tabla 42. Aplicación de modelos a Estación Armenia Calarcá

AÑO	conteo estacion 429	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
1971	1546	1654	2019	3039	2356	1657
1972	1525	1822	2019	2108	1875	2086
1973	1805	1880	3097	1176	1322	2179
1974	2328	1841	3389	1265	1387	2077
1975	1918	2489	2446	1838	2050	2171
1976	2057	2598	3394	2000	2237	1979
1977	2120	2754	3693	2457	2515	2417
1978	2143	2702	2634	2913	2748	2228
1979	2484	2665	3786	3085	2820	2375
1980	2808	2720	3489	3253	2944	2609
1981	2533	3333	3532	3446	3360	2926
1982	3251	3278	3314	3453	3358	2981
1983	3258	3437	2493	3476	3423	3615
1984	4048	3668	2724	3542	3625	3758
1985	4545	3996	3268	3595	3830	3846
1986	4783	4245	3253	4504	4509	3579
1987	5149	4365	3689	4696	4634	4366
1988	5068	4563	4321	4852	4839	5635
1989	6243	4655	4160	5063	5024	5769
1990	6009	4904	4957	5264	5208	5634
1991	5244	5477	4819	5098	5319	6086
1992	5139	5687	4932	5125	5417	5662
1993	5404	5746	4957	4795	5265	5447
1994	5819	6222	5832	6136	6272	5641
1995	6962	6794	6137	6980	6986	6526
1996	6196	6864	6556	7238	7212	6491
1997	6580	7830	7371	7015	7467	6980
1998	7151	8288	7828	7106	7665	7525
1999	7382	7148	7231	7346	7253	7386
2000	7500	7293	7549	7515	7363	7318
2001	8282	7371	7768	7697	7472	7769
2002	7685	7249	7694	8034	7598	7633
2003	8192	7153	7778	8367	7750	8015

Tabla 43. Aplicación de modelos a Estación Armenia Tebaida

AÑO	conteo estacion 432	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
1971	900	-93497	1649	92735	2007	1677
1972	753	-93355	1649	84031	1436	1547
1973	1036	-93225	2486	75328	817	1295
1974	979	-93400	2713	76158	884	1347
1975	1291	-92804	1981	81517	1476	1574
1976	1260	-92875	2721	83177	1642	1580
1977	1617	-92398	2956	87514	1950	1884
1978	2317	-92366	2135	91851	2228	2016
1979	2293	-92344	3032	93526	2323	2182
1980	2824	-92283	2805	95223	2450	2300
1981	2500	-91722	2837	96969	2775	2431
1982	3391	-91876	2673	97204	2776	2525
1983	3429	-91614	2037	97455	2825	2766
1984	3495	-91641	2221	98246	2975	2879
1985	3549	-91422	2652	99026	3123	2991
1986	3744	-91271	2658	108110	3817	3246
1987	3728	-90967	3007	110233	3953	3636
1988	3975	-90904	3517	112359	4129	4198
1989	4670	-90897	3400	114574	4308	4407
1990	4615	-90430	4030	116817	4484	4520
1991	4451	-89757	3978	117102	4511	4732
1992	4797	-89569	4100	118506	4582	4734
1993	4411	-89702	4155	116599	4392	4687
1994	5061	-89374	4935	132464	5420	5434
1995	5356	-88714	5247	142843	6118	5825
1996	5780	-88865	5592	145923	6337	5929
1997	6350	-88027	6369	148617	6442	6208
1998	5543	-87424	6788	151628	6597	6462
1999	7219	-88533	6353	154791	6393	6399
2000	7020	-88236	6642	157784	6512	6553
2001	6913	-88099	6852	160789	6634	6866
2002	6910	-88125	6794	163938	6809	6884
2003	6561	-88197	6860	167044	7000	7024

Tabla 44. Aplicación de modelos a Estación Armenia Montenegro

AÑO	conteo estacion 437	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
1971	2625	3094	3438	4787	3583	4155
1972	2572	3283	3438	3855	3499	3532
1973	3344	3411	4840	2924	3277	2909
1974	3730	3258	5220	3013	3322	3147
1975	3190	4024	3994	3586	4070	3578
1976	3749	4025	5228	3758	4291	3760
1977	3680	4468	5618	4220	4418	4075
1978	5244	4471	4241	4681	4459	4553
1979	4716	4472	5740	4858	4449	4838
1980	5806	4549	5355	5035	4543	4893
1981	5441	5270	5410	5224	5158	4898
1982	5382	5131	5128	5243	5160	5106
1983	5580	5408	4061	5268	5265	5129
1984	5559	5504	4363	5347	5602	5285
1985	5873	5837	5073	5419	5964	5499
1986	6055	6090	5059	6370	6485	6301
1987	6363	6392	5630	6585	6577	6549
1988	6948	6556	6457	6788	6875	6788
1989	6793	6613	6251	7016	7055	7198
1990	6976	7102	7291	7242	7252	7612
1991	7259	7952	7128	7205	7742	7738
1992	8182	8234	7286	7313	7985	8153
1993	8829	8199	7330	7065	8073	8286
1994	9190	8787	8500	8640	9029	9859
1995	8126	9647	8920	9658	9810	9808
1996	10389	9587	9470	9964	10057	10073
1997	10811	10847	10576	10075	11081	10288
1998	11067	11599	11190	10318	11528	10374
1999	10688	10236	10423	10622	10597	10262
2000	12295	10579	10850	10890	10756	10704
2001	10231	10765	11148	11164	10895	11058
2002	10063	10687	11051	11501	10834	11182
2003	11488	10586	11161	11833	10827	11112

Tabla 45. Aplicación de modelos a Estación Circasia Armenia

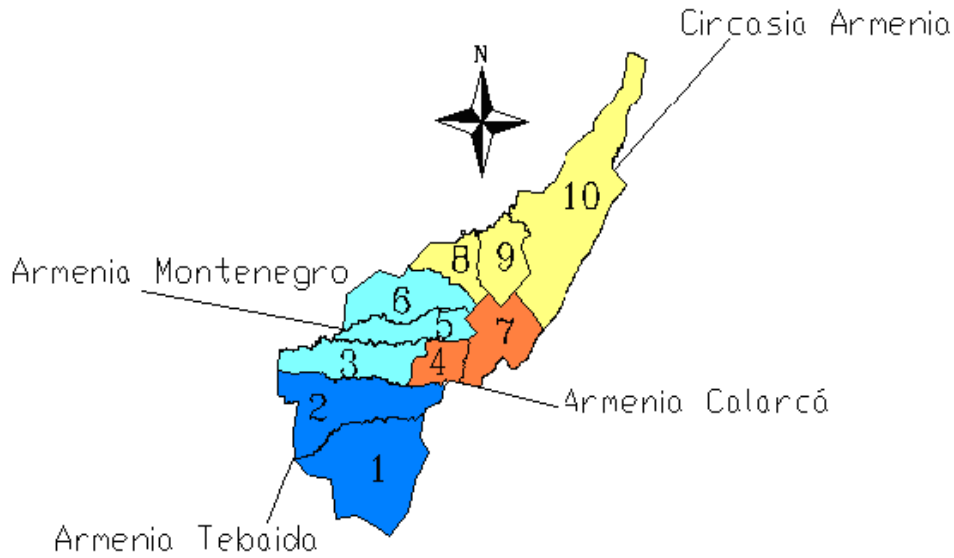
	Estación 245	Estación 429	Estación 432	Estación 437
	Armenia - Calarcá	Armenia - Tebaida	Armenia - Montenegro	Circasia - Armenia
Modelo 1	1162,533393	668,9354694	558,9448469	664,3449146
Modelo 2	1023,088221	955,2458717	871,9505668	987,0877417
Modelo 3	820,9924152	621,4838015	577,6345163	840,8837013
Modelo 4	868,1591423	562,8007264	476,2695264	678,091094
Modelo 5	697,2415607	451,6458732	470,0995609	725,8750946

Tabla 46. Error típico para cada modelo en las cuatro estaciones

En la tabla 46 se observa el error típico calculado con ayuda del programa computacional EXCEL 2000 para los cinco modelos presentados en cada una de las estaciones de estudio. En base a este valor se pueden confirmar y definir que:

Las estaciones ubicadas en el sector Armenia Calarca, Armenia Tebaida y Armenia Montenegro, obtienen una mejor representación de la serie histórica con el modelo Número 5. Para la estación ubicada en el sector Circasia Armenia el modelo que mejor representa la serie histórica es el número 1.

La gráfica 16 contiene el plano en planta de la ciudad de Armenia, en el cual se pueden observar las comunas afectadas por los sectores de las estaciones, cada una representada por un modelo contenido de diferentes variables. Así el modelo que permite obtener el volumen de tránsito presente en el sector oriental que de Armenia conduce a Calarcá, esta sujeto a las variables económicas del IPC nacional y la población de la ciudad de Armenia, representando las comunas 4 y 7 de la ciudad por ser las más adyacentes y por consiguiente las que mejor pueden presentar un comportamiento similar al volumen de la estación estudiada.



	Comunas representadas con Modelo Armenia Calarcá
	Comunas representadas con Modelo Armenia Tebaida
	Comunas representadas con Modelo Arm. Montenegro
	Comunas representadas con Modelo Circasia Armenia

Gráfica 16. Plano de la Ciudad de Armenia y posible afectación de los modelos

El volumen en el sector sur occidente que de Armenia conduce a Tebaida, se encuentra en función de dos variables como son el consumo de energía eléctrica y el parque automotor público; representando las comunas 1 y 2.

El volumen de tránsito del sector norte que de Armenia conduce a Montenegro se identifica mejor con variables como el parque automotor y la población presentando a las comunas 8, 9 y 10.

Las comunas 3, 5 y 6 de la ciudad de Armenia, se encuentran representadas por el modelo determinado con las variables PIB del departamento, producción de café y pasajeros movilizadas; información que permite evaluar el tráfico para el sector norte que de Circasia conduce a la ciudad e Armenia.

9. CONCLUSIONES

Durante la elaboración de la presente investigación para la formulación y evaluación de posibles modelos de crecimiento, el principal inconveniente fue la obtención de la información de las variables medibles, variables en su mayoría de origen económico o de desarrollo de la región. En el departamento y en la ciudad existen registros de información tal como la comunidad estudiantil matriculada, los consumo de servicios públicos, pasajeros movilizados en servicios públicos y parque automotor público siendo los dos primeros recolectados por la Oficina de Planeación Departamental y los dos últimos por la oficina seccional del DANE en la ciudad de Armenia. Sin embargo para valores del PIB y la producción de café solo fue posible de obtener a nivel departamental porque las entidades recolectoras no lo discriminan por ciudades capitales o municipios, similar a la información del IPC la cuál se trabajo con la referencia nacional por no tenerse registros más concisos de la región.

Otro inconveniente que se presentó en la obtención de la información, fue la falta de organización y control que se presenta en las entidades públicas, las cuales en su mayoría son las que registran y almacenan la información, puesto que las investigaciones económicas son de vital importancia para la ciudad y el departamento, debería contarse con la totalidad de la información, en bases de datos o bibliotecas establecidas y con personal a cargo idóneo en capacidad para argumentar inquietudes o solicitudes.

Para realizar la modelación se tomaron como referencia datos sobre conteos de volúmenes de estaciones ubicadas fuera del perímetro urbano de la ciudad de Armenia, puesto que no hay entidad municipal o departamental que registre esta información; se trabajó con la información obtenida por el INVIAS en las vías de jurisdicción nacional las cuales se encuentran muy cercanas al perímetro urbano de la ciudad, entre los 5 y 10 Km.

Con la ayuda de herramientas estadísticas fue posible relacionar las ocho variables consideradas como influyentes o de comportamiento conexas, con cada una de las cuatro intersecciones estudiadas. Utilizando el programa computacional SPSS versión 11.3 y Statgraphics se obtuvieron veinte modelos referenciados con base a correlaciones, correlaciones parciales y componentes principales, que demuestran que no es posible desarrollar un solo modelo para la ciudad de Armenia; se requiere que cada zona o sector cuente con una ecuación diferente, con variables diferentes.

El modelo del sector del norte para las comunas 8, 9 y 10 incluye variables como la producción de café, el número de pasajeros transportados y el PIB; el sector del sur para las comunas 1 y 2 incluye el parque automotor y el consumo de energía eléctrica. Para el sector oriental para las comunas 4 y 7 se requieren las variables IPC y población, mientras para el sector occidental la población y el parque automotor definen el tránsito para las comunas 3, 5 y 6.

10. RECOMENDACIONES

A las entidades gubernamentales como gobernaciones, alcaldías, universidades y demás entes no solo de carácter público, les corresponde interconectarse para unir esfuerzos, conocimientos, información, recursos y herramientas para mejorar las condiciones de las ciudades y del País. Dentro de los proyectos viales tan necesarios en nuestras regiones de constante crecimiento y desarrollo, el conocer e identificar los modelos reales de crecimiento del tránsito permite optimizar acciones y dejar de suponer valores que pueden subdiseñar o sobre diseñar obras de las cuales el país no esta en condiciones de asumir.

Seria importante continuar en futuras investigaciones aplicando otras variables distintas a las aquí mencionadas y otras ecuaciones con distintas modelaciones conocidas en la ciencia de la estadística, tan poco utilizada y explotada por el Ingeniero Civil.

Se recomienda a otros Ingenieros Civiles Especialistas en Vías y Transporte, explorar otras alternativas para el diseño diferente a los estudios de origen y destino o la aplicación de evaluaciones a la totalidad de las vías del país, no solo las de jurisdicción nacional, para solucionar ciertas falencias existentes en la concepción de predicción de los tránsitos futuros.

11. BIBLIOGRAFÍA.

- ☞ Boletín de Estadísticas DANE. 1970 a 2004.
- ☞ CAL Y MAYOR, Carl y CARDENAS James, 2000. Ingeniería de Tránsito (Fundamentos y aplicaciones), 7ª Edición, Editorial Alfaomega.
- ☞ Comité de Cafeteros del Quindío.
- ☞ DANE y Departamento de Planeación, Anuario Estadístico 1979 de Caldas, Quindío y Risaralda.
- ☞ DANE y Departamento de Planeación, Anuario Estadístico 1980 – 1981 de Caldas, Quindío y Risaralda.
- ☞ DANE y Departamento de Planeación, Anuario Estadístico 1982 y 1983 de Caldas, Quindío y Risaralda.
- ☞ DANE y Banco de la República, Informe de Coyuntura Económica Regional Quindío. Departamento del Quindío. Segundo Semestre de 2004.
- ☞ DANE, Quindío Estadístico 1984 - 1987. Planeación Departamental Capítulos 13 al 15. Armenia Mayo de 1988.
- ☞ DANE. Colombia Estadística Tomo I 1998 – 2000.

- ❧ Departamento Administrativo de Planeación, Carta Estadística 2002. Observatorio Económico y Social. Octubre de 2003.
- ❧ DOUGLAS C. M., RUNGER George C. 1990. Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería, 1° Edición, Editorial Mc. Graw Hill, ISBN 0-471-54041-2.
- ❧ Indicador Económico Regional 1994. Cámaras de Comercio del Eje Cafetero.
- ❧ Indicadores Económicos 1976. Cámaras de Comercio de Manizales, Armenia y Pereira.
- ❧ Indicadores Económicos 1981. Cámaras de Comercio de Manizales, Armenia y Pereira.
- ❧ Indicadores Económicos 1983. Cámaras de Comercio de Manizales, Pereira y Armenia.
- ❧ INVIAS, Cartilla de volúmenes vehiculares, 1980, 1990, 2002.
- ❧ Gobernación del Quindío, Anuario Estadístico del Quindío 1971. Oficina de Planeación Estadística.
- ❧ Gobernación del Quindío, Quindío Estadístico 1990 – 1991. Armenia Mayo de 1993.

- ❧ Gobernación del Quindío, Quindío Estadístico 1992 – 1993. Capítulo II. Armenia Mayo de 1994.
- ❧ Gobernación del Quindío, Quindío Estadístico 1996 – 1998. Armenia Mayo de 1999.
- ❧ MENDENHALL William, SINCICH Terry, Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, 4° Edición, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- ❧ Secretaria de Planeación Departamental, Carta Estadística 1995-1996. Dirección de Estadísticas y Sistemas de Información.
- ❧ Secretaria de Tránsito y Transporte de Armenia. SETTA.