



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Recomendaciones para el desarrollo de los estudios de demanda en las  
concesiones viales en Colombia**

**MAGDA FABIOLA ROJAS RAMÍREZ**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola

Sección Académica de Vías y Transporte

Bogotá, Colombia

2013



**Recomendaciones para el desarrollo de los estudios de demanda en las  
concesiones viales en Colombia**

**Magda Fabiola Rojas Ramírez**

Trabajo final de Maestría como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ingeniería - Transporte**

Directora:  
Ing. Msc. Sonia Cecilia Mangones Matos

Línea de Investigación:  
Transporte

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola  
Sección académica de Vías y Transporte  
Bogotá, Colombia

2013

Nota de aceptación:

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

*A Dios... su voluntad es perfecta en mi vida.*

*ATi hijo mío! pedacito de mi ser, fuente de energía soporte de mi vida con todo el amor del mundo te dedico este trabajo.*



---

## **AGRADECIMIENTOS:**

A la Universidad Nacional de Colombia, Alma Máter a la cual le debo toda mi formación profesional.

A la Ingeniera Msc Sonia Cecilia Mangones Matos, porque más allá de ser la docente de la Universidad Nacional directora de este trabajo, es una amiga incondicional.

A la Doctora Ana Luisa Flechas Camacho, con sus enseñanzas y exigencias transformó mi forma de ser y de actuar.

Al Ingeniero Msc William Castro García, quien es responsable de haberme encaminado en el hermoso tema del Tránsito y Transporte.

A Ana María, Pedro y Mauricio por su apoyo incondicional.





## CONTENIDO

<b>1. ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>11</b>
4.1 ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO .....	11
4.1.1 Tema de búsqueda.....	11
4.1.2 Selección de las fuentes de información .....	15
4.1.3 Construcción y ejecución de la consulta.....	16
4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.....	19
4.3 PRINCIPALES HALLAZGOS.....	42
4.4 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES.....	43
4.4.1 Minnesota .....	43
4.4.2 Noruega.....	46
4.4.3 Estados Unidos .....	47
4.4.4 México .....	49
4.4.5 Otros estudios .....	50
4.4.6 Encuestas Origen Destino Nacionales .....	51
<b>5. CASO COLOMBIA .....</b>	<b>52</b>
5.1 CONTEXTO Y EVOLUCIÓN DE LAS CONCESIONES VIALES EN COLOMBIA.....	52
5.1.1 Primera, segunda y tercera generación de concesiones.....	54
5.1.2 Asociaciones público privadas (APP) .....	61
5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LOS ESTUDIOS DE DEMANDA EN CONCESIONES VIALES.....	64
5.2.1 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para el Mejoramiento de Carreteras .....	66
5.2.2 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para la Rehabilitación de Carreteras .....	67
5.2.3 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para la Carreteras Fase I (PREFACTIBILIDAD) .....	67
5.2.4 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para las Carreteras Fase II Y Fase III.....	69
5.3 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y SU APLICACIÓN EN EL SECTOR TRANSPORTE .....	71
5.3.1 Sistemas Inteligentes de Transporte .....	74
5.3.2 Aplicaciones ITS en Colombia.....	76
5.3.3 Implicaciones de los ITS en la Demanda .....	78

5.3.4 Organismo rector de ITS en Colombia .....	79
<b>6. INNOVACIONES METODOLÓGICAS .....</b>	<b>86</b>
6.1 MODELOS DE PREDICCIÓN DEL TRÁFICO.....	86
6.2 MODELOS BASADOS EN ACTIVIDADES.....	87
6.3 DETERMINACIÓN DE MATRIZ ORIGEN - DESTINO DE VIAJES .....	88
6.4 USO DEL SUELO.....	90
6.5 REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES.....	90
6.6 INCERTIDUMBRE.....	92
<b>7. ANÁLISIS DEL CONTEXTO COLOMBIANO .....</b>	<b>94</b>
7.1 NIVEL NACIONAL.....	96
7.1.1 Conflicto .....	98
7.1.2 Cultura.....	105
7.1.3 Variables socio económicas .....	106
7.1.3.1 PIB Total.....	106
7.1.3.2 POBLACIÓN:.....	108
7.2 NIVEL REGIONAL.....	110
7.2.1 Cesar.....	110
7.2.2 Antioquia .....	117
7.2.3 Norte de Santander .....	125
7.2.4 Nariño.....	132
7.3 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL CONTEXTO COLOMBIANO ....	140
<b>8. RECOMENDACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>143</b>
8.1 RECOMENDACIONES GENERALES.....	143
8.2 RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO	147
8.3 RECOMENDACIONES EN LA CUANTIFICACIÓN DE LA	
INCERTIDUMBRE.....	150
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>152</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>156</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1 Distribución cronológica de las publicaciones pertinentes .....	35
Gráfico 4-2 Distribución de publicaciones por país .....	37
Gráfico 4-3 Publicaciones por revista o institución.....	39
Gráfico 4-4 Publicaciones por tema .....	41
Gráfico 7-1: Relación TPD y secuestros (simple y extorsivo) a Nivel Nacional ...	100
Gráfico 7-2: Variación anual del TPD y secuestros a Nivel Nacional.....	101
Gráfico 7-3: Secuestros en retén ilegal por Departamento .....	104
Gráfico 7-4: Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes a Nivel Nacional en millones.....	105
Gráfico 7-5: Variación anual del TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes a Nivel Nacional.....	106
Gráfico 7-6: Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994 a Nivel Nacional .....	107
Gráfico 7-7: Variación anual del TPD y PIB a Nivel Nacional .....	108
Gráfico 7-8: Relación TPD y Población a Nivel Nacional.....	109
Gráfico 7-9: Variación anual del TPD y Población a Nivel Nacional .....	109
Gráfico 7-10: Cesar - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales .....	113
Gráfico 7-11: Variación anual del TPD y número de secuestros para el departamento de Cesar .....	114
Gráfico 7-12: Cesar - Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes.....	115
Gráfico 7-13: Variación anual del TPD y PIB en hotelería y turismo para el departamento de Cesar .....	115
Gráfico 7-14: Cesar -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994 .....	116
Gráfico 7-15: Variación anual del TPD y PIB total departamento del Cesar .....	117
Gráfico 7-16: Antioquia - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales .....	120
Gráfico 7-17: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Antioquia.....	121

Gráfico 7-18: Antioquia- Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes ...	122
Gráfico 7-19: Variación anual del TPD y PIB Hotelería y restaurantes departamento de Antioquia.....	123
Gráfico 7-20: Antioquia-Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994...	124
Gráfico 7-21: Variación anual del TPD y PIB departamento de Antioquia .....	124
Gráfico 7-22: Norte de Santander - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales .....	127
Gráfico 7-23: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Norte de Santander .....	127
Gráfico 7-24: Norte de Santander - Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes .....	128
Gráfico 7-25: Variación anual del TPD y PIB Hotelería y restaurantes departamento de Norte de Santander .....	129
Gráfico 7-26: Norte de Santander -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994.....	130
Gráfico 7-27: Variación anual del TPD y PIB departamento de Norte de Santander .....	130
Gráfico 7-28: Norte de Santander -Relación TPD y PIB Venezuela .....	131
Gráfico 7-29: Variación anual del TPD y PIB Venezuela .....	132
Gráfico 7-30: Nariño - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales .....	135
Gráfico 7-31: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Nariño .....	135
Gráfico 7-32: Nariño - Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes.....	136
Gráfico 7-33: Variación anual del TPD y PIB hotelería y restaurantes departamento de Nariño .....	137
Gráfico 7-34: Nariño -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994.....	138
Gráfico 7-35: Variación anual del TPD y PIB total departamento de Nariño.....	138
Gráfico 7-36: Nariño -Relación TPD y PIB Ecuador .....	139
Gráfico 7-37: Variación anual del TPD y PIB Ecuador.....	140

## LISTA DE TABLAS

Tabla 4-1 Términos de búsqueda .....	12
Tabla 4-2 Fuentes de información .....	15
Tabla 4-3 Estadísticas de búsqueda por fuente de información .....	17
Tabla 4-4 Cantidad de publicaciones pertinentes por autor .....	20
Tabla 4-5 Cronología de las publicaciones .....	34
Tabla 4-6 Publicaciones pertinentes por país .....	36
Tabla 4-7 Publicaciones por revista o institución que realizó la publicación .....	38
Tabla 4-8 % Publicaciones por tema .....	40
Tabla 5-1 Paquetes de servicios ITS en Colombia .....	76
Tabla 7-1 Secuestros (simple y extorsivo) por Departamento .....	102
Tabla 7-2 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Cesar .....	111
Tabla 7-3 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Antioquia .....	118
Tabla 7-4 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Norte de Santander .....	126
Tabla 7-5 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Nariño .....	133

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Visión moderna del modelo clásico del transporte .....	7
Figura 4-1 Diagrama de dispersión de tráfico real para predecir el tráfico.....	44
Figura 4-2: Inexactitud promedio estimado por clasificación funcional de la vía....	45
Figura 4-3 Resultados de la distribución de previsiones de las bases de datos del 2005.....	48
Figura 5-1 Evolución de la participación privada en proyectos de Infraestructura en Colombia.....	53
Figura 5-2 Desarrollo de modalidades de APP para su aplicación en Colombia ...	53
Figura 5-3 Características de las generaciones de concesiones en Colombia.....	58
Figura 5-4 Repartición de riesgos en las diferentes generaciones de concesiones viales en Colombia .....	60
Figura 5-5: Principales modalidades de Asociaciones Público Privadas utilizadas	62
Figura 5-6: Fases generales de un proyecto APP .....	63
Figura 5-7: Proporción de gasto en TIC por sector en Latinoamérica .....	72
Figura 5-8: Proporción de gasto en TIC por sector en Colombia.....	73
Figura 5-9: Aplicaciones de los Sistemas Inteligentes de Transporte.....	75
Figura 5-10: Estructura organizacional del órgano rector .....	80
Figura 5-11: Estructura del comité de normalización .....	85
Figura 7-1 Tramos viales incluidos en el análisis a nivel Nacional .....	97
Figura 7-2 Secuestro simple y extorsivo .....	99
Figura 7-3 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Cesar .....	111
Figura 7-4 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Antioquia.....	118
Figura 7-5 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Norte de Santander .....	125

Figura 7-6 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Nariño	133
Figura 8-1: Clasificación de Sistemas ITS de la Arquitectura Nacional ITS de Colombia	148





## LISTA DE ABREVIATURAS

A continuación se presenta una lista de abreviaturas, las cuales es necesario precisar, con el propósito de facilitar la lectura del documento.

### **Abreviatura    Término**

<i>ANI</i>	<i>Agencia Nacional de Infraestructura</i>
<i>APP</i>	<i>Asociaciones Público Privadas</i>
<i>ARIMA</i>	<i>Modelo autorregresivo integrado de media móvil</i>
<i>ARMA</i>	<i>Modelo de predicción de tráfico en función de auto regresivo media Móvil</i>
<i>B.O.T.</i>	<i>Tipo de contrato de concesión vial, por sus iniciales en inglés -Build, Operate and Transfer-</i>
<i>BNS</i>	<i>Modelo de predicción del tráfico utilizando redes bayesianas</i>
<i>CONPES</i>	<i>Consejo Nacional de Política Económica y Social</i>
<i>DANE</i>	<i>Departamento Administrativo Nacional de Estadística</i>
<i>DIJIN</i>	<i>Dirección de Investigación Criminal e Interpol</i>
<i>DNP</i>	<i>Departamento Nacional de Planeación</i>
<i>EEUU</i>	<i>Estados Unidos de América</i>
<i>FFNN</i>	<i>Modelo de predicción del tráfico basado en redes neuronales</i>
<i>GPS</i>	<i>Sistema de Posicionamiento Global por sus siglas en inglés -Global PositioningSystem-</i>
<i>ID</i>	<i>Identificador</i>
<i>IEP</i>	<i>Índice de la relación entre el volumen observado y el volumen proyectado</i>
<i>INCO</i>	<i>Instituto Nacional de Concesiones</i>
<i>INVIAS</i>	<i>Instituto Nacional de Vías</i>
<i>ITS</i>	<i>Sistemas Inteligentes de Transporte, por sus iniciales en inglés Intelligent Transportation System</i>
<i>LINK</i>	<i>Tramo</i>
<i>Msc</i>	<i>Magister</i>
<i>NNA</i>	<i>Modelo de predicción del tráfico basado en el análisis del vecino más cercano</i>
<i>O-D</i>	<i>Origen – Destino</i>

**Abreviatura    Término**

*PIB                    Producto Interno Bruto*

*RVS                    Modelo de predicción del tráfico basado en el vector de regresión*

*SARIMA                Modelo estacional*

*SITM                    Sistemas Integrados de Transporte Masivo*

*TIC                     Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones*

*TPD                    Tránsito Promedio Diario*

*TPDS                  Tránsito Promedio Diario Semanal*

*URL                    Por sus iniciales en inglés –Uniform Resource Locator-*

*ZAT                    Zona de análisis de tráfico*

## GLOSARIO

DATOS DE CORTE TRANSVERSAL registran para un momento en el tiempo la forma en la que una variable económica difiere entre individuos o grupos de individuos.

ESTOCÁSTICO es aquel sistema cuyo comportamiento no es determinista, es decir, que sus variables aleatorias evolucionan en función de otra variable. Cada variable tiene su propia distribución de probabilidad y, entre ellas, pueden o no estar correlacionadas.

LOGIT es un modelo de regresión no lineal, que utiliza como función de estimación la función logística en vez de la función lineal. Su resultado es la estimación de la probabilidad de que en un nuevo individuo pertenezca a un grupo o a otro y, también, permite identificar las variables más importantes que explican las diferencias entre grupos.

MODELACIÓN DE TRANSPORTE permite estimar los flujos de pasajeros y bienes que habrá en una infraestructura de transporte en un período de tiempo determinado y constituye una herramienta necesaria para la planificación del transporte.

PROBIT este modelo pertenece a los modelos de respuesta binaria, donde la variable dependiente es una variable dicotómica, es decir,

VARIABLE LATENTE son variables que no son observadas directamente, sino inferidas. Parte de su importancia radica en la posibilidad de reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos, ya que las variables medidas pueden ser en realidad, aspectos de la misma característica básica.

VÍA DE PEAJE se enunciará así a la infraestructura en la cual se cobra una tarifa por la utilización de la vía, en otras latitudes se utiliza el término autopista de peaje, carretera de cuota, vía BOT, entre otras; en el presente documento se denominará vía de peaje, a la infraestructura que cumple estos requisitos.

## **RESUMEN**

El presente trabajo parte de la revisión a profundidad del estado del arte, utilizando el método de revisión documental y análisis cuantitativo, de la determinación de innovaciones metodológicas en la predicción de la demanda de transporte y de la determinación de las relaciones de las variables socioeconómicas, culturales y de conflicto en el contexto Colombiano, para formular recomendaciones para el desarrollo de estudios de demanda en corredores de la red vial nacional susceptible de ser concesionada en Colombia.

Las recomendaciones se realizan desde diversos puntos de vista los cuales se identifican como prioritarios y de mayor afectación tales como: Recomendaciones metodológicas, de relaciones de tráfico binacional, de política de desarrollo económico regional, de tecnología y de incertidumbre.

### **Palabras clave:**

- Concesiones
- Predicción de la demanda de tráfico
- Teorías emergentes
- Incertidumbre

# 1.ABSTRACT

In this paper, from the in-depth review of the state of the art, using the method of literature review and scientometric analysis, determination of methodological innovations in predicting demand and the relationship of socioeconomic, cultural and of conflict in the Colombian context. Recommendations are made for developing riders demand studies in national road network susceptible to concession in Colombia.

Recommendations are made from different points of view which are identified as priorities and most affected such as: Methodological Recommendations, Traffic binational relationships of regional economic development policy, technology and uncertainty.

## **Keywords:**

- Concessions
- Prediction of traffic demand
- Emerging Theories
- Uncertainty

## 2. INTRODUCCIÓN

A través de los años, el desarrollo de la infraestructura en el país ha migrado desde un punto en el cual la inversión en infraestructura vial era realizada exclusivamente por el Estado, esto ocurría en tiempos anteriores a los años 90. En el año 1991 y con la aparición de la nueva Constitución Política de Colombia se dio origen a las concesiones viales, las cuales tienen como principal objetivo la introducción de capital privado en la planeación, ejecución y operación de proyectos públicos.

En este caso en particular se tratará el tema de concesiones viales en proyectos de infraestructura de la red vial Nacional, en donde la recuperación de la inversión para proyectos de mantenimiento, rehabilitación o construcción de esta infraestructura se realiza por medio de los ingresos percibidos por el recaudo de peajes. De allí parte la importancia que debe dársele a las mejoras técnicas en el proceso de determinación de la demanda de transporte en la infraestructura vial.

No obstante y teniendo en cuenta la evolución en las condiciones de negociación de las concesiones de las diferentes generaciones y las causas que llevaron a esa migración, se encuentra que la confiabilidad en la predicción de los ingresos percibidos por el concepto de peajes ha llevado a realizar modificaciones en la asignación del riesgo a la demanda partiendo desde el riesgo asumido por el estado garantizando el ingreso al concesionario ocurrido en la primera generación de concesiones al traslado del riesgo de demanda al concesionario, hasta llegar al tipo de concesiones de plazo variable que existe actualmente.

Como se puede observar, el problema de la incertidumbre en la predicción de la demanda ha sido identificado y reconocido, es por ello que el riesgo de demanda se ha trasladado del estado al concesionario.

Por lo anterior, el presente Trabajo Final de Maestría tiene como objetivo principal formular las recomendaciones para el desarrollo de los estudios de demanda en corredores de la red vial nacional susceptible de ser Concesionada en Colombia.

Aunque, en principio, se pensó en recoger información expost de los estudios de demanda de transporte, se encontraron fuertes limitaciones en la obtención de la información de los documentos de estudios de demanda de transporte utilizados en la estructuración de los proyectos que actualmente se encuentran en desarrollo. Por esto, la metodología abordada se basó en información científica y estadística disponible, más que en la revisión de estudios de caso para el medio Colombiano.

En concordancia con lo anterior, para la alcanzar el objetivo principal se han planteado como objetivos específicos, la revisión con profundidad el estado del arte, que describa los avances metodológicos en el diseño de proyectos de concesiones viales – proyectos tipo B.O.T (Build, Operate and Transfer) el cual fue abordado a través de las técnicas de análisis documental por medio de un análisis bibliométrico y cienciométrico, donde la fuente de información principal son los artículos científicos publicados en diversas revistas indexadas y contenidas en las bases de datos de los recursos documentales de la Universidad Nacional de Colombia. De la misma forma, se buscó la determinación de innovaciones metodológicas en los modelos de transporte, la cual se realiza a partir de la información documental obtenida en la revisión del estado del arte. En esta misma dirección, se incluye el análisis histórico de las variables socioeconómicas, culturales y de conflicto, entre otras, propias del medio Colombiano para determinar el nivel de afectación que algunas variables o indicadores pueden de forma directa sobre las demandas medidas en la red de infraestructura nacional. Estos resultados obtenidos en los estudios de demanda de tráfico se revisan a nivel Nacional y Regional.



Finalmente, se espera que las recomendaciones resultantes de este estudio sirvan como base en la formulación de los estudios de demanda posteriores para la toma de decisiones de nuevos proyectos a desarrollar en los proyectos de inversión en la infraestructura nacional.



### 3. MARCO TEÓRICO

Para lograr la actividad de transportar, es necesario conformar el sistema de transporte, dentro del cual se encuentran elementos tales como la oferta, la demanda y la regulación y el control.

La demanda de transporte se deriva de la movilización de las personas o la necesidad de transportar la carga o las mercancías, la gente viaja por un motivo determinado y las mercancías y/o artículos se envían con un fin, estas actividades son generalmente representadas por medio de un estudio de demanda de transporte, esta demanda se encuentra espaciada, es decir ubicada en un lugar geográfico y depende de variables socioeconómicas, demográficas y de uso del suelo entre otros; la demanda es medible y se puede determinar en número de viajes o capacidad de carga los cuales finalmente se traducen en un número de unidades móviles o medios de transporte, que para el caso del modo terrestre que es el que nos compete, se trata de vehículos.

Ahora bien, cuando se realizan “estudios de demanda” los cuales tienen dentro de sus objetivos representar la interacción del sistema de transporte y la representación de diferentes escenarios se utilizan diversos modelos de transporte. En el entendido que un modelo es la representación de la realidad, abstrayendo las características más relevantes de forma simplificada (Ortuzar, et al, 2000).

Una clasificación de modelos es:

- Modelos físicos: utilizados principalmente para actividades de diseño, consisten en representaciones físicas, maquetas, túneles de viento etc.
- Modelos abstractos: Comúnmente utilizados en fases de planificación, permiten representar el comportamiento del sistema y el comportamiento frente a diferentes variables; los modelos abstractos incluyen los modelos

matemáticos los cuales se formulan a través de expresiones algebraicas que contienen dos tipos de variables, las endógenas y las exógenas.

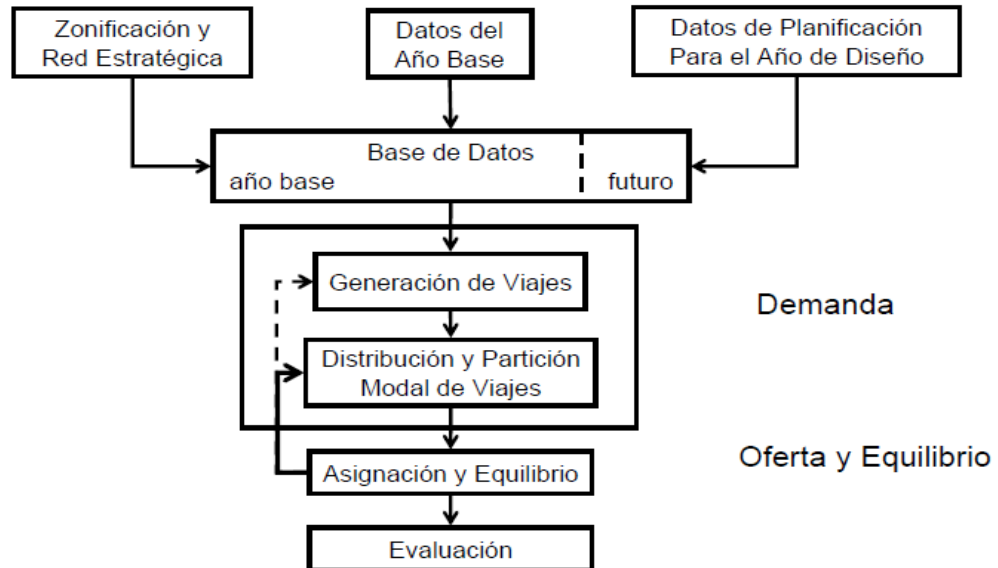
Dentro de los modelos matemáticos se pueden clasificar los modelos predictivos y los modelos normativos, los cuales tienen como objetivo determinar la causalidad de las variables y plantear relaciones funcionales que tengan consistencia en el tiempo; y, estimar el comportamiento del sistema frente a objetivos definidos.

En la actualidad y desde la década de los 50, se han utilizado para la planificación del transporte, modelos que se clasifican como matemáticos predictivos, los cuales a pesar de la popularidad en su utilización presentan una serie de limitaciones dentro de las cuales se encuentran:

- Se considera una interrelación de un número significativo de variables
- Se utilizan variables intangibles o incuantificables
- Disponibilidad de la información

El modelo clásico de transporte, el cual fue formulado originalmente a finales de la década de los 60 y que aparentemente ha sido inalterado, es el más utilizado en nuestra latitud; y, se dice que ha sido aparentemente inalterado toda vez que se han producido avances en los diferentes submodelos y en la forma como estos interactúan para lograr un equilibrio entre oferta y demanda, el esquema representativo de la visión moderna del modelo de transporte se presenta en la Figura 3-1.

**Figura 3-1: Visión moderna del modelo clásico del transporte**



Fuente: Ortúzar y Willumsen, 2001.

La formulación parte de considerar una red multimodal de transporte, una zonificación del área de estudio, y la recolección y codificación de la información; la cual está compuesta principalmente por información socioeconómica tal como población y actividad económica; a partir de los datos obtenidos mediante las encuestas origen destino se pueden predecir los viajes generados y atraídos por cada zona.

El modelo de los 4 pasos se subdivide principalmente en 3 grandes grupos, los datos de entrada, la demanda y la oferta y equilibrio; dentro de los datos de entrada se encuentran:

- Definición de la Zonificación. El área de estudio se divide en pequeñas áreas de análisis espacial, similar al concepto de zonificación censal.

En general, las zonas de análisis de tráfico (ZAT) se definen por homogeneidad en usos del suelo.

- Las entradas de uso de la tierra. Estos se definen para cada ZAT en términos de población, el empleo, el espacio, etc.
- Red de Transporte. Esto normalmente incluye la importante red de carreteras y la autopista.
- Características de viajes observados. Se miden normalmente con las encuestas origen-destino (características de viaje). Proporcionan un retrato cuantitativo de las características de los viajes, las encuestas origen-destino tradicionales son "datos de preferencia reveladas" encuestas que, observan cómo la gente en realidad se comportan.

Por su parte, la demanda agrega los pasos de generación - atracción, distribución y Partición modal.

- Generación – Atracción del viaje: generación: para la realización de la modelación de los viajes se utiliza información a nivel de hogares; la atracción de viajes hace referencia a l extremo no hogar de viajes HB y el destino de viajes NHB.
  - Clasificación
    - En el modelo de generación de viajes se clasifican los viajes con diferentes propósitos en viajes basados en el hogar (HB) los cuales tienen como propósito trabajo, compras, estudio, social, recreacional entre otros y viajes no basados en el hogar (NHB).
    - Existen otras clasificaciones como son:
      - En la Hora de Máxima Demanda o fuera de la Hora de Máxima Demanda
      - Por tipo de persona según el nivel de ingresos, pertenencia de vehículos o tamaño del hogar entre otros.
  - Técnicas para estimar modelos de generación: dentro de las técnicas para estimar modelos de generación se encuentran

- Método de factor de crecimiento
  - Análisis de regresión lineal múltiple (RLM)
  - Análisis por categorías
  - Modelos bayesianos para generación
  - Análisis de clasificación múltiple (ACM)
  
- Distribución de viajes: consiste en dividir los viajes generados por cada zona a sus posibles zonas destino con el objetivo de producir las matrices de viajes por los diversos propósitos en los diferentes periodos del día; los valores agregados, es decir las sumas tanto horizontal como vertical, deben totalizar los viajes generados; de igual manera existen modelos alternativos de distribución dentro de los cuales se pueden enunciar:
  - Modelos de factor de crecimiento
  - Enfoque de maximización de la entropía
  - Modelo clásico y partición modal agregada
  - Modelo gravitacional
  
- Distribución o partición modal, se asignan los viajes distribuidos a los diferentes medios de transporte disponibles. Típicamente, la asignación de viajes particulares está entre los automóviles y el transporte público y la carga en camiones; diferentes cálculos se pueden hacer para los diferentes propósitos de viaje, otra vez para explicar su comportamiento diferente. La asignación de viajes se realiza de manera desagregada o de elección discreta, esto es elecciones observadas de viajeros individuales, las cuales cumplen el siguiente postulado: la probabilidad de que un individuo escoja una cierta opción es una función de sus características socioeconómicas y de lo atractiva que resulte la alternativa en cuestión en comparación a las demás.

Dentro de los modelos desagregados utilizados para la distribución modal se encuentran entre otros:

- Modelo logit múltiple o multinomial (MNL)
- Modelo logit jerárquico
- Modelación con preferencias declaradas

Una formulación común es la función logit, la cual simula utilidad del viajero el tiempo de viaje y otros atributos de elección modal otras, formulaciones más simples incluyen curvas de desviación o factores.

Diferentes formulaciones se pueden aplicar a diferentes propósitos de viaje. Típicamente, las matrices resultantes para un modo dado se combinan para todos los propósitos, lo que resulta en una matriz de todos los viajes.

El resultados de los submodelos de generación – atracción, distribución y partición modal dan como resultado la predicción del número de viajes entre cada par origen destino, en cada medio de transporte, con este resultado se procede al submodelo de asignación.

- Asignación de viaje, Se encarga de la distribución de los viajes determinados en la infraestructura y rutas disponibles, esta asignación se realiza utilizando el modelo de Wardrop por ejemplo; el cual consiste en lograr el equilibrio esto es cuando el modelo converge, todas las rutas tienen un costo mínimo e igual entre sí.

Finalmente la oferta y equilibrio tiene en cuenta que los flujos asignados a las rutas estén en equilibrio aun cuando existen condiciones previas tales como la congestión, toda vez que esta afecta el costo generalizado del viaje.



## **4. ESTADO DEL ARTE**

La bibliometría y la cienciometría ha estado históricamente vinculada a la idea de que es posible representar el conocimiento humano a través de la identificación, cuantificación y análisis de los documentos en los que éste se expresa y de los elementos que lo componen, (Jiménez, 2000). Es por esto que en el caso de este Trabajo de Grado se ha seleccionado esta metodología.

De acuerdo con lo anterior, y con el objetivo de revisar con profundidad el estado del arte en los estudios de demanda de transporte y determinar sus posibles innovaciones metodológicas, se utilizó el método de revisión documental dentro de la investigación, presentando los resultados en forma de un análisis cienciométrico, el cual permitirá el reconocimiento de los principales investigadores, países y en general temas afines que se encuentren en desarrollo.

### **4.1 ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO**

Con el fin de determinar y caracterizar el avance científico de los estudios de demanda en corredores susceptibles a la concesión o ya concesionados, a nivel mundial, se hizo una revisión detallada de la información pertinente empleando la metodología expuesta en la “Guía para la Observación Tecnológica” del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Comunidad Valenciana, a continuación se especifica la metodología utilizada.

#### **4.1.1 Tema de búsqueda**

Los términos de búsqueda se definieron teniendo en cuenta el tema central y alcance de este estudio, abarcando innovaciones tecnológicas, variables socioeconómicas involucradas en la estimación de la demanda en vías

concesionadas, métodos de estimación de demanda, herramientas para la modelación y experiencias internacionales.

Adicional a la búsqueda por tema, y debido a la recurrencia de las fuentes de información y autores de los artículos pertinentes encontradas en el avance de la misma, se incluyeron como términos los nombres de las revistas y autores cuya contribución en la publicación de artículos pertinentes ha sido significativa.

De esta manera, se identificaron los términos de búsqueda, sinónimos o traducción al inglés o español según sea el caso, a estos se denominan términos equivalentes los cuales se muestran en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1 Términos de búsqueda**

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Término equivalente</b>
Estimation Methods of Transport Demand	Métodos de estimación de demanda de transporte
Forecast of Demand for transportation	Previsión de la demanda de transporte
Toll Roads	Vías concesionadas
Traffic Estimation	Estimación del tránsito
Demand Estimation Transport	Demanda de Transporte
Transport Demand Modelling	Modelos de demanda de transporte
Takayuki Morikawa	
David A. Hensher	
Concepción Román	
Andrew Daly	

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Término equivalente</b>
Juan de Dios Ortúzar	
Abdul Rawoof Pinjari	
Adriana Ruiz	
Anna Matas	
Caleb Van Nostrand	
Cynthia Chen	
Dan Steinberg	
Daniel McFadden	
David J. Ashley	
David Revelt	
Denis Bolduc	
Denvil Coombe	
Dinesh Gopinath	
Ben Akiva, M	
David A. Hensher	
Stephane Hess	
Andrew Daly	
John M. Rose	
Antoniou, C.	

<b>Término de búsqueda</b>	<b>Término equivalente</b>
Koutsopoulos, H.N.	
M. Bierlaire	
Watling, D.	
Transportation (Revista)	
International Journal of Intelligent	
Transportation Systems Research	
Transport Research Review Europea	
Recherché Transports Sécurité	
Securitas Vialis	
Marketing Letters	
Transports Reviews	
European Journal of Transport and Infrastructure Research	
Transportation Research Part (A,B,C,D,E)	
Transportation Research Record	

---

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Selección de las fuentes de información

Las fuentes de información fueron escogidas por su reconocimiento y accesibilidad, en términos de cantidad de artículos publicados y acceso a las bases de datos desde la red universitaria de la Universidad Nacional de Colombia, incluyendo motores de búsqueda general y específica. En la Tabla 4-2 se presentan las fuentes de información consultadas.

**Tabla 4-2 Fuentes de información**

Nombre	Descripción	URL
Google	Motor de búsqueda no especializado	<a href="http://www.google.com">www.google.com</a>
Academic Search Complete	Base de datos para investigación multidisciplinaria convenio UNAL	<a href="http://www.ebscohost.com/academic/academic-search-complete">http://www.ebscohost.com/academic/academic-search-complete</a>
Science Direct	Recurso para investigación científica, técnica y médica.	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a>

---

Scopus	Base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas	www.scopus.com
Springer	Base de datos científica con convenio UNAL	www.springer.com

---

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.3 Construcción y ejecución de la consulta**

Una vez definidos los términos y fuentes se realizó la búsqueda en las bases de datos mencionadas en el ítem anterior, de esta manera se obtuvieron los resultados de las búsquedas, estas se asignaron y se filtraron de acuerdo con el tema tratado (transporte, estimación de demanda, entre otros) y limitaron los resultados a documentos tipo “producción académica” y también según la revista de interés, facilitando una revisión más detallada. Con la depuración, se organizó su presentación por número de citas y relevancia, de esta manera se escogieron aquellos artículos que el título y resumen mostrado indicaran que son pertinentes con el tema.

En el caso de Google, a fin de encontrar documentos sobre estudios realizados, y/o proyectos, que no estuvieran incluidos en las bases de datos científicas, se introdujeron los términos de búsqueda y seleccionaron aquellos que fueran de interés y utilidad para este caso. La Tabla 4-3 presenta el resumen de la búsqueda.

Con el procedimiento anterior, se reunieron 292 documentos pertinentes con el tema, los cuales servirán como fuente documental para el desarrollo de los siguientes capítulos.

**Tabla 4-3 Estadísticas de búsqueda por fuente de información**

Fuente de Información	Estrategia de búsqueda		# de documentos encontrados	Documentos pertinentes
	Campo	Sentencia		
Academic Search Complete	Booleano/Frase	Estimation Methods of Transport Demand	No se obtuvieron resultados para la búsqueda inicial	0
	Booleano/Frase	Estimation transport demand	1	0
Science Direct	All fields	Estimation methods of transport demand	42.282	145
	All fields	Forecast of demand for transportation	16.415	4
	Journal/Book title	Búsqueda por títulos de revista		2
Scopus	All fields	Traffic estimation		7
	All fields	Traffic demand estimation		12
Springer	Autor	Andrew Daly	13	3
	Autor	Daniel McFadden	18	1
	Autor	David A. Hensher	54	2

Fuente de Información	Estrategia de búsqueda		# de documentos encontrados	Documentos pertinentes
	Campo	Sentencia		
		David A. Hensher		
	All Fields	estimation methods of transport demand		1
	All Fields	Estimation methods of transport demand	24.091	61
	All Fields	Forecast of demand for transportation		1
	Journal/Book title	Búsqueda por títulos de revista		6
	Autor	Takayuki Morikawa	9	4
	All fields	Toll Roads		1
	Autor	Concepción Román	1	0
	Autor	Juan de Dios Ortúzar	13	0
	Autor	Abdul Rawoof Pinjari	6	0
	Autor	Adriana Ruiz	3	0
	Autor	Anna Matas	2	0
	Autor	Caleb Van	1	0



Fuente de Información	Estrategia de búsqueda		# de documentos encontrados	Documentos pertinentes
	Campo	Sentencia		
		Nostrand		
	Autor	Cynthia Chen	13	0
	Autor	Dan Steinberg	5	0
	Autor	David J. Ashley	2	0
	Autor	David Revelt	1	0
	Autor	Denis Bolduc	9	0
	Autor	Denvil Coombe	1	0
	Autor	Dinesh Gopinath	4	0

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Todos los resultados obtenidos del proceso de búsqueda se descargaron y registraron en una base de datos con la siguiente información: ID, Nombre del documento, Título del archivo traducido, Año de publicación, Autor(es), Revista/Institución que publicó el documento, País de origen de autor(es), Tema central principal (Tema 1), tema secundario (Tema 2), Resumen o Abstract, URL, Término de búsqueda y Base de datos de origen.

A partir de la base de datos mencionada, se generaron diferentes indicadores cuantitativos, mediante un análisis estadístico, que permitieran analizar y caracterizar la información en términos de autor, año de publicación, país, revista/institución y temática central, los resultados obtenidos según lo enunciado anteriormente se presentan a continuación:

**Tabla 4-4 Cantidad de publicaciones pertinentes por autor**

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Juan de Dios Ortúzar	17
Ben-Akiva, M.	12
David A. Hensher	10
StephaneHess	8
Andrew Daly	7
John M. Rose	7
Antoniou, C.	5
Koutsopoulos, H.N.	5
M. Bierlaire	5
TakayukiMorikawa	5
Watling, D.	5
Chandra R. Bhat	4
Concepción Román	4
Enrique Castillo	4
Harry J.P. Timmermans	4
Luis G. Willumsen	4
Michel Bierlaire	4
Theo A. Arentze	4
Victor Cantillo	4
William HK Lam	4
Andrea Papola	3
Anthony Chen	3
Balakrishna, R.	3
Benitez, F.G.	3
Denis Bolduc	3
DINESH GOPINATH	3
Goulias, K.	3
Hai Yang	3
John W. Polak	3
JoseMariaMenendez	3
Kara M. Kockelman	3
Marcela A. Munizaga	3
MIKE J. MAHER	3
Rodrigo A. Garrido	3
RyuichiKitamura	3
ShlomoBekhor	3
William H. Greene	3

---

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Yafeng Yin	3
Benjamin G. Heydecker	2
Carlo Giacomo Prato	2
Abdul RawoofPinjari	2
Alexandre M. Bayen	2
AndresMonzon	2
AnneCausse	2
Caroline J. Rodier	2
ChenKe-Hong	2
Chung-Cheng Lu	2
CinziaCirillo	2
Daniel McFadden	2
David Levinson	2
E. Frejinger	2
ElisabettaCherchi	2
EnnioCascetta	2
FulvioSimonelli	2
Gerard de Jong	2
James Odeck	2
Joan L. Walker	2
Joffre Swait	2
John A. Black	2
JouRong-Chang	2
Juan C. Herrera	2
Kay W. Axhausen	2
Kenneth A. Small	2
Kenneth E. Train	2
Kent M. Hymel	2
KienDoan	2
KoenVanhoof	2
KS Chan	2
Kurt Van Dender	2
Lanshan Han	2
Marisol Castro	2
Mark Bradley	2
Marlon G. Boarnet	2
Matthew G. Karlaftis	2
Maya Abou-Zeid	2
Michael G.H. Bell	2

---

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Michael Patriksson	2
Michiel C.J. Bliemer	2
NobuhiroSanko	2
Pilar Jimenez	2
Raquel Espino	2
Robert A. Johnston	2
S. Sánchez-Cambronero b	2
Satish V. Ukkusuri	2
SatoshiFujii	2
Sergio R. Jara-Díaz	2
Stephen D. Clark	2
Thierry Blayac	2
ToshiyukiYamamoto	2
Vittorio Marzano	2
XIAOYAN ZHANG	2
Yu (Marco) Nie	2
(en blanco)	2
A.J. Sousa	1
Abbas, M.M.	1
AbdelazizNakrachi	1
Abdelghany K.	1
Abolfazl(Kouros)	1
Mohammadian	1
Adriana Ruiz	1
Afifi H. Soliman	1
AgachaiSumalee	1
Albert Messmer	1
AlvaroFernandez-Heredia	1
AlvaroRodríguez-Dapena	1
Amanda Stathopoulos	1
AmerShalaby	1
Amir Meimanda	1
Ana María Claramunt	1
Ana Sasic	1
André de Palma	1
AnettEhlert	1
Angellbeas	1
Anna Matas	1
Antti P. Talvitie	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Ariel Pakes	1
ArildVold	1
ArtemKorzhenevych	1
ArunaSivakumar	1
ArvindNarayanan	1
AttahiruSule Alfa	1
Baibing Li	1
Barth, M.J.	1
Baumgartner T.	1
Bert van Wee	1
Bharat P. Bhatta	1
Bhattacharjee, D.	1
Billing, J.R.	1
Billot R.	1
Bracher, M.	1
Brian Wolshon	1
Bruno Kochan	1
C. Angelo Guevara	1
C. JotinKhisty	1
C. O. TONG	1
C.S. Pitombo	1
Caceres, N.	1
Caleb Van Nostrand	1
Camden FitzGerald	1
Capparuccino D.M.	1
Carlos Bento	1
Carlos F. Daganzo	1
Carnero M. Pendyala	1
CarolineBayart ,	1
CarstenSchürmann	1
Caspar G. Chorus	1
Catherine Morency	1
Charles Manski	1
ChenYali	1
Chen, Z.	1
ChenyiChen	1
Cheu, R.L.	1
Cheung S.Y.	1
Chi Xie	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Chi-Pak Chan	1
Chowdhury, M.A.	1
Claire Mcknight	1
Clarisse V. Lula	1
Claudio Meneguzzer	1
Coleri S.	1
Cristian Angelo Guevara	1
Cristina Pronello	1
Cynthia Chen	1
Dailey, D.J.	1
DaisukeFukuda	1
Dan Steinberg	1
Daniel B. Work	1
Daniel McFadden	1
David J. Ashley	1
David Revelt	1
Davis, W.J.	1
Davy Janssens	1
Davy Janssens	1
De Moor, B.	1
De Vuyst F.	1
DenvilCoombe	1
Dicha Hayat ,	1
Dick Ettema	1
DimitrisKarlis	1
Dirck Van Vliet	1
Djukic, T.	1
DomenicoSassanelli	1
Dongjoo Parque	1
Drew, D.R.	1
DumitruPopescu	1
Dundar B.	1
DusĭanTeodorovic	1
E. Kawamoto	1
e.abbe	1
E.I. Vlahogianni	1
Edson TadeuBez	1
Eiji Hato	1
El Faouzi N.-E.	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Eleni I. Vlahogianni	1
Eleni I. Vlahogianni	1
Elenna R. Dugundji	1
Elisabete A. Silva	1
Emily Ehlers	1
EnjianYao	1
Eric I. Pas	1
Etemadnia H.	1
F.W.C.J.	1
FabianBastin	1
Faghri A.	1
Felipe González	1
Floridea Di Ciommo	1
Francesco Manca	1
Francesco Russo	1
Francisco Martínez	1
frankHofman	1
Frank S. Koppelman	1
Ganesh S.	1
GavinFerguson	1
Geert Moja	1
GeertWets	1
Geistefeldt J.	1
George Sammour	1
Golias, J.	1
Gonçalo Homem de Almeida Correia	1
Gudmundur F. Ulfarsson	1
Guido Gentile	1
GuotaoHu	1
Gustavo A. Marreroa	1
H. Morisug	1
H.M. Zhang	1
Hajek, J.J.	1
HamoMeghdir	1
Hani S. Mahmassani	1
Hanif D. Sherali	1
Hans Antonson	1
Hans Vogelaar	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Harry Cohen	1
Harry Timmermans	1
Hazelton, M.	1
Helena Carolina Medeiros	1
Hilary Nixon	1
Hillel Bar-Gera	1
Hing-Po Lo	1
HironoriKato	1
Hong K. Lo	1
HongliXu	1
Hoogendoorn, S.P.	1
HOWARD SLAVIN	1
Hussein Dia ,	1
IolandaVitiello	1
IpsitaBanerjee	1
Ira Hirschman	1
Jackson, N.C.	1
Jason D. Lemp	1
Javier Doblaz	1
Javiera Olguín	1
Jeffrey Newman	1
Jeffrey Williams	1
JianmingHu	1
JieYu	1
JimHicks	1
JingZhou	1
JINGMIN CHEN	1
JJ Bates	1
João de Abreu e Silva	1
JoeCastiglione	1
Joel Freedman	1
Joel Guttman	1
Joel P. Franklin	1
Johana Amaya	1
Johannes Bröcker	1
John C. Golias	1
John Foster	1
JOHN L. BOWMAN	1
John Lobb	1



<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
John P. Devlin	1
John Pucher	1
John W.Polak	1
Johnston, E.	1
Jon Martin Denstadli	1
Jordania J. Louviere	1
Jorge Rivera	1
José Manuel Viegas	1
Joseph Berechman	1
Josep-Lluis Raymond	1
Joshua Auld	1
Joyce M. Dargay	1
Junjie Hong	1
Justin Sueun Chang	1
Kamga C.N.,	1
Karthik C. Konduri	1
KatharinaParry	1
KathleenDeutsch	1
KeHanb	1
KeLiu	1
KeesMaat	1
KhandkerNurulHabib	1
Konrad Meister	1
KonstantinosPerrakis	1
Krogmeier, J.	1
Lam W.H.K.	1
Lam, W.H.K.	1
Laura Wynter	1
Leandro García Menendez	1
Lee, D.-H.	1
Leonardo Caggiani	1
Leonie N. Duffus	1
Li, B.	1
Li, X.	1
Linda Nijland	1
Liu, H.X.	1
Lo H.P.	1
Lorenzo Meschini	1
Louis de Grange	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Luis M. Martínez	1
LykourgosTsirigotis	1
M. Fosgerau	1
M. Gentili	1
M. Ridwan	1
M.F. Yáñez	1
M.G. Karlaftis	1
Ma, W.	1
MacCarley C.	1
Magnus Josefsson	1
Mahmassani, H.S.	1
Makoto Abe	1
Marcos Wardman	1
María Elena Giner de Lara	1
María Feo Valero	1
María Francisca Yáñez	1
María Nogal	1
Mario Cools	1
Mark Burris	1
Marker Jr., J.T.	1
MarkosPapageorgiou	1
Martie Van Der Vlist	1
Martin Frick	1
Martin L. Hazelton	1
Martina Vandebroek	1
MasashiInoue	1
MassimilianoGastaldi	1
MasuoKashiwadani	1
Matthieu de Lapparent	1
Mei-Lam Tam	1
MerkebeGetachewDemissie	1
Michael A. Kemp	1
Michael Adjemian	1
Michael Williams	1
Michel Sargious	1
MicheleOttomanelli	1
Min Xu	1
Mirian BussGonçalves	1
MogensFosgerau	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Mohamed Wahba	1
Montufar J.	1
MortenWelde	1
Mouskos K.C.	1
Muriel BeserHugosson	1
Myoung-jae Lee	1
Nam, D.H.	1
NatalePapola	1
NathaliePicard	1
NaveenEluru	1
Niclas A. Krüger	1
Nina Karasmaa	1
Odd I. Larsen	1
Ogle, J.H	1
Oh C.	1
Ospina, D.	1
Ouyang, Y.	1
OZ TAMIN	1
P. Jiménez b	1
P.B. Mirchandani	1
Paaswell R.E.	1
Pamela Murray-Tuite	1
Papagiannakis, A.T.	1
ParinyaTanadtang	1
Patricia L. Mokhtarian	1
Patrick Beaton	1
Patrick Bonnel	1
Patrick DeCorla-Souza	1
Paul Damien	1
Paul E. Benson	1
Paul Waddell	1
Pauline van den Berg	1
PavithraParthasarathi	1
PavithraParthasarathi	1
PB Goodwin	1
Pedro A. Netoa	1
Peng, F.	1
Pengcheng Zhang	1
Peter Bonsall	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Peter Goos	1
Peter J. Mackie	1
Peter J. Rimmer	1
Peter Stopher	1
Peter Vovsha	1
Philippe L. Toint	1
Pierre-André Chiappori	1
PietersMarits	1
PiyaChootinan	1
Polus A.	1
Qiang Wang	1
Qin, X.	1
Quinn Jacobson	1
R. ChandraBhat	1
R. Mínguez a	1
R. Sivanandan	1
RajeshPaleti	1
Ram M. Pendyala	1
Ran, B.	1
Randall Crane	1
RandiJ.Hjorthol	1
Rempel G.	1
Ricardo A. Daziano	1
Ricardo Dobson	1
RiccardoRossi	1
Richard D. Connors	1
Richard G. Funderburg	1
Ritchie S.G.	1
Ritchie, Stephen G.	1
Robert B. Noland	1
Robert Bain	1
Robert Donnelly	1
Robert E. Paaswell	1
Robert Hrelja ,	1
Robert Ishaq	1
Rodrigo Troncoso	1
Roger Laurence Mackett	1
Romero, L.M.	1
Ronald Plasmeijer	1

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Rosa Marina González ab†	1
Rosella Picado	1
RyanHerring	1
Ryosuke Ando ,	1
S. C. WONG	1
S. Raveau	1
S. TravisWaller	1
SakdaPanwai	1
Sandberg E.	1
SanghoChoo	1
Sarasua, W.A.	1
Satu Innamaa	1
Sau J.	1
Sebastián Raveau	1
SeonaFarrell	1
Sergio Grosso	1
Sharma, A.	1
Shekhar S.	1
Shen, L.D.	1
ShinyaHanaoka	1
Sinha, K.C.	1
SoyoungAhn	1
Sr. Padeiro	1
SrinivasPeeta	1
SriramKrishnamurthy	1
Stacey G. Bricka	1
Stephen Clark	1
Stephen Miller	1
Steve Ruegg	1
Steven N. Durlauf	1
Suarez R.E.	1
SudeshnaSen	1
SunilPatil	1
SveinBra°then	1
Swan, D.J.	1
T. Keith Lawton	1
T.toledo	1
Tadi, R.R.	1
Tan C.-W.	1

---

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Tang YF	1
Tao Yao	1
Terry L. Friesz	1
TheoArentze	1
Thomas F. Golob	1
Thompson Russell	1
Tom Bellemans	1
TomioMiwa	1
Tommy G€arling	1
TomonoriTakeshita	1
Toon Van Der Hoorn	1
TORBJ6RN LARSSON	1
Truong P. Truong	1
Tsamboulas, D.	1
Turan Arslan	1
UlfBöckenholt	1
van de Vooren	1
Van Lint, J.W.C.	1
VaneetSethi b	1
Varaiya P.	1
Vaze V.	1
VenkatramRamaswamy	1
VijayaraghavanSivaraman	1
VithalaRao	1
W. Douglass Shaw	1
WafaaSaleh	1
WalidAbdelwahab	1
Wall, Z.R.	1
WeiShen	1
Wen Y.	1
Wen, Y.	1
Wendy Bohte	1
Wesley W. Wilson	1
William A. Cowart	1
William Davidson	1
William E. McGarvey	1
William Van Harreveld	1
Williams B.M.	1
Wilson H. Tang	1

---

<b>Nombre</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Xia, Q.	1
XiangFei	1
XuWei	1
Xuegang (Jeff) Ban	1
XuesongZhou	1
Y. Hayashia,	1
Yang, F.	1
YasuhiroMimura	1
YasuoAsakura	1
Yibing Wang	1
Yim, P.K.N.	1
Yin Wang, Li Li	1
Yin, Z.	1
Yingyan Lou	1
Yoon Seo Youn	1
YoramShiftan	1
Young William	1
Young-sook Kim	1
YuichiroKaneko	1
Zhang N.	1
Zhao, F.	1
ZhaofangChu	1
Zhen (Sean) Qian H.M. Zhang	1
Zheng Li	1
ZhongZhou	1
Zhou, X.	1
Zuo Zhang	1

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 4-4, cabe resaltar que los autores con mayor número de publicaciones son Juan de Dios Ortúzar, M. Ben-Akiva, David A. Hensher, Stephane Hess, Andrew Daly y John M. Rose, sin embargo, sumando el número de publicaciones de los 7, éstas corresponden a poco más del 20% del total pertinente, evidenciando la reciente incursión en la investigación de la demanda de transporte para vías concesionadas, por parte de los científicos de todo el mundo según la información disponible.

**Tabla 4-5 Cronología de las publicaciones**

<b>Año</b>	<b>No de Publicaciones</b>
1972	1
1973	2
1974	2
1975	1
1976	0
1977	2
1978	0
1979	1
1980	1
1981	1
1982	1
1983	0
1984	0
1985	0
1986	2
1987	1
1988	2
1989	1
1990	0
1991	1
1992	1
1993	5
1994	3
1995	4
1996	9
1997	3
1998	3
1999	8
2000	6
2001	13
2002	5
2003	14
2004	8
2005	16
2006	14
2007	18
2008	10
2009	15
2010	30
2011	29
2012	42
2013	15
Sin Año	3
<b>TOTAL</b>	<b>293</b>

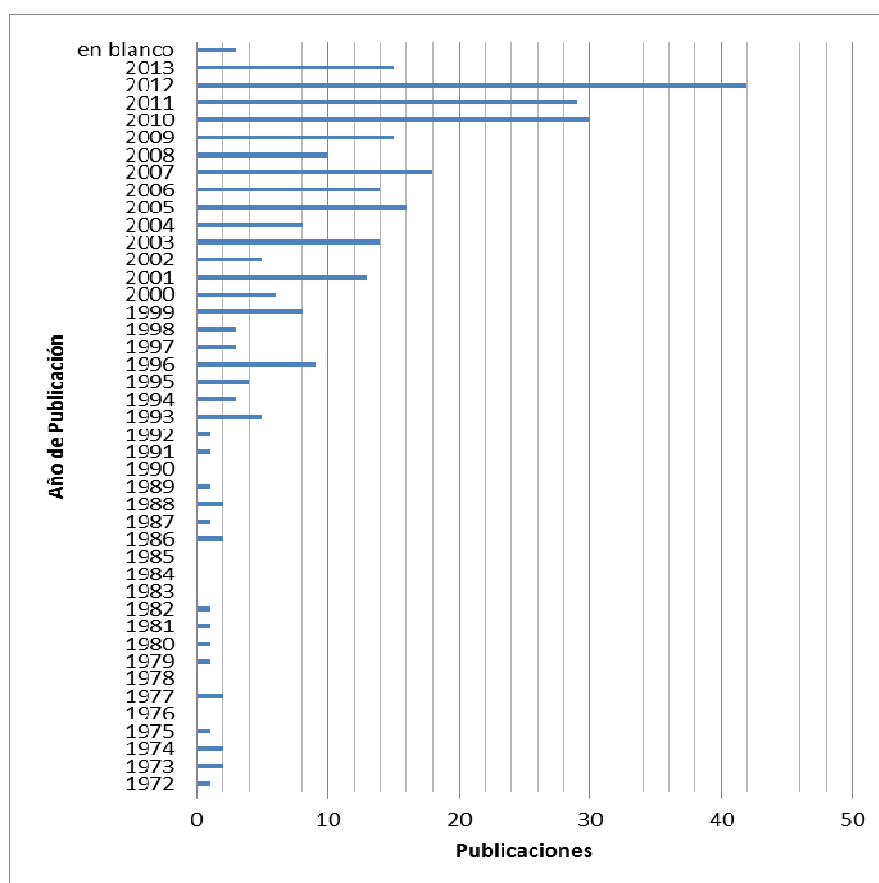
Fuente: Elaboración propia.



Adicional a lo dicho anteriormente, acerca de la distribución cronológica de las publicaciones pertinentes, se puede observar que desde el año 1999 se presentó un crecimiento importante en la investigación del tema central de este documento, ya que a partir de ese año se publicaron cerca del 83% del total pertinente.

Debido a la multiplicidad de autores -y su nacionalidad- en algunos artículos, la suma total de publicaciones que se presenta en la Tabla 4-6, es mayor al número total de documentos pertinentes, de ahí, se puede notar la cooperación internacional en la investigación y el beneficio que trae a diversas naciones las innovaciones en tecnología y los desarrollos científicos.

**Gráfico 4-1 Distribución cronológica de las publicaciones pertinentes**



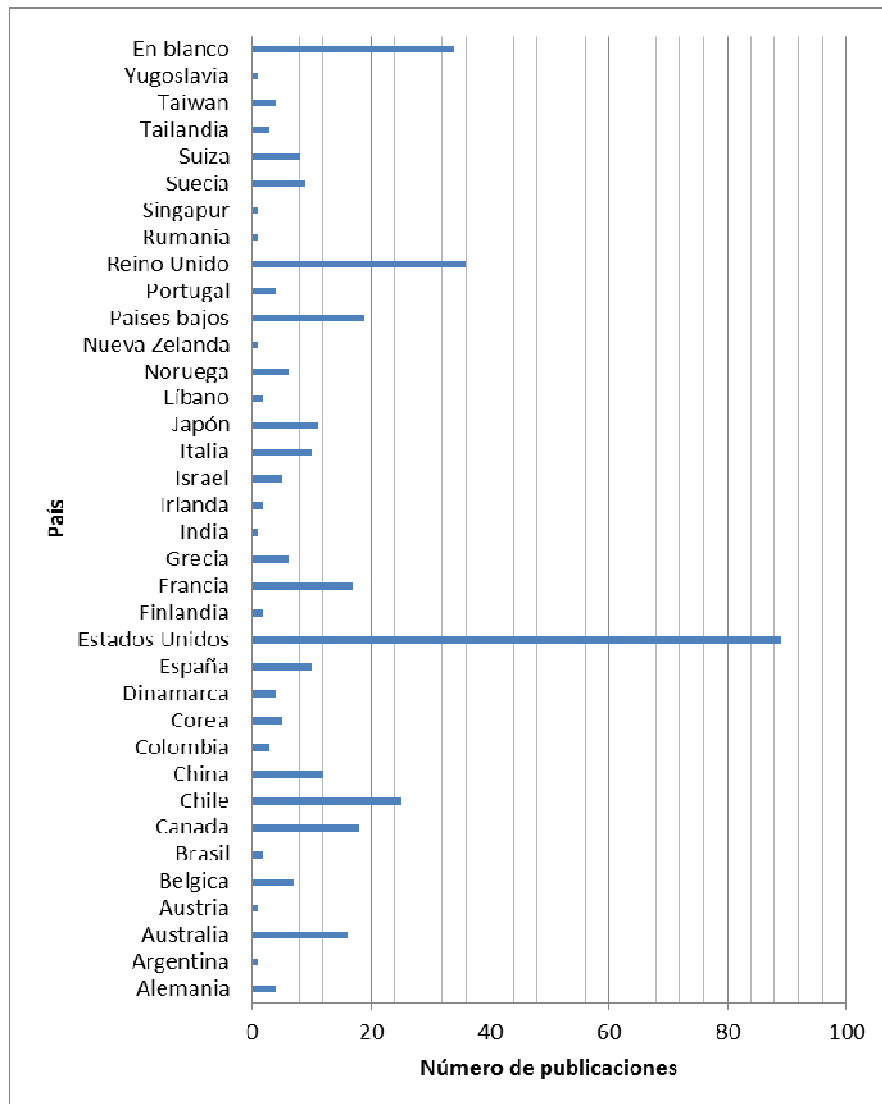
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-6 Publicaciones pertinentes por país**

<b>País</b>	<b>No de Publicaciones</b>
Alemania	4
Argentina	1
Australia	16
Austria	1
Bélgica	7
Brasil	2
Canadá	18
Chile	25
China	12
Colombia	4
Corea	5
Dinamarca	4
España	10
Estados Unidos	89
Finlandia	2
Francia	17
Grecia	6
India	1
Irlanda	2
Israel	5
Italia	10
Japón	11
Líbano	2
Noruega	6
Nueva Zelanda	1
Países bajos	19
Portugal	4
Reino Unido	36
Rumania	1
Singapur	1
Suecia	9
Suiza	8
Tailandia	3
Taiwan	4
Yugoslavia	1
En blanco	34
<b>TOTAL</b>	<b>380</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 4-2 Distribución de publicaciones por país**



Fuente: Elaboración propia.

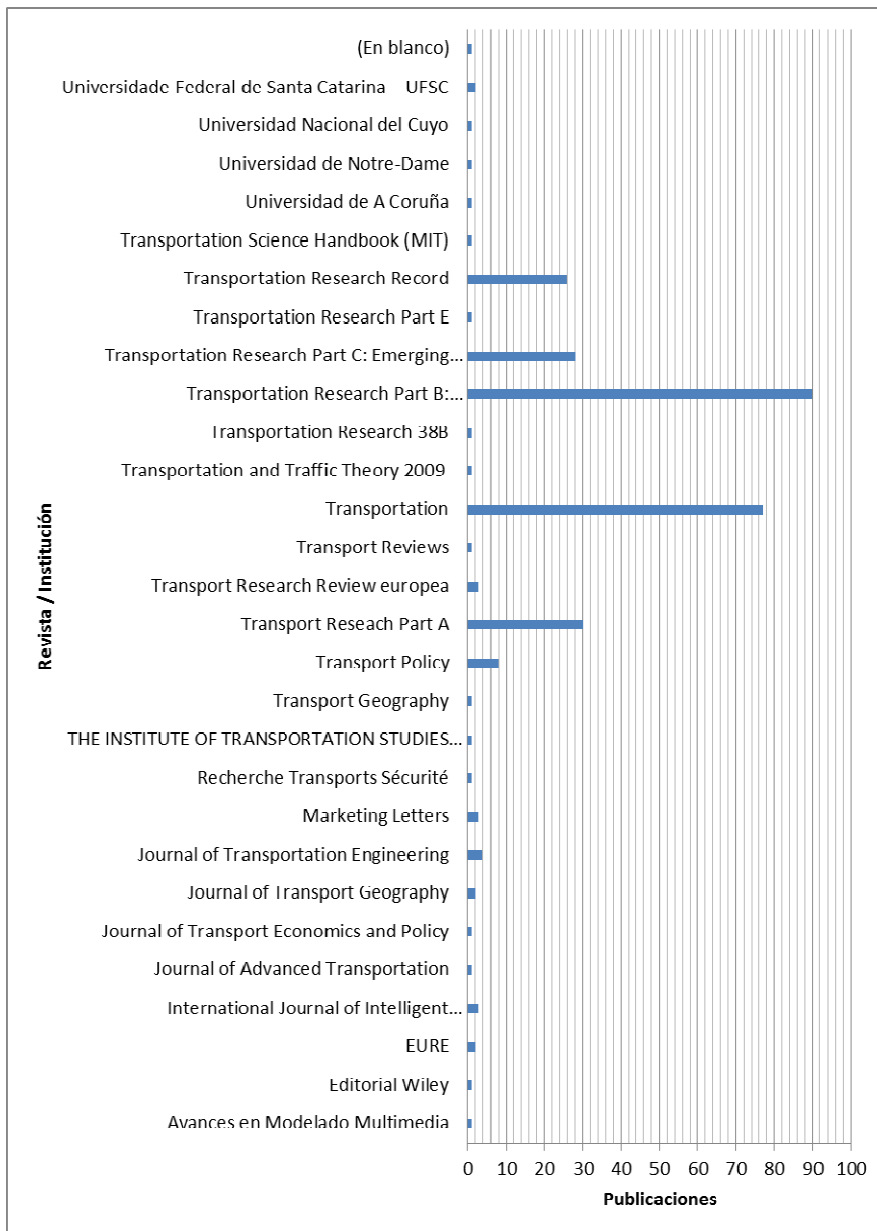
En cuanto a las revistas o instituciones que realizan publicaciones académicas, se obtuvo que en cuanto al tema pertinente, las revistas transportation reseach part B y transportation son las que mayor número de artículos pertinentes publicaron.

**Tabla 4-7 Publicaciones por revista o institución que realizó la publicación**

<b>Revista/ Institución</b>	<b># de Publicaciones</b>
Avances en Modelado Multimedia	1
Editorial Wiley	1
EURE	2
International Journal of Intelligent Transportation Systems Research	3
Journal of Advanced Transportation	1
Journal of Transport Economics and Policy	1
Journal of Transport Geography	2
Journal of Transportation Engineering	4
Marketing Letters	3
Recherche Transports Sécurité	1
The Institute of Transportation Studies University of California Berkeley And Irvine	1
Transport Geography	1
Transport Policy	8
Transport Reseach Part A	30
Transport Research Review europea	3
Transport Reviews	1
Transportation	77
Transportation and Traffic Theory 2009	1
Transportation Research 38B	1
Transportation Research Part B: Methodological	90
Transportation Research Part C: Emerging Technologies	28
Transportation Research Part E	1
Transportation Research Record	26
Transportation Science Handbook (MIT)	1
Universidad de A Coruña	1
Universidad de Notre-Dame	1
Universidad Nacional del Cuyo	1
Universidad Federal de Santa Catarina – UFSC	2
(En blanco)	1
<b>TOTAL</b>	<b>294</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico 4-3 Publicaciones por revista o institución**



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se realiza una clasificación de los artículos encontrados, según la homogeneidad del tema tratado, en esta clasificación se puede ver que por ejemplo, aunque los modelos logit hacen parte de los modelos de elección

discreta, no todos los modelos de elección discreta se basan en la función Logit razón por la cual se clasifican de forma separada.

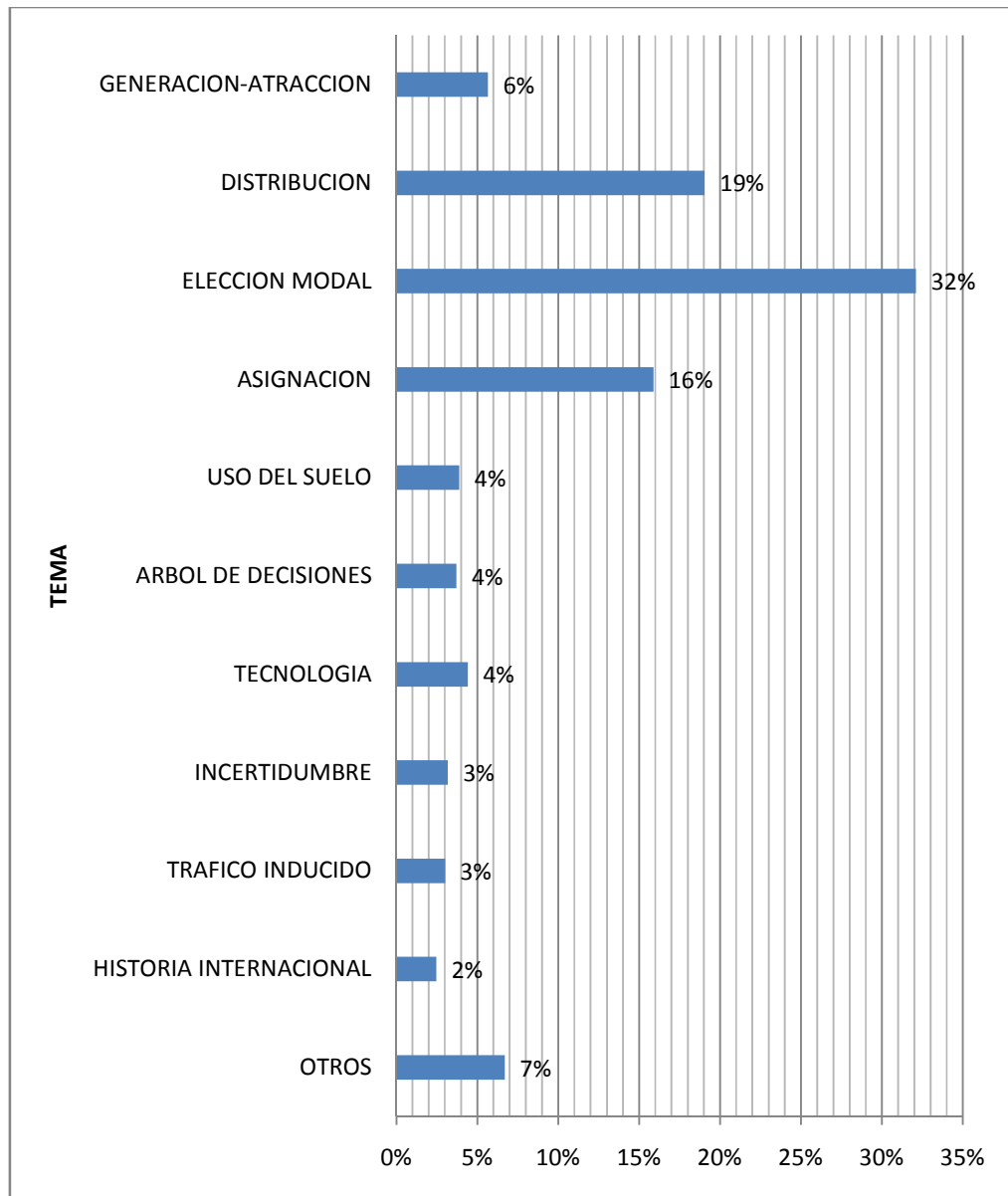
**Tabla 4-8 % Publicaciones por tema**

TEMA	% SEGÚN CLASIFICACIÓN
OTROS	7%
HISTORIA INTERNACIONAL	2%
TRAFICO INDUCIDO	3%
INCERTIDUMBRE	3%
TECNOLOGÍA	4%
ÁRBOL DE DECISIONES	4%
USO DEL SUELO	4%
ASIGNACIÓN	16%
ELECCIÓN MODAL	32%
DISTRIBUCIÓN	19%
GENERACIÓN- ATRACCIÓN	6%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que el tema del cual se encontró mayor información, fue de elección o participación modal el cual incluye los modelos de elección Discreta - Modelos Logit y preferencias declaradas y reveladas, esto se puede observar en la Tabla 4-8 y el Gráfico 4-4, en estos últimos se enfatiza el investigador con mayor número de publicaciones encontradas, Juan de Dios Ortúzar, quien en compañía de Luis Willumsen son también los autor del Libro Modelling Transport, 2011.

**Gráfico 4-4 Publicaciones por tema**



Fuente: Elaboración propia.

### **4.3 PRINCIPALES HALLAZGOS**

Una vez realizada la revisión del estado del arte realizado por medio del análisis bibliométrico y cienciométrico y de las posibles innovaciones metodológicas en los modelos de transporte se puede concluir lo siguiente:

Los principales investigadores con publicaciones del tema pertinente en revistas indexadas son Juan de Dios Ortúzar, Ben Akiva y David Hensher de nacionalidad Chilena, Estado Unidense y Australiana respectivamente.

Los criterios de búsqueda por medio del cual se identificó mayor cantidad de información pertinente son Métodos de estimación de demanda de transporte y modelos de demanda de transporte.

Las principales bases de datos en las cuales se identificó mayor cantidad de información pertinente son en su orden Science Direct, Scopus y Springer; y las revistas indexadas en las cuales se encontraron más publicaciones sobre el tema pertinente son Transport Resech Part B: Metodological, Transportation, Transport Resech Part A, Transport Resech Part C: Teorías Emergentes.

Respecto a la cronología de la investigación del tema pertinente, se tiene que, se encuentra información a partir del año 1972, mostrando un incremento hacia finales de la década de los 90, no obstante en los últimos años - 2011 y 2012- la producción de artículos pertinentes al tema ha aumentado alcanzando el 29% del total de las publicaciones.

De acuerdo con los sub-temas establecidos, se encuentra mayor cantidad de información en la etapa de elección modal, el cual incluye modelos de elección discreta y modelos logit, de los submodelos en el que se ha desarrollado menos investigación es en la generación atracción; de igual manera en esta revisión se puede observar que los avances metodológicos están enfocados a uso de tecnologías para la cuantificación y gestión de la demanda así como para la regulación y el control.



En zonas urbanas los avances metodológicos se enfocan en la asignación y en los modelos dinámicos, redes celulares y neurales. De otra parte, se observa que se adicionan características como el uso del suelo o modelos de árbol de decisiones basados en actividades, pero siguen siendo introducidos en el enfoque moderno del modelo clásico del transporte.

Finalmente y de acuerdo con los resultados obtenidos de la revisión con profundidad del estado del arte, se concluye que la nacionalidad de los investigadores del tema pertinente es principalmente Estadounidenses y Británicos; ahora bien si se realiza el análisis de los países latinoamericanos con producción investigativa el único que se destaca es Chile y se encuentra una participación baja de Colombia - 1% y Argentina menos del 1%.

#### **4.4 EXPERIENCIAS INTERNACIONALES**

A partir de los artículos pertinentes encontrados, a continuación se presenta un análisis de las experiencias internacionales relevantes en el tema. Se incluyen aquí la revisión de Minnesota, Noruega, Estados Unidos, México, entre otras.

##### **4.4.1 Minnesota**

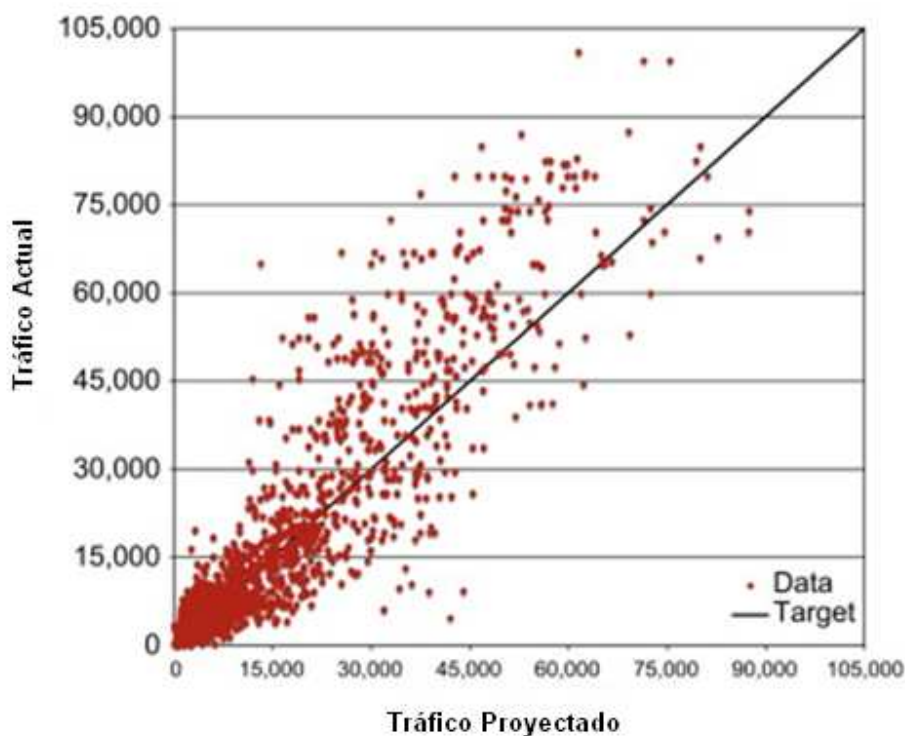
En 1980, el Departamento de Transporte de Minnesota realizó una evaluación de la precisión de las estimaciones de la demanda de tráfico realizadas 20 años atrás, encontrando un error absoluto porcentual del 19,52%, y un rango de error porcentual del -59,9% al 56,9%. Adicionalmente, el análisis indicó que se subestimaron los pronósticos de tráfico en 61,5% de los tramos analizados, en comparación con los recuentos reales de tráfico; adicionalmente las previsiones eran más precisas para las carreteras de mayor volumen, grupo al que pertenecerían las vías concesionadas (Parthasarathi, et al, 2010).

Las grandes discrepancias, a partir del estudio, se atribuyeron a la subestimación de factores como el tipo de carretera, clasificación funcional, dirección, características del comportamiento durante el viaje y vías de acceso,

conjuntamente con la sobrestimación de las previsiones demográficas, teniendo consecuencias sobre el costo de los proyectos, la disponibilidad limitada de los recursos, la irreversibilidad de las decisiones y las ineficiencias asociadas (Parthasarathi, et al, 2010).

La muestra total consistió en 330 informes de los cuales se obtuvo una base de datos de 391 tramos viales, tan solo 273 tramos se utilizaron para la comparación directa de las previsiones de tráfico con respecto a los conteos, arrojando los valores porcentuales mencionados anteriormente y los mostrados en la Figura 4-1, en la cual se evidencia la subestimación significativa del tráfico, con un mayor tendencia al error cuando los volúmenes son más altos (Parthasarathi, et al, 2010).

**Figura 4-1 Diagrama de dispersión de tráfico real para predecir el tráfico**

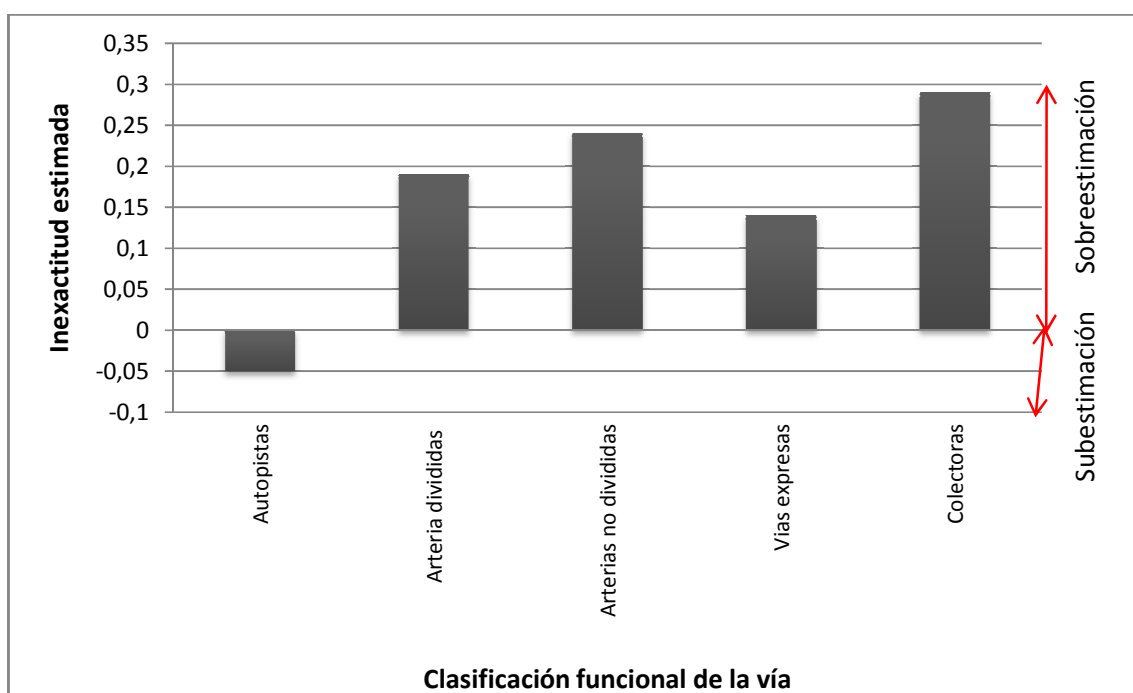


Fuente: “Post-construction evaluation of traffic forecast accuracy” (PavithraParthasarathi, David Levinson, 2010).

Con base en la clasificación funcional de la vía utilizada en Year Twin Cities Regional Travel Demand Model 2000, la cual está compuesta por 5 categorías (Autopistas, Arterias divididas, Arterias no divididas, Vías expresas y Vías Colectoras); se calculó la inexactitud indicando que en autopistas, se subestiman los flujos de tránsito, mientras que en vías de otra clasificación funcional es más frecuente la sobreestimación, ver Figura 4-2.

De la evaluación completa, se concluyó que además de los factores enumerados atrás, los cambios sociales, la falta de comprensión de los hábitos de transporte y la distribución de los viajes, los factores financieros y el almacenamiento de los datos aumentaron la imprecisión de las estimaciones de demanda.

**Figura 4-2: Inexactitud promedio estimado por clasificación funcional de la vía**



Fuente: “Post-construction evaluation of traffic forecast accuracy” (PavithraParthasarathi, David Levinson, 2010)

#### 4.4.2 Noruega<sup>1</sup>

En noruega, se utiliza un modelo nacional de transporte (NTM) el cual se utiliza principalmente para predecir el número de viajes futuros sujetos a cambios que se introducen en la red, es decir la introducción de un nuevo tramo vial afectará los resultados del modelo en sí, los cuales se utilizan para predecir tasas de crecimiento a nivel local, regional y nacional.

En (Odeck, 2013) se presentan los resultados obtenidos en la revisión de previsiones para vías de peaje en noruega entre los años 1996 y 2008 teniendo en cuenta que en el año 2001 se realizó una revisión a las proyecciones y al NTM, del análisis de resultados se obtiene que antes del año 2001 las proyecciones son mas inexactas y la subestimación es más común, de igual manera se obtuvo que las proyecciones en vías de peaje son mas exactas que las vías que no tienen peaje.

La revisión realizada al modelo en 2001 se estructuró en las siguientes áreas principalmente:

- El número de zonas considerado en el modelo se aumentó de sólo 438 a 1.428; esto proporcionó mejoras, un modelo de transporte y red de rutas más detallada.
- Se realizaron actualizaciones para las variables exógenas en el modelo de datos (por ejemplo, ingresos de los hogares y de población, así como sus previsiones) a partir de datos estadísticos de Noruega.
- Las variables endógenas (como el precio de la gasolina, el valor del tiempo, los costos de operación de vehículos, etc.) se actualizaron mediante la introducción de nuevos valores.

---

<sup>1</sup> "How accurate are national road traffic growth-rate forecasts?—The case of Norway", James Odeck, 2013

- Las instituciones estatales y de investigación comenzaron a proporcionar información pertinente, no sólo en vías sino en todo el sector transporte.

La fuente de información en cuanto a las tasas de crecimiento oficiales en noruega, es una base de datos alimentada por la entidad Noruega de Carreteras (NPRA) la cual es la encargada de la vigilancia y la evolución del transporte por carretera; los proyectos se realizan utilizando pronósticos utilizando las tasas de crecimiento oficiales y utilizando variables socioeconómicas como el PIB, los resultados indican que al utilizar la tasa de crecimiento oficial se obtienen mejores resultados; debido a que estas estimaciones son la base para la formulación de políticas tanto a nivel Regional como Nacional.

#### **4.4.3 Estados Unidos**

En 1997 el Banco Mundial desarrolló un estudio en el cual se comparaban 14 vías de peaje en Estados Unidos antes de inaugurarlas y comparó las proyecciones de tránsito con los volúmenes observados una vez entraban en operación (J P Morgan, 1997), en dicho estudio se encontró que en dos de los casos el tránsito se subestimó, toda vez que los volúmenes reales de operación superaban entre el 10 y el 30 % los volúmenes proyectados; en cuatro casos se sobre estimó el volumen de manera moderada entre el 12 y 25% y en los ocho casos restantes la sobre estimación fue muy alta entre el 45% y el 75% adicional.

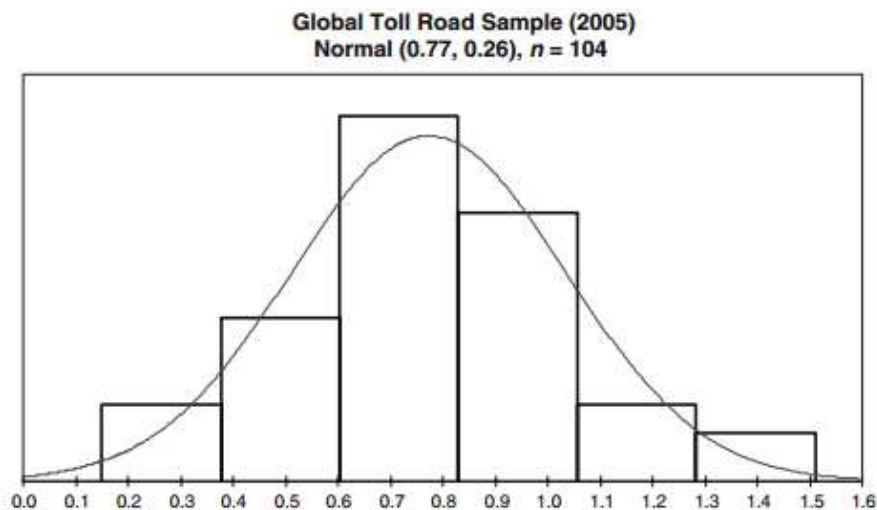
Morgan considera que las debilidades más importantes relacionadas con la sobre estimación del tránsito se resumen en:

- Una pobre representación y modelación de las alternativas, libres o no
- Tasas de crecimiento excesivamente optimistas, en particular porque se basaban en la esperanza de que se produjeran nuevos desarrollos inmobiliarios en el área de influencia de la carretera

- Un análisis muy pobre, a veces incluso inexistente, de la disponibilidad a pagar peajes/cuota para tener un mejor servicio.

Adicional al estudio efectuado por el banco de inversión mencionado, en 2002, un programa de investigación de riesgo de tráfico hizo un seguimiento a las estimaciones hechas para 32 proyectos, incluyendo vías nacionales (con conexiones internacionales), puentes y túneles, durante 4 años. Los resultados de la investigación se resumen en la Figura 4-3.

**Figura 4-3 Resultados de la distribución de previsiones de las bases de datos del 2005**



Fuente: “Error and optimism bias in toll road traffic forecasts” (Robert Bain, 2009)

“La Figura 4-3 se muestra el rendimiento previsión del tráfico que va desde 0,14 hasta 1,51. En otras palabras, el tráfico real resultó estar entre 86% por debajo del pronóstico a 51% por encima del pronóstico. Esta margen de error considerable ilustra la posible magnitud de incertidumbre cuando el riesgo de tráfico se pasa al sector privado.” (Bain, R. 2009)

#### **4.4.4 México**

En el caso México, se evidenció que los proyectos de infraestructura denominados como "Carreteras de Cuota" – vías de peaje no contaban con el sustento técnico y la confiabilidad para garantizar la certidumbre requerida, por tal motivo las entidades encargadas de la planeación aunaron esfuerzos para mejorar las metodologías y técnicas de campo para una buena planeación del transporte.

Por lo anterior, el Gobierno Federal de México ha desarrollado un documento guía utilizado en la elaboración de los estudios de transporte de las vías de peaje denominado "MODELACIÓN DE LA DEMANDA PARA CARRETERAS DE CUOTA - Manual de modelación 2006", documento que brinda las directrices a seguir en la elaboración de este tipo de estudios.

Dentro de las directrices plasmadas en este documento se encuentran:

- Caracterización de las vías de peaje: distingue los diferentes tipos de carreteras, con el objetivo de definir el tipo de modelación que se requiere en cada caso.
- Estrategia de modelación, da lineamientos del tipo de modelo que se requiere en cada caso.
- Requerimientos de información: de acuerdo con el tipo de estudio y estrategia definida.
- Requerimientos de la modelación, en donde reconoce la incertidumbre, riesgo sensibilidad entre otros.
- Impactos del tráfico Inducido, estimación del Valor Subjetivo del Tiempo y su afectación.
- Calibración y validación del modelo, presentación de escenarios entre otros.

#### 4.4.5 Otros estudios

A partir del año 2002 se han desarrollado estudios por parte de calificadoras de riesgo, encontrando problemas en la estimación del tráfico y generando las siguientes recomendaciones (Fitch, 2003):

- Utilizar metodologías de modelación más apropiadas, adaptando modelos utilizados en zonas urbanas para que representen adecuadamente a las vías de peaje manteniendo un mayor rigor.
- Considerar desde un principio la existencia de varios escenarios posibles a futuro y que es deseable analizar cómo diferentes supuestos afectan estos resultados.
- Estudiar, muy seria y detalladamente, la disponibilidad a pagar peaje (valor subjetivo del tiempo) para dar mayor confianza en los resultados.
- Efectuar un análisis más acucioso de los períodos de transición.
- Llevar a cabo un análisis más detallado del tráfico de camiones de carga.
- Realizar un proceso más riguroso de calibración y validación de los modelos de tráfico.
- Incorporar auditorías -peer reviews<sup>2</sup>- de otros consultores para mejorar la calidad.

Por su parte (Standard & Poor's, 2002), (Standard & Poor's, 2004), (Standard & Poor's, 2005) presentan un análisis de estudios de tránsito de 32 y 104 vías de peaje, los cuales justificaron su financiamiento. Encontrando que en 28 casos se sobre estimó la demanda futura y solamente en 4 casos se subestimó, en (Standard & Poor's, 2002) se calculó un Índice de Efectividad de las Proyecciones -IEP- que es la relación entre el volumen observado y el volumen proyectado en

---

<sup>2</sup> Revisión por parte de terceros



el caso de las carreteras estudiadas el índice IEP promedio fue de 0,73 con una dispersión importante.

S&P concluye que este índice difiere considerablemente en relación con el destinatario final del estudio, en el caso de entidades financieras es menor que para el ente gubernamental.

#### **4.4.6 Encuestas Origen Destino Nacionales**

En Suecia, Sudáfrica, EEUU, Reino Unido, Nueva Zelanda, Holanda, Alemania, y Dinamarca principalmente, se llevan a cabo temporalmente encuestas de Origen Destino de ámbito nacional, en el caso de Dinamarca la última encuesta nacional fue llevada a cabo en el año 2006 mediante uso de internet y entrevistas telefónicas. Alemania lleva a cabo anualmente la encuesta nacional de viajes desde el año 1994, la metodología utilizada por los Alemanes es: cada miembro de la casa llena en un "diario" de viaje en el que se registra cada viaje realizado en el transcurso de una semana. Adicional a la encuesta anual hay otra encuesta no periódica programada, que se llevó a cabo en 2008. La Encuesta Nacional de viajes en Holanda Viajes: se encuestaron alrededor de 34.500 hogares en 2003 - La encuesta se realiza anualmente desde 1985, ha sufrido algunos cambios en la metodología; los cuestionarios se envían por correo y se realiza seguimiento por medio de llamadas telefónicas para generar motivación. En Nueva Zelanda, el Ministerio de Transporte encuesta anualmente 4.600 hogares durante un período de dos días; los datos se recogen a través de entrevistas cara a cara. En el Reino Unido se lleva a cabo la Encuesta Nacional de Viajes. Los Estados Unidos llevó a cabo la última Encuesta Nacional de Viajes de los hogares en 2009, Sudáfrica llevó a cabo su primera Encuesta Nacional de Hogares de viajes en 2003 - las entrevistas se llevaron a cabo con éxito con 45.000 hogares y finalmente En Suecia la encuesta Nacional de Viajes más reciente se llevó a cabo en 2006.

## **5. CASO COLOMBIA**

En el presente capítulo se realiza una descripción del contexto y evolución de las concesiones viales en Colombia, las causas que han generado los cambios en las concesiones de diferentes generaciones, hasta llegar al hoy, en donde encontramos las Asociaciones Público Privadas - Apps- y la cuarta generación de concesiones. De igual manera se realiza una descripción de los requerimientos técnicos establecidos en la actualidad, para la presentación de diferentes proyectos haciendo énfasis en el tema pertinente, estudios de tránsito y/o transporte, finalmente se realiza el reconocimiento, avance y estado del arte de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIC) y su aplicación en el sector transporte con los Sistemas Inteligentes de Transporte -ITS-.

### **5.1 CONTEXTO Y EVOLUCIÓN DE LAS CONCESIONES VIALES EN COLOMBIA**

El desarrollo de la infraestructura en el país ha migrado desde un punto en el cual la iniciativa privada tomo fuerza, esto ocurrió entre los años 1885 a 1920, en este momento el estado actuaba como usuario y regulador, posteriormente migró al periodo conocido como la estatalización el cual ocurre entre 1920 y 1960 y consiste en que el estado adquiere la propiedad sobre la inversión de la Infraestructura, durante los años 1975 a 1990 con la denominada crisis económica de los 80 el estado toma la figura de propietario, regulado y acreedor y garante de las inversiones, debido a las ineficiencias en el desarrollo de los proyectos de infraestructura, generados por el monopolio que existía en esa época se da origen a las concesiones en Colombia; el proceso planificador y ejecutor en el país da un vuelco mediante la Constitución Política de 1991 generándose en este momento

las diferentes generaciones de concesiones que hoy conocemos (Departamento Nacional de Planeación, 2007) tal como lo esquematiza la Figura 5-1.

**Figura 5-1 Evolución de la participación privada en proyectos de Infraestructura en Colombia**



Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Participación privada en infraestructura el caso Colombiano, 2007.

De acuerdo con la misma fuente, la inversión privada en proyectos públicos de infraestructura, se desarrolla en diferentes modalidades en Colombia, en la Figura 5-2 se sintetizan éstas:

**Figura 5-2 Desarrollo de modalidades de APP para su aplicación en Colombia**

<b>Contratos de Servicios</b> Instalación medidores y reducción de pérdidas Gestión Comercial (servicios públicos)	<b>Sociedades Mixtas (JV)</b> Oleoductos Telefonía básica Exploración	<b>Gestión o Arrendamiento</b> Acueductos Aeropuertos Distribución eléctrica	<b>Concesiones y sus Variantes</b> Acueductos, Carreteras, Puertos, Ferrocarriles Áreas exclusivas gas natural Licencias en comunicaciones SITM Transp. Urbano Explotación de Hidrocarburos	<b>Privatización</b> Venta y capitalización en generación y distribución eléctrica, transporte de gas natural y telecomunicaciones
--	--	---	--	---

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Participación privada en infraestructura el caso Colombiano, 2007.

Dentro de las modalidades presentadas se encuentran los contratos de concesión, estos pueden estar dirigidos a Acueductos, Carreteras, Puertos, Ferrocarriles, Telecomunicaciones entre otras.

La ley 80 de 1993, en el numeral 4 del artículo 32, define como tal los contratos de concesión como:

*“...Son contratos de concesión, los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación, o funcionamiento de la obra o servicio, por cuenta y riesgo del concesionario, y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio...”*

Para el caso que nos ocupa, se trata el tema de concesiones de carreteras en Colombia, dentro del marco legal de la participación privada en Transporte, la cual se enmarca en la ley 105 de 1993 por medio de la cual “...se reglamenta la planeación en el sector transporte...” definió las reglas para la participación privada en ese sector y creó las instituciones de regulación y control requeridas para su concreción.

### **5.1.1 Primera, segunda y tercera generación de concesiones**

Como se mencionó anteriormente, en la historia de la inversión privada en proyectos de infraestructura vial en el país, han existido tres generaciones de concesiones, las cuales se detallan a continuación:

Primera Generación de Concesiones: Tiene su inicio en el año 1994, esta generación de concesiones consideraba básicamente labores de rehabilitación y

ampliación de los corredores concesionados. En esta generación de concesiones se identificaron problemas los cuales incluyen: la garantía de ingreso mínimo, los sobre costos de construcción debidos a la carencia de los estudios de ingeniería y de demanda, el aumento en los costos financieros y sobre costos en la compra de predios entre otros (CONPES 3045, 1999), de igual manera esta generación de concesiones se vio afectada por la crisis económica de finales de los 90's y la seguridad ciudadana (Acosta, Rozas, Silva, 2008).

En el año 1996 tiene inicio la segunda generación de concesiones.

La Segunda Generación de Concesiones: se encuentra soportada en el CONPES 2775 de 1995, los principales cambios respecto a la generación anterior están en el traslado de riesgos al concesionario, realización de estudios de ingeniería definitivos, y estudios de demanda con mayor énfasis técnico, consecución de licencias ambientales y avalúos prediales. En general esto se tradujo en la estructuración de la concesión por parte de una banca de inversión, obteniendo como resultado el plazo variable de la concesión, de esta manera el concesionario entrega la infraestructura al Estado en el momento en el cual obtenga el ingreso esperado (CONPES 2775, 1995).

No obstante la evolución propuesta y las mejoras obtenidas en la segunda generación de concesiones, se identificaron algunas deficiencias, dentro de los cuales se encuentran, que toda la inversión requerida se realiza en los tres primeros años, lo cual genera aumento en los costos del proyecto toda vez que toda la infraestructura se construye cuando aún no es necesaria convirtiéndose en un lucro cesante. Adicionalmente, en los casos en los cuales las proyecciones del tráfico fueron optimistas, los proyectos se sobredimensionaron (CONPES 3045, 1999), este aspecto causa mayores costos financieros y por tanto aumento en las

tarifas de peaje, este hecho –entre otros- genera la migración hacia la tercera generación de concesiones.

Tercera Generación de Concesiones: esta generación tienen en cuenta los siguientes aspectos expuestos en el documento CONPES 3045 de 1999:

*...Se hace necesario enmarcar el desarrollo de nuevos proyectos dentro del entorno económico actual, optimizando las obras de acuerdo a las condiciones de tráfico reales y realizando las inversiones en los lugares y en los tiempos que los niveles de tráfico requieran. En los proyectos de tercera generación de concesiones se busca armonizar las inversiones a ser realizadas con los niveles de servicio esperados y la capacidad de la vía e introducir con mayor contundencia el concepto de operación....*

Este documento CONPES, sigue los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 1998-2002 “Cambio para construir la paz” correspondiente al periodo en el cual se genera el documento mencionado.

Desde el Plan Nacional de Desarrollo 1998-2002 “Cambio para construir la paz”, pasando por el 2002 – 2006 “Hacia un Estado Comunitario” hasta el actual 2010-2014 “Prosperidad para todos”, se tiene como proyección el aumento en la competitividad, en el ámbito del desarrollo de carreteras, ampliando la capacidad de los corredores, priorizando aquellos que generan la red troncal nacional; en general se tiene desde 1998 como política nacional la ampliación de las vías de la Red Troncal Nacional a doble calzada, por tanto se puede afirmar que el desarrollo carretero del país viene desde el año 1998 y se proyecta a futuro en la generación de dobles calzadas.

La evolución de los criterios en las diferentes generaciones de las concesiones, reconocen la carencia y/o debilidad de estudios y diseños definitivos, dentro de los cuales se encuentra el estudio de demanda.

Dentro de las debilidades de las concesiones de primera generación se encuentran: la inexistencia de los estudios de ingeniería y de demanda que soportaran las estimaciones de tráfico aunado con la garantía de ingreso mínimo para el inversionista; la demora en el desembolso de las garantías causadas, la demora en la aprobación de las licencias ambientales, cambios en los diseños originales generando sobrecostos a causa de mayores cantidades de obra, cambios en los inventarios prediales, entre otras (Acosta, Rozas, Silva, 2008) (CONPES 3045,1999).

En la segunda generación de concesiones, se redistribuyeron los riesgos y se exigió un mayor detalle de los estudios y diseños requeridos, se traslada el riesgo contractivo y el riesgo de tráfico al concesionario, no obstante el riesgo tarifario continuo asumido por el estado, toda vez que se garantiza un esquema de aumento de los peajes (Acosta, Rozas, Silva, 2008)

Por su parte en la tercera generación de concesiones se incluye el concepto de gradualidad de las inversiones, partiendo de alcances básicos y progresivos de los proyectos los cuales se realizarán cuando el demanda de tráfico así lo requiera evitando lucro cesante; así mismo en la tercera generación de concesiones se tienen en cuenta parámetros de nivel de servicio y operación (Acosta, Rozas, Silva, 2008).

En resumen las características que han enmarcado las tres generaciones de concesiones se presenta en la siguiente Figura 5-3:

**Figura 5-3 Características de las generaciones de concesiones en Colombia**

<b>Características</b>	<b>Primera generación</b>	<b>Segunda generación</b>	<b>Tercera generación</b>
<b>Información disponible (estudios previos)</b>	Nivel de anteproyecto Proyecciones de tráfico, deficientes estudios socioeconómicos	Nivel de detalle Estudios de tráfico más completos y estudios socioeconómicos detallados	Nivel de detalle Estudios de demanda
<b>Evaluación financiera</b>	Plazo fijo	Ingreso esperado	Ingreso esperado
<b>Alcance físico</b>	Obras concentradas al inicio (genera estrés financiero)	Obras concentradas al inicio (genera estrés financiero)	Gradualidad nivel de servicio (relación oferta- demanda)
<b>Licencias ambientales</b>	No se contaba con ellas al iniciar el proyecto	Obtención previa a la iniciación de etapa de construcción Sobrecostos a cargo de la Nación	Obtención previa a licitación Modificaciones por cuenta del concesionario
<b>Adquisición de predios</b>	Compras paralelas al desarrollo del proyecto	Obtención antes de la etapa de construcción	Obtención antes de la etapa de construcción Gestión de compra a cargo del concesionario Sobrecostos a cargo de la Nación
<b>Aportes de capital</b>	No había mínimo definido (generó Sweet Equity)	Mínimo definido en el contrato	Mínimo definido en el contrato



<b>Garantías</b>	Ingreso mínimo garantizado Garantía de sobrecostos de obra	Soportes de liquidez y cambiario (no tomadas por los concesionarios)	Soportes de liquidez y cambiario durante período de estrechez del flujo de caja libre (5/7 años) Contabiliza en el ingreso esperado
<b>Mecanismos de pago de garantías o soportes</b>	Las garantías no contaban con mecanismos de liquidez, dependían del proceso de presupuestación del Estado (evaluación <i>ex-post</i> )	Se crearon mecanismos para garantizar liquidez	Líquido, a través del fondo de contingencias (evaluación <i>ex-ante-aportes</i> al fondo)

Fuente: Acosta, Rozas, Silva, 2008 a partir del documento CONPES 3045 de 1999 y documento CONPES 3107 de 2001.

El análisis de la evolución de las concesiones viales en Colombia, justificado en las deficiencias identificadas en la operación de cada una de ellas, reconoce la importancia de la inexistencia y concordancia de los estudios de demanda en nivel de fase III - diseños definitivos-, los resultados poco acertados de estos estudios incrementan el riesgo denominado como tráfico el cual a partir de la segunda generación de concesiones es trasladado al concesionario (Acosta, Rozas, Silva, 2008) la evolución en la repartición del riesgo se presenta en la Figura 5-4.

**Figura 5-4 Repartición de riesgos en las diferentes generaciones de concesiones viales en Colombia**

Riesgo	Primera generación		Segunda generación		Tercera generación	
	Concesionario	INVIAS	Concesionario	INVIAS	Concesionario	INCO
Constructivo	X	X <sup>b</sup>	X <sup>d</sup>		X	
Tráfico		X <sup>c</sup>	X		X	
Tarifa peajes <sup>a</sup>		X		X		X
Predios		X		X	Gestión	X
Licencia ambiental		X		X	Gestión	X
Tributario	X		X		X	
Cambiarío	X		X		X	
Fuerza mayor (no asegurable)		X		X		X
Fuerza mayor (asegurable)	X		X		X	
Financiación	X		X		X	

Fuente: Acosta, Rozas, Silva, 2008.

En septiembre de 2009 y luego de la reestructuración del antiguo Instituto Nacional de Concesiones (INCO) hoy Agencia Nacional para la Infraestructura (ANI), fue presentado el proyecto de cuarta generación de concesiones, mediante el cual se espera construir alrededor de 30 proyectos viales, según información publicada en el boletín No. 96 de Gerencia, Logística e Infraestructura de la ANDI, en los estudios técnicos de la cuarta generación de concesiones, se hace un mayor análisis de aseguramiento y riesgos sociales, ambientales y prediales debido a que Colombia es un país con gran diversidad cultural y con una geografía accidentada.

De acuerdo con lo expuesto por José Stalin Rojas, director del Observatorio de Logística, Movilidad y Territorio de la Universidad Nacional de Colombia, las nuevas generaciones de concesiones se enmarcarán en lo establecido por la Ley 1508 de 2012 los decretos 1467 de 2012 y 100 de 2013; ley de Asociaciones Público Privadas, la cual tiene como objetivo incentivar la participación del sector privado en el desarrollo de la infraestructura.

La tipología contractual contenida en esta ley, no está ceñida a los contratos tradicionales incluidos en la ley 80 de 1993.

### **5.1.2 Asociaciones público privadas (APP)**

Por definición, las Asociaciones Público Privadas son un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializan en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia, riesgos entre las partes y mecanismos de pago, relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio<sup>3</sup>. Las principales modalidades de APP que han sido utilizadas en la historia se presentan la Figura 5-5.

---

<sup>3</sup>Tomado de Ley 1508 de 2012

**Figura 5-5: Principales modalidades de Asociaciones Público Privadas utilizadas**

<b>Modalidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos</b>
Contrato de prestación de servicios	Contrato de prestación de un servicio determinado. El Estado mantiene la propiedad y exige un nivel de servicio especificado. Puede haber asignación de riesgos, lo cual depende del esquema contractual.	* Contratos de mantenimiento de carreteras por nivel de servicio
Contratos de administración	Un bien público es operado y administrado por un agente privado bajo un esquema de riesgo compartido y de utilidades compartidas.	* Contrato de administración de un centro penitenciario
Concesiones	El Estado concede el derecho al usufructo de un bien a cambio de un acuerdo económico entre las partes por un periodo determinado de tiempo.	* Concesiones de carreteras * Concesiones aeroportuarias
BOT (construir, mantener, operar y transferir) o APP puro	La entidad privada se encarga de la construcción y el mejoramiento de un bien, y de su operación, y la propiedad o bien se mantienen en el Estado o vuelven a manos del Estado al final del proceso.	* Proyectos de Asociación Público-Privada para el desarrollo de hospitales

Fuente: Guía de buenas prácticas para la ejecución de proyectos de Asociación Público-Privada, DNP, 2012

Como se puede observar, las concesiones hacen parte de las modalidades de APP, en Colombia la ley 1508 de 2012 y los decretos 1467 de 2012 y 100 de 2013, establecen el régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas, las cuales tienen como objetivo atraer inversionistas institucionales a través de fondos de capital privado, que sirvan como gestores de proyectos.

Adicionalmente, el departamento Nacional de Planeación (DNP) emitió un documento denominado Guía de buenas prácticas para la ejecución de proyectos de Asociación Público-Privada el cual tiene como objetivo principal Proporcionar a

las diferentes entidades públicas una herramienta que contenga los lineamientos básicos que les permita preparar y desarrollar proyectos mediante esquemas de APP, en sus aspectos técnicos, económicos y financieros.

En la estructuración de los proyectos de vinculación de capital privado en la infraestructura, se debe seguir de manera secuencial en las fases presentadas en la Figura 5-6.

**Figura 5-6: Fases generales de un proyecto APP**



Fuente: Guía de buenas prácticas para la ejecución de proyectos de Asociación Público-Privada, DNP, 2012.

Desde el punto de vista técnico, el alcance definido para cada una de las fases presentadas en la Figura 5-6 será diferente aumentando el grado de detalle y confiabilidad a medida que se avanza en la fase de estructuración.

## **5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES DE LOS ESTUDIOS DE DEMANDA EN CONCESIONES VIALES**

Con el objetivo que cumplir los requisitos establecidos en la ley 105 de 1993, en el año 2011, la Subdirección de Apoyo Técnico del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) emitió cinco documentos en los cuales expone los requisitos técnicos para los diferentes estudios de acuerdo con la fase o alcance del proyecto que se esté ejecutando, dichos documentos se resumen en:

- Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para el Mejoramiento de Carreteras
- Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para la Rehabilitación de Carreteras
- Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para las Carreteras Fase I (PREFACTIBILIDAD)
- Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para las Carreteras Fase II (FACTIBILIDAD)
- Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para las Carreteras Fase III

Es importante aclarar las siguientes definiciones<sup>4</sup>:

---

<sup>4</sup> A partir de (INVIAS, 2011)

**Mejoramiento de carreteras:** Es el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía o puentes existentes; para lo cual se hace necesaria la construcción de nuevas obras de infraestructura y mejorar la existente, permitiendo una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado.

**Rehabilitación de Carreteras:** Mejoramiento funcional o estructural del pavimento, que da lugar tanto a una extensión de su vida de servicio, como a la provisión de una superficie de rodamiento más cómoda y segura y a reducciones en los costos de operación vehicular. Dicha rehabilitación comprende alguna de las cuatro alternativas de intervención que se describen a continuación:

Restauración: Es la ejecución de trabajos que mejoran la condición superficial del pavimento, pero no aumentan su capacidad estructural.

Refuerzo: Es la colocación de capas de pavimento que proporcionan capacidad estructural adicional o mejoran el nivel de servicio a los usuarios.

Reciclado: Es la reutilización de parte de las capas de la estructura existente, para mejorar su capacidad estructural. Es necesario adicionar nuevos materiales para mejorar la resistencia y el comportamiento del pavimento mejorado.

Reconstrucción: Es la remoción de capas y el reemplazo parcial o total del pavimento, para mejorar su capacidad estructural, adaptándolo a las necesidades del tránsito futuro.

**Estudios de Carreteras Fase I:** Estudios de prefactibilidad que permitan la identificación, caracterización, análisis y evaluación de alternativas para la selección de la más conveniente, considerando criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos.

**Estudios y Diseños de Carreteras Fase II (Factibilidad):** La evaluación con base en argumentos técnicos, sociales, ambientales y económicos que define la conveniencia o no del proyecto. Para estos estudios se tiene como insumo básico el resultado de los estudios Fase I (prefactibilidad), sobre el cual se elaborará un trazado definitivo, unos prediseños de estructuras y un predimensionamiento de todo el proyecto.

**Estudios y Diseños de Carreteras Fase III:** Todos los estudios y diseños definitivos que a través de metodologías y tecnologías avanzadas definen claramente el proyecto que cumplirá con lo exigido por los estándares internacionales en lo que tiene que ver con seguridad, comodidad, funcionalidad, urbanismo, desarrollo regional, impacto ambiental y conectividad.

A continuación se presentan los detalles de los requerimientos técnicos de las diferentes fases:

### **5.2.1 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para el Mejoramiento de Carreteras**

En los requerimientos técnicos, estudios y diseños para el mejoramiento de Carreteras, no es necesario un estudio de demanda de transporte en sí, no obstante el volumen I de ese documento hace referencia al estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio el cual tiene como objetivo principal el cálculo de Capacidad y Niveles de servicio, y el alcance es a partir de información secundaria y primaria de variables macroscópicas del tránsito, realizar el pronóstico del tránsito para un determinado periodo de diseño con el fin de servir como insumo al diseño geométrico de vías y al diseño de pavimentos definiendo el número de ejes equivalentes.



### **5.2.2 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para la Rehabilitación de Carreteras**

Al igual que en el caso anterior, para la rehabilitación de carreteras no solicitan un estudio de demanda de transporte, el volumen I hace referencia al estudio de tránsito el cual tiene como estimar los parámetros esenciales para el diseño de pavimentos tales como el “número de ejes equivalentes”, la distribución por tipo de vehículos pesados y de cargas por eje, para obtener el espectro real de cargas.

En este caso, dentro de los requerimientos se solicita información de campo o primaria, referente a volúmenes vehiculares por tipo de vehículo, volúmenes peatonales, velocidades, inventario de señalización, de igual manera en este caso solicitan un análisis de accidentalidad.

### **5.2.3 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para la Carreteras Fase I (PREFACTIBILIDAD)**

En el estudio de prefactibilidad de un proyecto vial, el volumen I es el estudio de transporte, el cual tiene como objetivo estimar los flujos futuros de transporte y conocer aspectos referentes a la estimación de la capacidad para un nivel de servicio esperado, en el marco de la identificación, caracterización, análisis y evaluación de alternativas para la selección y recomendación de la más conveniente. El estudio de transporte de una prefactibilidad se realizará con información secundaria únicamente, el documento de requerimientos técnicos cita las siguientes fuentes.

- Ministerio de Transporte
- COLCIENCIAS
- INVIAS
- Ministerio de Minas y Energía
- DANE

Los requerimientos técnicos para estudios y diseños en etapa de prefactibilidad enuncian que se deben utilizar modelos de macro simulación, y recomiendan el uso de los siguientes software para garantizar la compatibilidad con los datos existente:

- TransCad
- Vissim<sup>5</sup>
- Emme3

De igual manera este documento reconoce la necesidad de estudiar el "análisis de flujos de transporte" y en ellos contiene el tráfico existente, tráfico desviado, tráfico inducido, entendiendo estos como<sup>6</sup>:

**Tráfico existente:** En cada uno de los horizontes de planificación será modelada la situación base, sin proyecto, de cada una de las alternativas consideradas, de tal forma que se pueda identificar el tráfico existente sobre los corredores de referencia.

**Tráfico desviado:** En cada uno de los escenarios considerados en los horizontes de planificación serán simuladas las alternativas según las características previstas y a partir de las diferencias con respecto a la situación base, se identificará el tráfico desviado con ocasión de las nuevas características simuladas.

**Tráfico inducido:** Será estimado en forma externa al modelo de asignación, ya que la estructura de modelación que se utilizará es inelástica en su fase de

---

<sup>5</sup>Vissim es un software utilizado para micro simulación, el software de PTV casa matriz para macro simulación es Vissum

<sup>6</sup> (INVIAS, 2011)

generación, en la cual la demanda se mantiene invariable, independientemente del estado de la infraestructura<sup>7</sup>.

Finalmente, se reconoce la necesidad de conocer el volumen esperado por tipo de vehículo para poder determinar los ingresos esperados.

Como se puede observar, el documento de requerimientos técnicos, da unos lineamientos del contenido que debe tener los estudios que se realicen, no obstante carece de recomendaciones acerca de metodologías, modelos o variables que se deban utilizar.

#### **5.2.4 Requerimientos técnicos - Estudios y diseños para las Carreteras Fase II Y Fase III**

En los requerimientos técnicos de los estudios Fase II y Fase III, volumen I hace referencia a los estudios de transporte, los documentos plantean básicamente el mismo contenido y alcance en estas dos fases, es importante resaltar que en la Fase III se reconoce la debilidad de los procedimientos a nivel general, en donde en ocasiones no se realizan estudios Fase II, en cambio se pasa de la Fase I a la Fase III, es por esto que se enuncia que la Fase III deberá tener el alcance de detalle expuesto en la Fase anterior.

En el estudio de transporte Fase II o Fase III es necesaria la toma de información de campo tal como:

- Aforos vehiculares
- Encuestas origen destino (se recomiendan que sean en interceptación de los flujos), se reconoce que se debe tener un diseño muestral para evitar sesgos, pero esta aprobación se deja sujeta al criterio de la interventoría.

---

<sup>7</sup> tomado textualmente de" Requisitos para la elaboración de estudios y diseños fase I prefactibilidad"

- Encuestas de preferencia declarada, tienen como objetivo principal la estimación del valor subjetivo del tiempo de viaje (VSTV) el cual se utilizaría como un dato de entrada en el análisis costo - beneficio, siendo los ahorros en tiempo de viaje los mayores beneficios que se esperan de la construcción de un proyecto vial, de igual manera se utilizan en los modelos de predicción del tráfico como una combinación lineal del tiempo de viaje, costo y atributos.
- Aforos peatonales
- Velocidades

El documento que contiene los requisitos técnicos para la elaboración de estudios y diseños describe adicional a las fases de planeación, la necesidad de usar modelos de macro simulación y micro simulación para estimar los flujos, costos e impactos y para plantear alternativas de solución en los pasos urbanos, al igual que en el estudio para la Fase I, recomienda el uso de algunos software y reconoce el análisis de los flujos de transporte tales como existente, desviado e inducido.

Finalmente dentro de otros análisis que se solicitan en los documentos descritos anteriormente, está el de sensibilidades y el análisis de capacidad y niveles de servicio.

Como se puede observar dentro los requerimientos establecidos, están inmersos de manera poco rigurosa y discriminada, los análisis de tránsito y transporte, presentándose una serie de características necesarias, visto de otra manera -el qué- pero no la metodología mediante la cual se consigue - el cómo-.

### 5.3 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y SU APLICACIÓN EN EL SECTOR TRANSPORTE

El análisis que se presenta a continuación, obedece a la importancia del uso de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) en los procesos de planeación y operación de los sistemas de transporte. El marco de desarrollo e implementación de TIC's presentado a continuación, permitirá en mayor o menor grado recomendar su uso para la explotación de los sistemas de transporte.

TIC, sigla utilizada para denotar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones empleada en Colombia para enmarcar las políticas actuales de un ministerio<sup>8</sup> que antes del año 2009 se llamaba Ministerio de Comunicaciones y que por medio de la ley 1341 de 2009 se le otorgó el nombre de ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones. El objetivo de la ley es “*determinar el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información*”<sup>9</sup>.

---

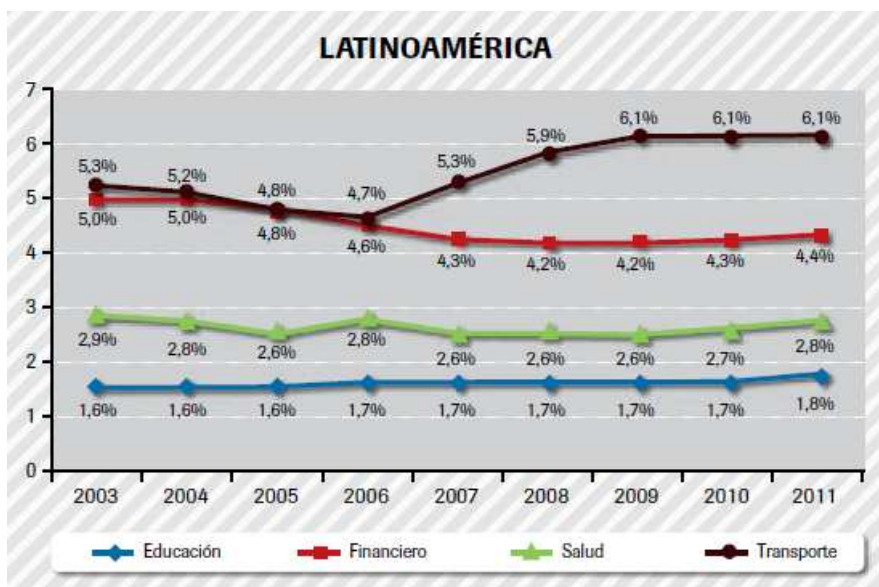
<sup>8</sup>El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es un ministerio de la República de Colombia que tiene como objetivos diseñar, formular, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector TIC, en correspondencia con la Constitución Política y la ley, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y político de la Nación.

<sup>9</sup>Artículo 1, ley 1341 de 2009, Congreso de la República, Colombia, 2009.

La definición de TIC, según lo menciona la anterior ley, es: “el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, video e imágenes”.

Teniendo en cuenta que el sector transporte es determinante en el desarrollo de las ciudades y las regiones, por el impacto que genera en la calidad de vida, en el comercio, y que además es un soporte para el desarrollo económico del país la inversión económica del país en este sector debe obedecer a las necesidades de la Economía. A continuación se presenta una figura en donde se compara la inversión en el sector transporte particularmente en TIC de Colombia y del consolidado de Latinoamérica con los demás sectores de la Economía del país.

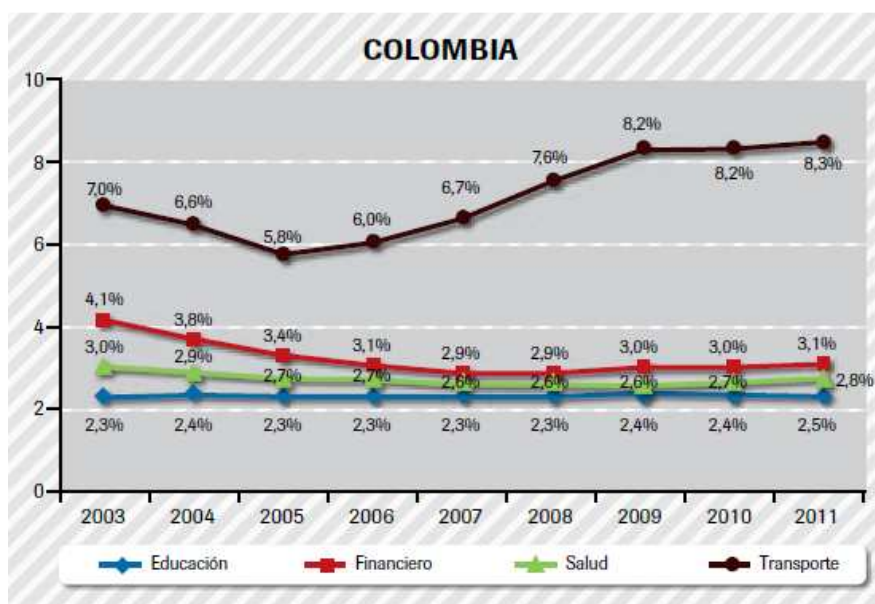
**Figura 5-7: Proporción de gasto en TIC por sector en Latinoamérica**



Fuente: Digital Planet: The Global Information Economy, WITSA, elaboración CINTEL.

A nivel de Latinoamérica, desde el año 2006, se ha evolucionado el tema de la inversión en TIC para el sector transporte; así mismo sucede en Colombia, en donde la evolución de la inversión en TIC tiene un cambio representativo desde el año 2005, a partir del cual se observa un incremento importante versus la inversión de otros sectores, en la siguiente figura se puede evidenciar este comportamiento.

**Figura 5-8: Proporción de gasto en TIC por sector en Colombia**



Fuente: Digital Planet: The Global InformationEconomy, WITSA, elaboración CINTEL.

Se evidencia entonces el cambio en los patrones de inversión en Colombia, que ha visto entonces la necesidad de invertir en TIC del sector Transporte en Colombia desde el año 2005 con el fin de avanzar en el desarrollo del país y la economía.

Desde el Ministerio TIC con el fin de mejorar los sistemas de comunicación y evolucionar las tecnologías de la información proporcionando eficiencia en los

costos y seguridad en el transporte se han realizado procesos de inversión en las TIC asociadas al modo carretero seguidas del modo aéreo principalmente, dejando de lado el sector fluvial y férreo.

### **5.3.1 Sistemas Inteligentes de Transporte**

Todas las tecnologías TIC asociadas con las actividades propias del sector transporte, y que tienen que ver con los sistemas de gestión, infraestructura y medios de transporte es lo que se conoce como Sistemas Inteligentes de Transporte ITS<sup>10</sup> por sus siglas en Inglés (Intelligent Transportation System).

La aplicación de las TIC en el sector transporte, se constituye en un elemento que permite establecer comunicaciones más ágiles, disminuir las congestiones del tráfico, reducir el tiempo utilizado por un viajero en sus desplazamiento, aumentarla seguridad vial, realizar gestión de cobro; entre otras, mejorando de esta manera, su eficiencia, competitividad y productividad.

Dentro de los usos más frecuentes de los ITS, está el diseño y seguimiento de rutas de transporte terrestre de pasajeros, la creación de vehículos inteligentes, el seguimiento y control de los vehículos de carga, la creación de carreteras inteligentes, la optimización de peajes y otras aplicaciones, que con el pasar del tiempo se convierten en necesarias para el desarrollo y evolución del sector transporte.

Las aplicaciones de los ITS se pueden clasificar, según la funcionalidad que prestan al sector transporte, en tres grupos: aplicaciones de seguridad,

---

<sup>10</sup>Los ITS hacen referencia principalmente a la localización, gestión y monitoreo remotos de sistemas de transporte.



aplicaciones de eficiencia y aplicaciones de confort<sup>11</sup>. Este tipo de aplicaciones tienen como objetivo brindar herramientas y ayudas para evitar accidentes, tener mejor señalización en las vías con información en tiempo real, mejorar los tiempos de respuestas en la gestión de accidentes, mantener el usuario informado sobre las condiciones meteorológicas y de tráfico de las vías, control de la velocidad promedio y recolección electrónica de peajes, entre otras<sup>12</sup>. En la siguiente figura se ilustra las aplicaciones de los sistemas inteligentes de transporte – ITS-.

**Figura 5-9: Aplicaciones de los Sistemas Inteligentes de Transporte**



Fuente: IEEE Communications Magazine<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup>DAR, Kashif; BAKHOUYA, Mohamed; GABER, Jaafar y WACK, Maxime. Wireless Communication Technologies for ITS Applications. En: IEEE Communications Magazine. Vol. 48, No. 5 (mayo, 2010); p. 156 – 162.

<sup>12</sup>Revista Colombiana de Telecomunicaciones, volumen 17, Edición 57, Agosto – octubre de 2010; p.11.

<sup>13</sup>DAR, Kashif; BAKHOUYA, Mohamed; GABER, Jaafar y WACK, Maxime. Wireless Communication Technologies for ITS Applications. En: IEEE Communications Magazine. Vol. 48, No. 5 (mayo, 2010); p. 156 – 162.

### 5.3.2 Aplicaciones ITS en Colombia

Como ya se mencionó, los ITS pretenden dinamizar el sector Transporte y generar eficiencia, competitividad y productividad. En Colombia la aplicación de estos sistemas se centra en la implementación de tecnologías mediante la gestión que hace el Departamento Nacional de Planeación y que se denomina Arquitectura Nacional ITS en Colombia, la cual es la integración de los sistemas de transporte en los próximos 15 años.

La Arquitectura Nacional ITS de Colombia *“es una visión compartida entre los actores ITS para lograr que sus sistemas trabajen juntos, puedan compartir información y recursos, para proporcionar un sistema de transporte más seguro, más eficiente y más eficaz en el movimiento de viajeros y de carga. Su objetivo es orientar la planificación, el desarrollo y la integración a nivel nacional”*<sup>14</sup>.

En Colombia las aplicaciones ITS se dividen según su área funcional, y por cada una existen paquetes de servicios. En la siguiente tabla se enumeran los paquetes de servicios.

**Tabla 5-1 Paquetes de servicios ITS en Colombia**

<b>Área Funcional</b>	<b>Nombre</b>
Administración de Almacenamiento de Datos	Almacenamiento de Datos Básico
	Almacén de Datos Virtual ITS
Gestión de Transporte Público	Sistema de Seguimiento de Vehículos de Transporte Público
	Operaciones de Rutas Fijas de Transporte Público
	Respuesta a la Demanda en Operaciones de Transporte Público
	Gestión de Tarifas y Pasajeros del Transporte Público
	Servicios de Seguridad para el Transporte Público
	Servicio de Mantenimiento para el Transporte Público
	Coordinación Multi-modal

<sup>14</sup>Tomado de <http://www.consystec.com/colombia/web/>

	Información al Usuario de Transporte Público
Gestión de Información al Viajero	Difusión de Información al Viajero
	Información Interactiva al Viajero
	Monitoreo de la Red
Gestión de Transito	Sistemas de Control de Tránsito
	Sistemas de Control de Autopistas
	Difusión de Información de Tránsito
	Control de Tránsito Regional
	Gestión de Incidentes
	Pago Electrónico de Peaje
	Gestión y Monitoreo de Emisiones
	Cruce de Ferrocarril Estándar a Nivel
	Gestión de Estacionamientos
	Gestión de Vías Reversibles
	Monitoreo de Velocidad
Gestión de Vehículos Comerciales	Gestión de Flotas
	Gestión de Cargas
	Aduana Electrónica
	Proceso Administrativo de Vehículos Comerciales
	Aduana Electrónica de Paso Fronterizo
	Peso en Movimiento
	Seguridad de Vehículos Comerciales
	Seguridad de Carga
	Mantenimiento de Flotas
Gestión de Materiales Peligrosos	
Gestión de Emergencias	Respuesta a Emergencias
	Ruteo a Vehículos de Emergencia
Gestión de Mantenimiento y Construcción	Monitoreo de Vehículos de Mantenimiento y Construcción
	Mantenimiento de Vehículos de Mantenimiento y Construcción
	Mantenimiento y Construcción de Carreteras
	Coordinación de Actividades de Mantenimiento y Construcción

Fuente:Arquitectura Nacional ITS en Colombia<sup>15</sup>.

<sup>15</sup>Idem.

Dentro de la descripción de la arquitectura, existen subsistemas y conexiones, los cuales una vez descritos los servicios e identificados los actores se generan procesos, estos procesos tienen unos flujos de actividades que incluyen a los viajeros con unos centros de gestión y los vehículos en campo, para mantener comunicaciones y entregar los servicios a los usuarios.

### **5.3.3 Implicaciones de los ITS en la Demanda**

Una vez revisadas las aplicaciones de los ITS y los paquetes de servicios que prestan los mismos dentro de la Arquitectura ITS en Colombia, se puede definir, que la determinante principal de la funcionalidad de los ITS son las aplicaciones de eficiencia (gestión del tránsito y monitoreo de las vías), seguido de la seguridad vial (Prevención de accidentes, gestión de accidentes, notificación de señales de tránsito) y por último el confort (Información, entretenimiento).

Dentro de los beneficios encontrados a nivel mundial de la implementación de ITS se pueden mencionar<sup>16</sup>:

- Mejor información para sus viajes, a través de proveer datos actuales y en tiempo real del sistema de transporte a las personas.
- Respuestas más rápidas a emergencias, debido a la detección por medios electrónicos de accidentes e incidentes de manera temprana.
- Menor congestión, a través del monitoreo continuo de las condiciones de circulación, controles de acceso, sincronización de semáforos y otros.
- Mayor fluidez en la circulación, a través del pago electrónico sin detención en peajes, estacionamientos y otros.
- Mayor seguridad vial, a través de dispositivos incorporados en los vehículos, de entrega de información y de mejor gestión de las vías.

---

<sup>16</sup>Estudio cualitativo: Estudio ITS – IntelligentTransportationSystems en Colombia, CINTEL, 2010, Colombia.

- Mejor control de las flotas, a través del monitoreo remoto de las flotas y comunicación con conductores.
- Mayor efectividad en la entrega de las cargas, proveyendo sistemas automatizados de inspección de vehículos comerciales, ubicación automática de vehículos y de la carga, pagos electrónicos de peaje y combustible, control de conductores.
- Mejoras al medio ambiente, a través de la integración de sensores ambientales en las vías y vehículos con la gestión de condiciones de circulación.
- Promueven el desarrollo de industrias relacionadas.

Como una implicación general de lo anterior, la implementación de estos sistemas pueden generar una variación de la demanda en la medida que de aumentar la eficiencia de la vía y mantener condiciones de seguridad y confort, el incremento en el tráfico debe obedecer a variables macro y no inherentes al estado de la vía en un tramo o sector específico.

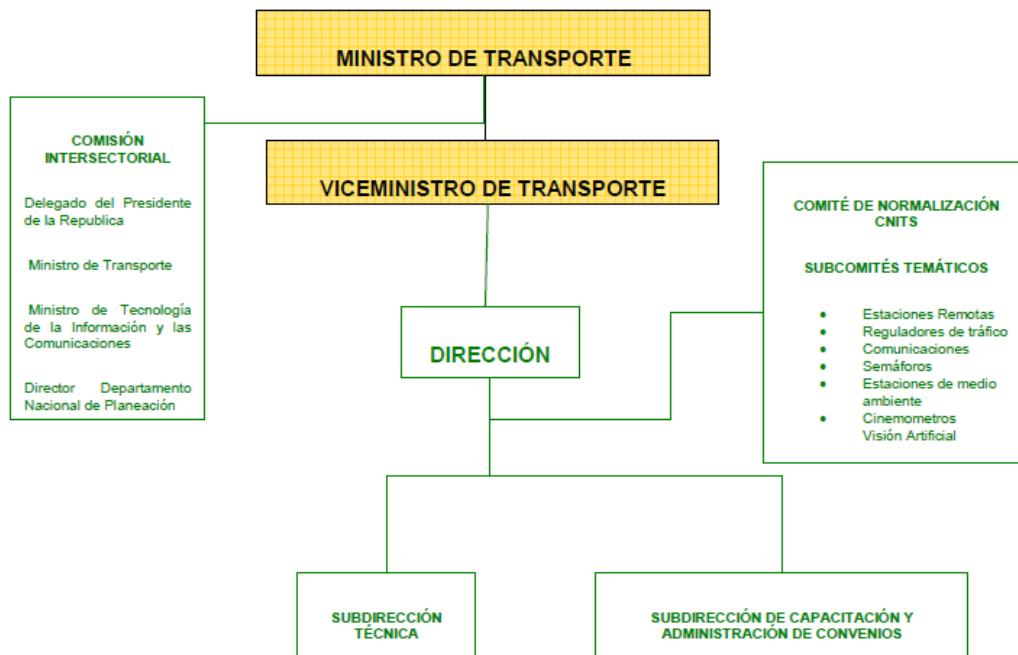
Así mismo, la implementación progresiva de los ITS en las vías nacionales, vista como una implicación directa y positiva ha dado cuenta de beneficios para los usuarios principalmente, que obtienen una información de interés y utilidad para sus desplazamientos; para los administradores y operadores viales en la medida que con el control operativo y funcional de los vehículos en las vías obtienen eficiencia y productividad; y desde luego para la economía del país en la medida que los recorridos se realizan sin inconvenientes mejorando la productividad del sector.

#### **5.3.4 Organismo rector de ITS en Colombia**

Con la evolución e incorporación de los ITS en Colombia, surge la necesidad de estructurar el organismo rector respectivo, para lo cual el Departamento Nacional de Planeación contrato un estudio de consultoría denominado “Estudio para la

estructuración del organismo rector ITS, y del desarrollo del marco normativo ITS para Colombia”. Dicha consultoría propuso la siguiente estructura organizacional:

**Figura 5-10: Estructura organizacional del órgano rector**



Fuente: Consultoría estudio para la estructuración del organismo rector ITS y del desarrollo del marco normativo ITS para Colombia.

En donde la Comisión intersectorial de los sistemas inteligentes de tránsito y transporte estará conformada por:

Un delegado del Presidente de la república

El Ministro de Transporte

El Ministro de Tecnología de la Información y las Comunicaciones

El director del Departamento Nacional de Planeación

Las funciones propuestas para la comisión intersectorial son:

- Difundir conceptos y métodos de los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT)<sup>17</sup>, para Colombia.
- Propender a la coherencia en las decisiones de las entidades evitando las duplicidades y superposiciones de sistemas SIT.
- Velar por la adecuada coordinación entre las entidades que implementen sistemas SIT y sean afines entre ellas.
- Propiciar el desarrollo de políticas de utilización de tecnologías aplicables a los SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE “SIT”, para Colombia;
- Promover y difundir los beneficios de los SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE “SIT” en el sector público y privado.
- Solicitar la información y reportes que se considere conveniente a la Dirección de SIT en relación a los Sistemas Inteligentes de Transporte y el Centro Inteligente de Tránsito y Transporte CICTT y en general en todas las materias de su competencia.

La dirección de sistemas inteligentes de Tránsito y Transporte será una dependencia a cargo del sector central del Ministerio de Transporte; tendrá las siguientes características:

- Creación mediante decreto del Presidente de la República en ejercicio de las facultades Constitucionales consagradas en el numeral 16 del artículo 189 de la Constitución política, modificado la estructura orgánica y funcional del Ministerio de Transporte consagrada en el Decreto 087 de 2011.

---

<sup>17</sup> Se utiliza la sigla “SIT” Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte en lugar de “ITS”

- La dirección estará adscrita al despacho del Viceministro de Transporte, quien tiene asignada las funciones de coordinador sectorial de los SIT.(Artículo 13 Decreto 87 de 2011)
- Se requiere ampliar la planta del personal del ministerio, con cargos de asesores y profesionales especializados para cumplir con las funciones técnico – jurídicas asignadas a la dirección en el decreto que la cree.
- Los perfiles de los profesionales que se seleccionen para ocupar los cargos que se proponen, deben tener conocimiento y experiencias certificadas en Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte “SIT” y Tecnología de Informática y Comunicaciones (TIC).
- Se requiere tramitar ante la Dirección de Presupuesto del Ministerio de Hacienda y crédito público, adición al presupuesto del Ministerio de Transporte.
- Los gastos de funcionamiento estarán en el corto plazo financiados con recursos del presupuesto nacional, dentro de las partidas globales asignadas a cada rubro del presupuesto del Ministerio de Transporte.
- Se deben adelantar las modificaciones en los manuales de funciones requisitos adoptados al interior del Ministerio de Transporte.

Las funciones serán:

- Generar propuestas de políticas para el incentivo de iniciativas de SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE “SIT” que sean armónicos con las políticas generales de transporte y con la iniciativa pública o privada.
- Mantener un Registro de las empresas proveedores, sus desarrollos y características.
- Mantener un Registro de las empresas automotrices que incorporan tecnología SIT a sus vehículos, sus desarrollos y características.



- Realizar seguimiento a las distintas entidades que estén desarrollando proyectos que involucren la implantación de Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte “SIT”, en cuanto al avance, objetivos y plazos
- Proponer las formas en que se pueda acceder a incentivos por la aplicación de nuevos sistemas o actualizaciones y las exigencias en cuanto a resultados, tanto a entidades públicas como privadas
- Desarrollar políticas de transporte y acciones que potencien la implantación y aprovechamiento de los Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte “SIT”.
- Definir metodologías para la evaluación de proyectos SIT dentro del Estado.
- Hacer seguimiento, de los sistemas que se le soliciten, a las distintas entidades que estén desarrollando proyectos, en cuanto al avance, objetivos y plazos.
- Controlar el correcto uso de los SISTEMAS INTELIGENTES DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE “ITS” que se le soliciten, en particular sistemas que deben ser interoperables.
- Propender por la interoperabilidad e interconexión de los SIT con el Centro Inteligente de Tránsito y Transporte “CICTT”.
- Apoyar a la coordinación del Centro Inteligente de Tránsito y Transporte CICTT con las autoridades operadoras, supervisoras y receptoras de la información.
- Realizar auditorías para validar la información que entregan los Sistemas Inteligentes de Transporte “SIT”.

Finalmente el comité de normalización se establece como el órgano técnico encargado de estudiar y plantear las necesidades del sector y elaborar documento y normas que se someterán a la aprobación de la comisión intersectorial.

Los comités técnicos de normalización deben tener como mínimo los siguientes aspectos:

- Una dependencia de la Dirección SIT.
- Un reglamento interno.
- Una estructura Organizativa en Subcomités y Grupos de Trabajo.
- Una estrategia anual de trabajo

Los campos de actividad del comité de normalización son:

- Equipos, sistemas y protocolos de comunicación necesarios para la gestión avanzada de la movilidad.
- La inclusión en dichos sistemas de los equipos necesarios para la captación de información la transmisión de esta aun centro de gestión (CICTT), el tratamiento, análisis y reenvío de la información a entidades competentes o a los ciudadanos.
- Intervención tanto de los equipos de gestión rutinaria de la movilidad como los necesarios para la gestión de emergencias, incidencias y accidentes.
- Incorporación de los equipos necesarios para enviar la información al usuario en tiempo real, de forma dinámica o variable.
- Incorporación de los protocolos y equipos necesarios para la gestión y control del sistema sancionador (en carreteras).

La estructura del comité de normalización que se propuso es:

**Figura 5-11: Estructura del comité de normalización**



Fuente: Consultoría estudio para la estructuración del organismo rector ITS y del desarrollo del marco normativo ITS para Colombia.

En donde:

La Presidencia estará a cargo de miembros directivos de la Comisión Intersectorial de Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte “SIT”.

Y la Secretaría será una Consultoría o ingeniería especializada en temas de movilidad y gestión de la información.

El objetivo es establecer una secretaria de gestión permanente con unas funciones preestablecidas, entre otras:

- Ejecutar labores administrativas de coordinación en los procesos y desarrollos, Se configure como un canal sólido y continuo de transmisión de la información entre los distintos subcomités y entre los subcomités y presidencia del comité
- Apoyo técnico necesario a la elaboración de la documentación e informes para el desarrollo de las sesiones de trabajo o tareas a desarrollar por el comité y los subcomités.

## 6. INNOVACIONES METODOLÓGICAS

El presente capítulo tiene como objetivo reconocer las innovaciones metodológicas en la estimación de la demanda de tráfico. Es importante aclarar que los temas se reconocerán y se tocarán con la profundidad requerida para el cumplimiento del objeto del Trabajo de Grado, sin llegar a los detalles minuciosos que cada método incluye.

### 6.1 MODELOS DE PREDICCIÓN DEL TRÁFICO

Los flujos de tráfico tomados en el mismo sitio durante diferentes días, tienen tendencias similares, debido a que esta tendencia puede influir en la predicción de la demanda de tráfico, diferentes autores han propuesto modelos de predicción de la demanda de tráfico basados en la serie de tiempo, los modelos comúnmente utilizados se encuentran en (Chenyiet al, 2012) y se presentan a continuación:

- Modelo de predicción de tráfico en función de auto regresivo media Móvil (ARMA), consiste en un modelo de regresión paramétrico que supone que el valor de la serie histórica en el próximo periodo se debe determinar por los términos autoregresivos.
- Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) es una generalización del modelo ARMA, que tiene como objetivo eliminar la tendencia de la serie de datos.
- Modelo estacional (SARIMA) asume que existen tendencias periódicas en el sistema.
- Predicción del tráfico basado en el vector de regresión (RVS) modelo de regresión no paramétrica.

- Predicción del tráfico utilizando redes bayesianas (BNS) representa la incertidumbre inherente a la relación entre variables aleatorias.
- Predicción del tráfico basado en redes neuronales (FFNN) se utiliza generalmente en el reconocimiento de patrones de tráfico basado en la predicción, tiene como objetivo determinar la relación entre valores históricos y valores futuros, de manera detallada.
- Predicción del tráfico basado en el análisis del vecino más cercano (NNA), interpola los valores de los puntos conocidos para determinar el valor del siguiente periodo del punto conocido.

## **6.2 MODELOS BASADOS EN ACTIVIDADES**

En las últimas décadas, muchos estudios se han realizado con el fin de tratar de entender la naturaleza de la demanda de viajes. La demanda de viajes se deriva de las necesidades humanas para participar en las actividades que se distribuyen en el tiempo y el espacio. Los modelos que simulan la demanda de viajes con un enfoque basado en las actividades obtuvieron una atención cada vez mayor, esto es debido a su sólida base en la teoría del comportamiento y su capacidad para modelar la respuesta de las personas de viajar como políticas de gestión de la demanda.

Al reconocer que el viaje es una exigencia derivada de las necesidades de los individuos para llevar a cabo las actividades, los investigadores han llegado a ser cada vez más interesados en el análisis y la predicción de las actividades de los individuos y las implicaciones en términos de viajes. Los modelos basados en la actividad tienen por objeto predecir qué actividades se llevan a cabo a diario, por quién, por cuánto tiempo, en qué momento; se utiliza la ubicación y el modo de transporte cuando se tratara de viajar (Sammour et al, 2012).

En la actualidad los modelos basados en actividades han llegado a un desarrollo importante, actualmente están haciendo la transición a la práctica con la intención de reemplazar los modelos basados en viajes (Arentze et al., 2011), no obstante estos modelos basados en actividades tienen una restricción importante y es que toman un día como la unidad de observación y no tienen en cuenta las interacciones de las actividades a través de los días. (Bayarri, 2007) utiliza modelos de cadena de Markov para analizar los patrones recurrentes dentro de los individuos a través de un período de varias semanas y se encontró una considerable heterogeneidad entre los individuos en términos de tales patrones. (Bhat, 2005) utilizó un modelo de riesgo multivariado para analizar los ritmos semanales en la participación del individuo en la vida social, la recreación y las actividades comerciales personales.

### **6.3 DETERMINACIÓN DE MATRIZ ORIGEN - DESTINO DE VIAJES**

La estimación de matrices Origen-Destino (OD) de viajes es un proceso esencial para la gestión del tráfico en un enfoque basado en viajes. Existen diferentes metodologías las cuales se combinan, de manera eficiente, tal es el caso de la información obtenida en el conteo de enlaces -volúmenes- con otros datos -matriz previa o de destino, los datos socioeconómicos, etc.-. Los métodos más ampliamente utilizados para la estimación de la matriz OD se basan, entre otros, en las técnicas de programación matemática, como por ejemplo, métodos de mínimos cuadrados (Cascetta y Nguyen, 1988), los métodos basados en la entropía o información (Willumsen, 1984), técnicas estadísticas clásicas (Hazelton, 2000), los métodos estadísticos basados en el teorema de Bayes (Maher, 1983) o metodologías recientes que utilizan redes bayesianas para predecir los flujos de tráfico (Sun et al., 2006, Castillo et al., 2008), no obstante en las metodologías mencionadas anteriormente se identifican una serie de

dificultades en la recolección de la información, los cuales generan en últimas incertidumbre y falta de precisión en la toma de decisiones, entre ellas están:

- OD cubriendo regla. Puntos de conteo de tráfico deben estar situados de forma que se observa una cierta porción de los viajes entre cualquier par OD.
- Máxima regla fracción de flujo. Para un par OD particular los puntos de conteo de tráfico en una red de carreteras deben estar situados en los vínculos con la mayor fracción del flujo de OD.
- Interceptar mayor cantidad de flujos. Dado un cierto número de enlaces que se deben observar, los enlaces seleccionados debe interceptar la mayor cantidad posible de flujos.
- Regla de la independencia Link. El punto de conteo de tráfico debe estar ubicado en la red para que los conteos de tráfico que resultan en todos los enlaces elegidos son linealmente independientes.

Como opción para superar estas dificultades ( Mínguez et al., 2010) propone profundizar en la exploración por el método de las placas como opción al problema de ubicación y algunos métodos para optimizar la localización de los dispositivos de tráfico teniendo en cuenta las (i) reducción al mínimo presupuesto sujeto a completar identificabilidad de la ruta, (ii) la ruta máxima identificabilidad sujetos a limitaciones presupuestarias, y (iii) la consideración de los escáneres de placas existentes, utilizando elementos tecnológicos como la ubicación de transmisores instalados al interior de los vehículos, GPS.

## **6.4 USO DEL SUELO**

Diferentes autores debaten acerca de si existe una relación directa entre el uso del suelo y la generación de territorio debido a la construcción de nuevas vías, de hecho lo definen como uno de los misterios perdurables en la planificación moderna, (Funderburg et al, 2010), menciona que luego de una revisión de la literatura Giuliano (2004) encontró que en cuanto a las carreteras y los patrones de crecimiento metropolitano, las carreteras pueden tener importancia e impactos de crecimiento y cambios en el uso del suelo en los primeros años de entrada en funcionamiento, pero los impactos de crecimiento se habían convertido en pequeños o cero en el momento en que el sistema madura, situación que puede explicar la conclusión obtenida por (J P Morgan, 1997), "Tasas de crecimiento excesivamente optimistas, en particular porque se basaban en la esperanza de que se produjeran nuevos desarrollos inmobiliarios en el área de influencia de la carretera".

De acuerdo con lo anterior, si bien es cierto que la generación de nuevos proyectos viales causa un cambio en el uso del suelo y nuevos desarrollos, la cuantificación de éstos se debe realizar de manera conservadora.

## **6.5 REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES**

El avance metodológico en el aprovechamiento del desarrollo de herramientas tecnológicas para complementar o sustituir actividades que se realizaban anteriormente de otras formas ha ido en aumento en los últimos años, tal es el caso de la utilización de herramientas como el uso del GPS, el cual ha sido últimamente utilizado para rastrear movimientos de los individuos y transmitir de manera simultánea su ocurrencia; adicionalmente al rastro del desplazamiento en si por medio del cual se puede determinar la ruta elegida por una persona también se pueden conocer de manera puntual la velocidad y tiempo de recorrido del



mismo individuo, aspectos que complementan de manera satisfactoria las encuestas origen destino realizadas de manera convencional.

Estudios realizados han identificado que una de las desventajas evidenciadas al realizar este tipo de análisis, es que los dispositivos GPS especializados para tal fin tienen inconvenientes con la disponibilidad que las personas tengan para conseguirlo y con el consumo de energía. Es entonces el uso de un teléfono inalámbrico -Smartphone- puede suplir esa necesidad, no obstante para efectos de transmisión en línea tiene inconvenientes por el tiempo que tarda el envío de datos, el cual es muy superior a un GPS especial para estas actividades (Birlare et al, 2013).

De igual forma existe una serie de sensores inalámbricos que utilizan diversas tecnologías dentro de las cuales se pueden listar wireless, App LAN, ad hoc entre otros. Los sensores inalámbricos son una de las teorías emergentes en el seguimiento de objeto móvil en una red (Tasi et al, 2007).

La popularidad de las tecnologías de comunicación inalámbrica y tecnologías de micro-sensores embebidos ha mejorado en gran medida el desarrollo de redes de sensores inalámbricos. Redes de sensores inalámbricas son una especie de red distribuida utiliza para proporcionar acceso a Internet a los sensores, controles y los procesadores que están profundamente incrustadas en equipos, instalaciones y medio ambiente. Redes de sensores inalámbricas se componen de muchos nodos de sensores inalámbricos de bajo costo; cada uno capaz de recoger, procesar y almacenar la información del medio ambiente, y la comunicación con los nodos vecinos (Tasi et al, 2007).

## 6.6 INCERTIDUMBRE

Las incertidumbres asociadas con el uso de modelos de demanda de tráfico son una parte olvidada de este modelo de desarrollo, y es parte fundamental en la confiabilidad de los pronósticos. Las incertidumbres se pueden dividir en dos grupos: uno que se refiere a condiciones como las previsiones demográficas, el desarrollo económico, el uso del suelo y el sistema de transporte, y una segunda parte relativa a las incertidumbres en el modelo de demanda estimada del viaje (Hugosson, 2005).

Un ejemplo de los métodos utilizados para determinar la incertidumbre es el método Jackknifeo la navaja de bolsillo, consiste en realizar  $n+1$  cálculos, donde  $n$  es el tamaño de la muestra; de otra parte el método Bootstrap o de arranque, se utiliza principalmente para corregir errores estándar, corrigiendo el sesgo y consiste en un proceso de remuestreo independiente, todos los tamaños de las muestras son iguales, las nuevas muestras se utilizan para calcular los parámetros de interés, con cada conjunto de datos se calcula la media de los valores esperados, de igual manera se puede calcular el error estándar, corregir los sesgos y calcular los intervalos de confianza, estos modelos dejan de la lado la incertidumbre de entrada (Jong, 2005).

Para determinar la incertidumbre de entrada normalmente se utiliza el método de Monte Carlo, generalmente se utilizan como variables de entrada el ingreso disponible en los hogares, la propiedad de automóviles población por grupos de edad, tamaño del hogar entre otras.

La incertidumbre se expresa en términos de:

- La variación de las previsiones
- Su desviación estándar
- Su intervalo de confianza del 95%

- Los percentiles de la distribución, por ejemplo, el más bajo del 1% o el 5% de las previsiones de flujo de ingresos o vehículo.

El manejo de incertidumbre en contratos de vías de peaje o tipo BOT (Build Operate Transfer), se puede dar por medio de sensibilidades o en otros casos en contratos de duración determinada pueden, y de hecho, hacen imposible el cumplimiento del contrato de concesión.

Como alternativas de solución ante este aspecto, se genera la renegociación de los contratos para restablecer el equilibrio financiero lo cual tiene consecuencias económicas indeseables. En otros casos se generan contratos con plazo flexible con el objetivo de lograr precios eficientes y la recuperación de costos, sin renegociación de contratos esta alternativa puede aplicarse con relativa facilidad. En este caso, la relación entre la incertidumbre del tráfico y la incertidumbre ingresos desaparece, por lo cual la duración del contrato se reduce en el caso de alta demanda y se amplía si los niveles de tráfico son bajos (Jong, 2005).

## 7. ANÁLISIS DEL CONTEXTO COLOMBIANO

Con el objetivo de analizar las variables socioeconómicas, culturales y de conflicto, entre otras, propias del medio Colombiano, que afecten de forma directa los resultados obtenidos en los estudios de demanda de tráfico, en este capítulo se determinará las relaciones que existen entre las diversas variables socioeconómicas, culturales y de conflicto, y el crecimiento que ha surtido el volumen circundante por las vías nacionales representado en el Tránsito Promedio Diario (TPD).

En principio, este análisis permite identificar la relación entre el comportamiento del tráfico histórico observado, con el comportamiento histórico de diferentes variables, económicas, de conflicto social, culturales y político administrativas, con el fin de analizar aspectos propios del contexto Colombiano y verificar la relevancia y pertinencia de éstas a la hora de estudiar la demanda de transporte en la infraestructura vial.

En concordancia con lo anterior, las variables estudiadas incluyen:

- Población: Se tiene información disponible<sup>18</sup> de la serie histórica de población departamental en los años 1985-2005 y las proyecciones 2005-2020.
- PIB total y PIB per cápita<sup>18</sup>, datos constantes agrupados, en diferentes series:
  - Para los años 1980 a 1995 se cuenta con información con base en el año 1975, es decir los precios constantes corresponden al año 1975.
  - Para los años 1990 a 2005, se cuenta con información con base 1994. es importante aclarar que por tratarse de datos con bases diferentes, las series no se pueden unir.

---

<sup>18</sup> Información obtenida del Departamento Nacional de Estadística DANE

- Para abordar el tema de conflicto, se utilizó la información correspondiente a la serie estadística de secuestros (simple y extorsivo) en el periodo 1962 - 2003<sup>19</sup> agregados a nivel nacional y la serie 1996- 2005<sup>20</sup> para datos agrupados por departamento.
- De acuerdo con la clasificación realizada por el DANE en cuanto a consumo cultural se incluyen actividades como: Trabajo, cuidado personal, estudio, cocinar, deporte, recreación, viajar entre otras; teniendo en cuenta estas actividades asociadas al consumo cultural en el país, como variable cultural representativa en el Tránsito Promedio Diario (TPD) se utilizó el % del PIB<sup>18</sup> utilizado en el sector Hotelería y restaurantes, el cual representa la influencia del turismo y viajes en la economía nacional, la serie histórica disponible de esta variable es 1990 a 2005 en precios constantes de 1994.
- Finalmente la variable que representa el volumen circundante por las vías nacionales es el Tránsito Promedio Diario (TPD)<sup>21</sup> la serie histórica disponible es de 1968 a 2012.

Con lo dicho anteriormente y de acuerdo con la información disponible, el análisis se limita a la serie histórica de 1990 a 2005 años en los cuales se cuenta con mayor información.

El análisis presentado a continuación se realiza para el nivel Nacional agrupando los datos de la totalidad de departamentos y a nivel regional con los datos segregados; el nivel regional se presentará para los departamentos de Cesar y Antioquia departamentos en los cuales ocurrió el mayor numero de eventos de conflicto y Norte de Santander y Nariño por ser departamentos fronterizos, los

---

<sup>19</sup> Datos obtenidos del Departamento Nacional de Planeación, indicadores de violencia

<sup>20</sup> Datos procesados a partir de fuentes DIJIN, Fondelibertad, Ministerio de Defensa Nacional

<sup>21</sup> Información obtenida de las cartillas de volúmenes vehiculares INVIAS

datos y relaciones encontradas en los departamentos restantes se encuentran en el anexo b y c.

Los análisis realizados se presentan en el siguiente orden: primero la relación del volumen (TPD) con la variable de conflicto, seguido por la relación de TPD con la variable cultural y finalmente TPD y las variables PIB y Población respectivamente, en todos los casos se presentarán las relaciones en valores absolutos de cada una de las variables, seguido por las diferencias relativas en cada uno de los años expresada en porcentajes.

## **7.1 NIVEL NACIONAL**

Con el fin de analizar la influencia de las diferentes variables con el volumen circundante por las vías, representado por el TPD, se utilizó la información histórica de las estaciones de conteo del INVIAS como se mencionó anteriormente, realizando la depuración de la información y utilizando únicamente las estaciones de conteo que tuvieran información durante los mismos periodos, las estaciones de conteo utilizadas para la determinación de este análisis se presentan en el anexo a y su representación gráfica se encuentra en la Figura 7-1.

**Figura 7-1 Tramos viales incluidos en el análisis a nivel Nacional**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG Nacional

Los valores promedio obtenidos en cada uno de los departamentos dará como resultado el TPD departamental y la suma de los valores promedios de la totalidad de departamentos en los cuales existe información será el TPD Nacional que utilizaremos en esta sección.

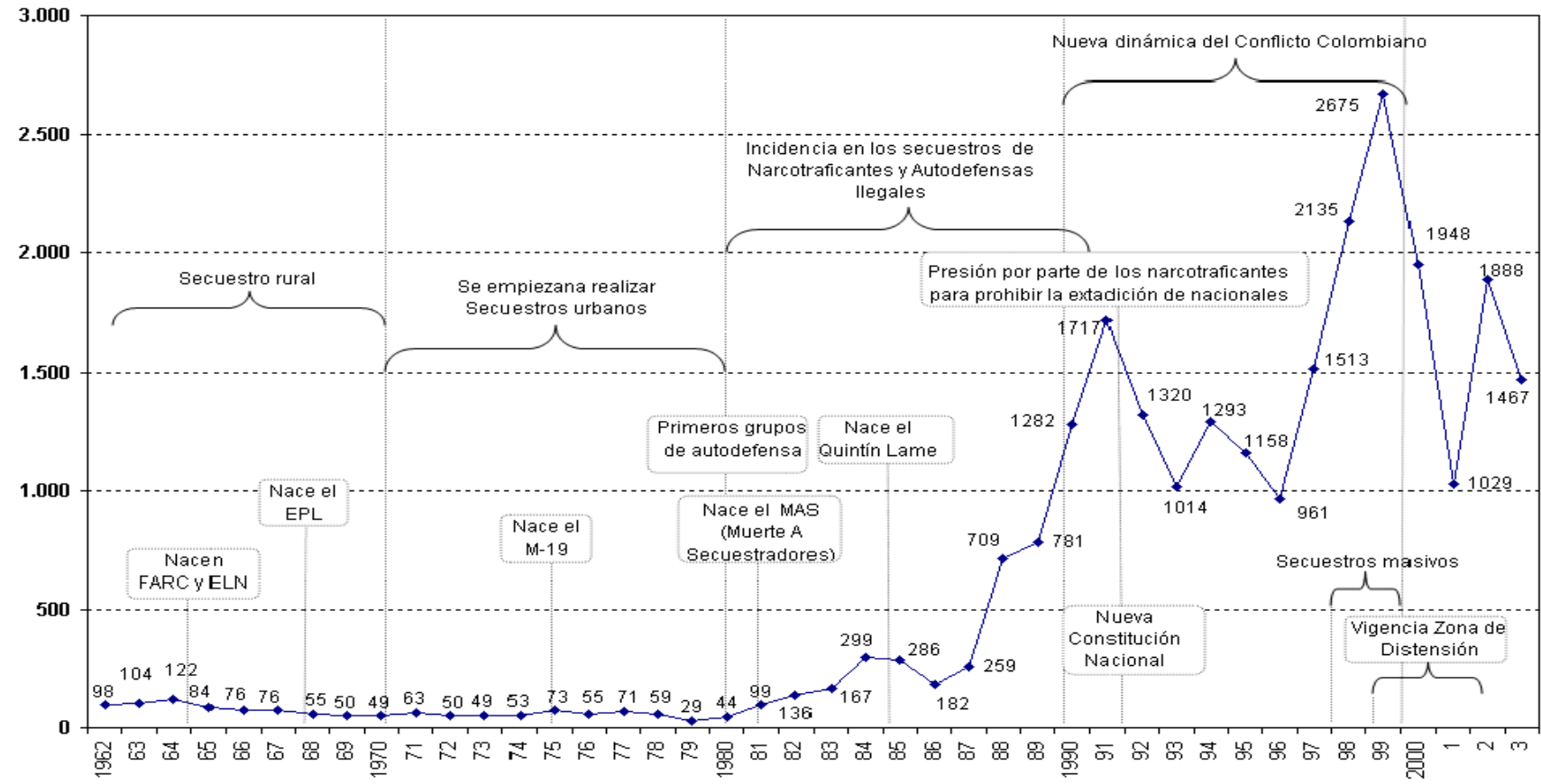
A continuación se presenta la relación de este TPD promedio nacional con las diferentes variables a estudiar:

### **7.1.1 Conflicto**

A nivel nacional se tienen los datos agregados de la variable de conflicto estudiada secuestros (simple y extorsivo) la tendencia en el periodo de 1962- 2003 se presenta en la Figura 7-2, como se puede observar, entre el año 1997 y 2001 la dinámica del secuestro aumenta de manera considerable, en la Figura 7-2 se puede evidenciar que durante este periodo es la llamada nueva dinámica del conflicto Colombiano y entre el año 1998 a 2000 es que ocurren los secuestros masivos.



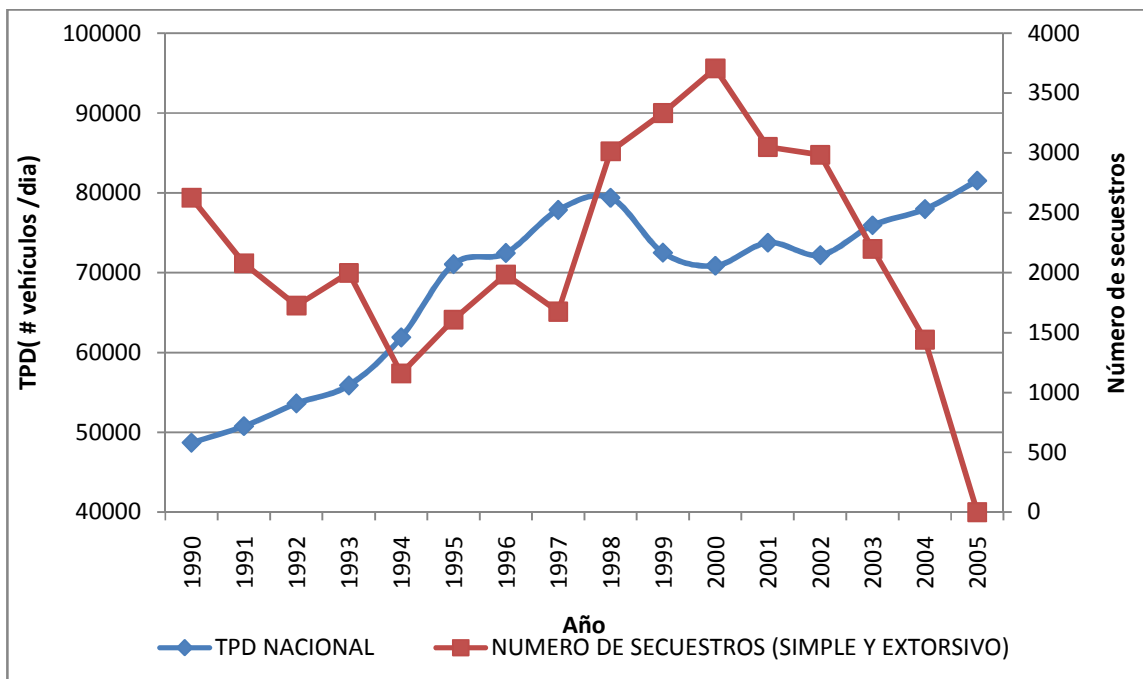
**Figura 7-2 Secuestro simple y extorsivo**



Fuente: El secuestro en Colombia caracterización y costos económicos, Departamento Nacional de Planeación, 2004.

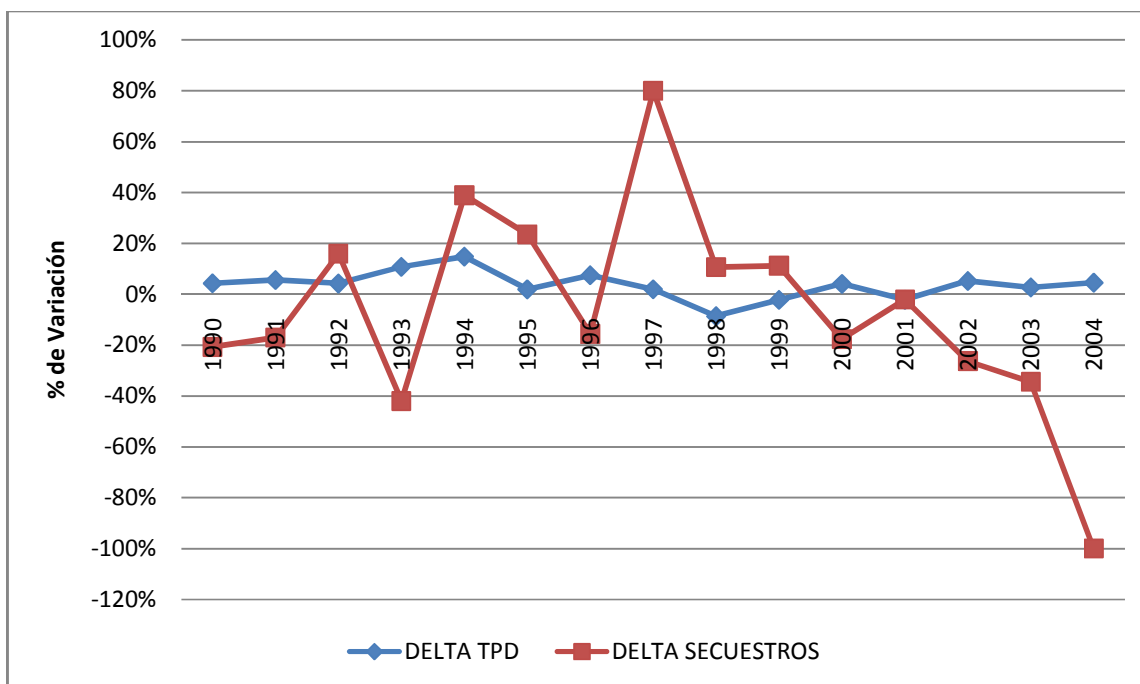
En el Gráfico 7-1 se puede observar que la época de secuestros ocurrida entre el año 1990 al año 1992 no afectó el comportamiento de circulación de los usuarios de las vías, mientras que la nueva dinámica del conflicto Colombiano, época en que ocurren los secuestros masivos entre el año 1998 y 2002, afecta la tendencia de crecimiento del volumen, en el Gráfico 7-2 se presenta el % de variación (crecimiento o decrecimiento) en cada uno de los años para las series de secuestro simple y extorsivo y TPD Nacional, de este gráfico se puede inferir que entre los años 1992 y 1993 mientras el número de secuestros disminuyó, el volumen aumentó, de igual manera se observa que entre el año 1996 y 1998 el volumen tuvo un comportamiento decreciente y el número de secuestros obtuvo el mayor crecimiento entre el año 1999 y 2000 el número de secuestros disminuye y el volumen aumenta aunque el comportamiento es inestable, siendo solo hasta el año 2002, en donde la tendencia del volumen es creciente y cae el número de eventos de secuestros.

**Gráfico 7-1: Relación TPD y secuestros (simple y extorsivo) a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

**Gráfico 7-2: Variación anual del TPD y secuestros a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

En la Tabla 7-1 se consigna la información de conflicto disponible, de la cual se concluye que Antioquia, Cesar, Valle del Cauca y Santander son los departamentos más afectados por los secuestros de igual manera se evidencia que el mayor número de eventos se presentó en el año 2000, con un total nacional de 3572.

**Tabla 7-1 Secuestros (simple y extorsivo) por Departamento**

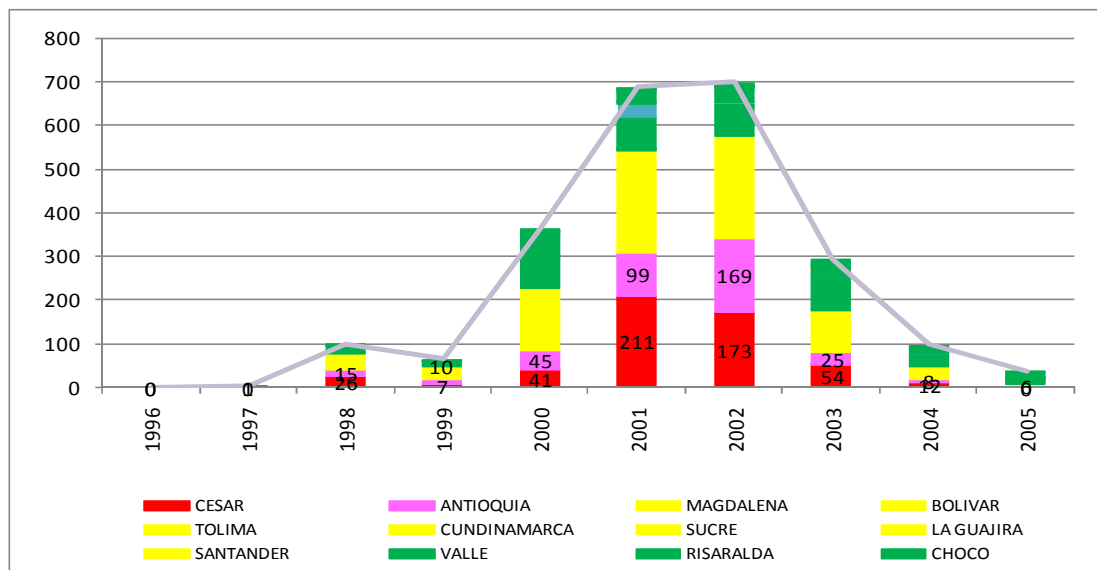
<b>Departamento</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total por Departamento</b>
Antioquia	299	326	542	587	683	579	524	280	210	62	68	51	49	12	28	33	18	4.351
Cesar	86	138	324	201	281	398	301	178	62	13	14	6	13	7	10	3	11	2.046
Valle del Cauca	62	82	152	329	254	166	150	79	71	47	49	38	35	15	33	43	24	1.629
Santander	50	135	183	247	305	128	139	96	56	31	10	10	8	5	9	12	2	1.426
Bogotá, D.C.	62	59	104	149	169	52	84	186	168	36	75	51	30	18	13	11	49	1.316
Meta	36	76	158	165	113	114	124	116	102	86	72	17	41	15	5	16	10	1.266
Cundinamarca	22	33	119	125	214	179	224	141	36	57	43	30	13	5	4	10	9	1.264
Tolima	18	39	77	88	125	145	134	99	83	64	61	74	38	8	6	7	9	1.075
Norte de Santander	49	80	179	207	145	111	45	35	35	22	29	20	37	10	12	13	20	1.049
Magdalena	37	44	138	124	140	89	176	98	65	14	26	16	9	3	8	1	7	995
Bolívar	30	118	114	119	248	123	89	30	53	31	19	7	6	0	1	2	4	994
Cauca	16	69	58	67	87	72	50	91	94	60	42	18	21	15	27	18	20	825
Casanare	12	45	89	99	106	125	79	47	39	23	18	7	3	9	12	11	16	740
Nariño	21	76	35	19	83	34	50	71	48	61	33	34	18	22	17	32	20	674
Sucre	36	64	30	108	71	96	106	63	39	13	10	1	2	1	2	1	0	643
Huila	25	27	59	65	63	59	84	63	75	23	17	8	16	7	7	8	5	611
La Guajira	27	44	66	48	46	119	88	75	39	16	5	5	6	4	6	5	10	609
Caquetá	18	35	92	76	67	33	62	57	17	27	23	19	21	8	8	13	8	584

<b>Departamento</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Total por Departamento</b>
Boyacá	5	6	47	118	52	72	56	61	20	10	9	10	1	4	3	1	17	492
Chocó	23	25	20	26	47	47	82	62	35	16	13	18	32	7	7	9	3	472
Caldas	10	14	22	52	94	40	101	44	9	24	5	6	2	4	8	6	4	445
Arauca	17	18	23	18	35	39	43	43	14	12	9	31	5	8	36	21	32	404
Risaralda	19	14	19	67	48	33	37	56	22	23	15	14	8	4	4	3	2	388
Atlántico	26	22	25	24	30	19	9	5	11	9	6	10	5	5	1	4	3	214
Putumayo	16	7	13	20	18	3	10	15	14	4	8	12	12	11	10	12	0	185
Córdoba	10	17	4	29	41	26	8	6	6	2	2	7	4	2	3	6	1	174
Guaviare	3	4	76	4	0	2	5	1	2	11	4	0	0	2	2	2	0	118
Vaupés	0	0	68	0	0	0	0	2	8	1	0	0	0	1	0	0	0	80
Quindío	3	3	4	8	5	14	14	15	5	0	0	0	2	1	0	1	0	75
Vichada	0	0	20	10	1	0	8	3	0	2	2	0	0	0	0	1	1	48
Guainía	0	1	0	5	1	0	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	12
<b>TOTAL</b>	<b>1.038</b>	<b>1.624</b>	<b>2.860</b>	<b>3.204</b>	<b>3.572</b>	<b>2.917</b>	<b>2.882</b>	<b>2.121</b>	<b>1.440</b>	<b>800</b>	<b>687</b>	<b>521</b>	<b>437</b>	<b>213</b>	<b>282</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	<b>25.208</b>

Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios

De otra parte y a partir de la información suministrada por la dirección operativa para la defensa de la libertad personal de Ministerio de Defensa Nacional, se obtuvieron los datos de secuestros en retenes ilegales mal llamadas "pescas milagrosas" durante el periodo comprendido entre el año 1998 y 2005, la mayor cantidad de eventos registrados se dieron en los años 2001 y 2002, al igual que en la base de secuestros simple y extorsivos, los departamentos de Cesar y Antioquia fueron los más afectados con este tipo de flagelo en vía, lo anterior se puede observar en el Gráfico 7-3 en el cual se muestra en escala de colores y de manera agrupada la suma de eventos registrados, los valores graficados correspondientes a los departamentos de Cesar en rojo y Antioquia en magenta los cuales son valores únicos, mientras que las series amarilla y verde agregan los valores de varios departamentos enunciados en la leyenda del gráfico.

**Gráfico 7-3: Secuestros en retén ilegal por Departamento**

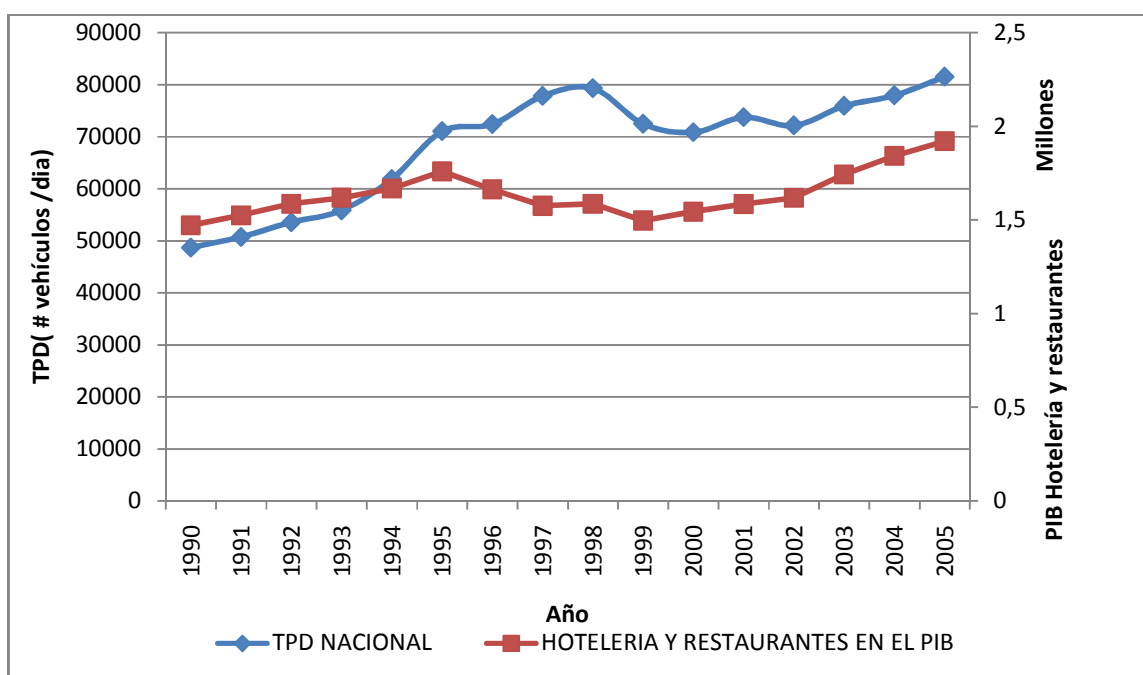


Fuente: Dirección Operativa para la Defensa de la Libertad Personal de Ministerio de Defensa Nacional, Cálculos propios.

### 7.1.2 Cultura

De acuerdo con lo definido y descrito anteriormente, la variable representativa de los aspectos culturales adoptada es el PIB del sector hotelaría y restaurantes, a continuación se presenta su relación con el TPD promedio Nacional y la respectiva variación anual expresada en porcentaje.

**Gráfico 7-4: Relación TPD y PIB sector Hotelaría y Restaurantes a Nivel Nacional en millones**

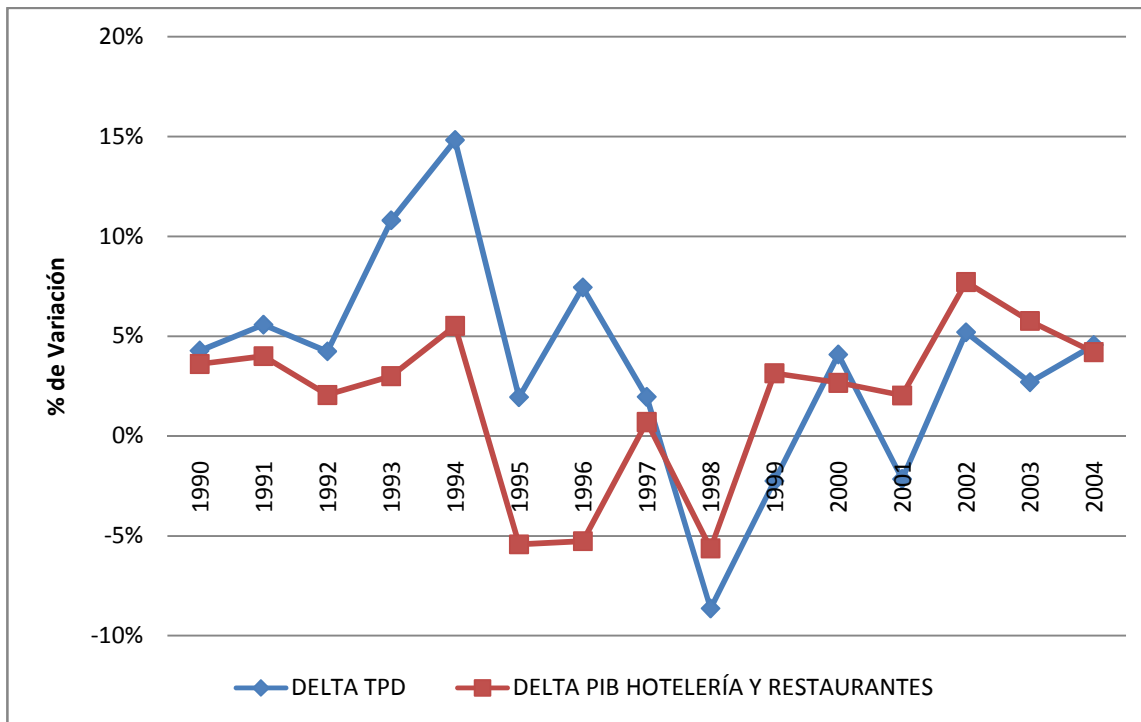


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

En el Gráfico 7-4 y Gráfico 7-5 se observa que tanto la tendencia del volumen como la del porcentaje de crecimiento son similares en comportamiento más no en valor, entre los años 1990 y 1995, esta condición difiere durante los periodos 1995-1996, 1999-2000, y 2003-2004.

Ahora bien si se analiza la magnitud de los porcentajes de crecimiento, se observa que la variación en el volumen es mayor que en la variable de PIB en hotelaría y restaurantes.

**Gráfico 7-5: Variación anual del TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

### 7.1.3 Variables socio económicas

Como se mencionó anteriormente, las variables socioeconómicas analizadas corresponden a la Población y al PIB total en precios constantes.

#### 7.1.3.1 PIB Total

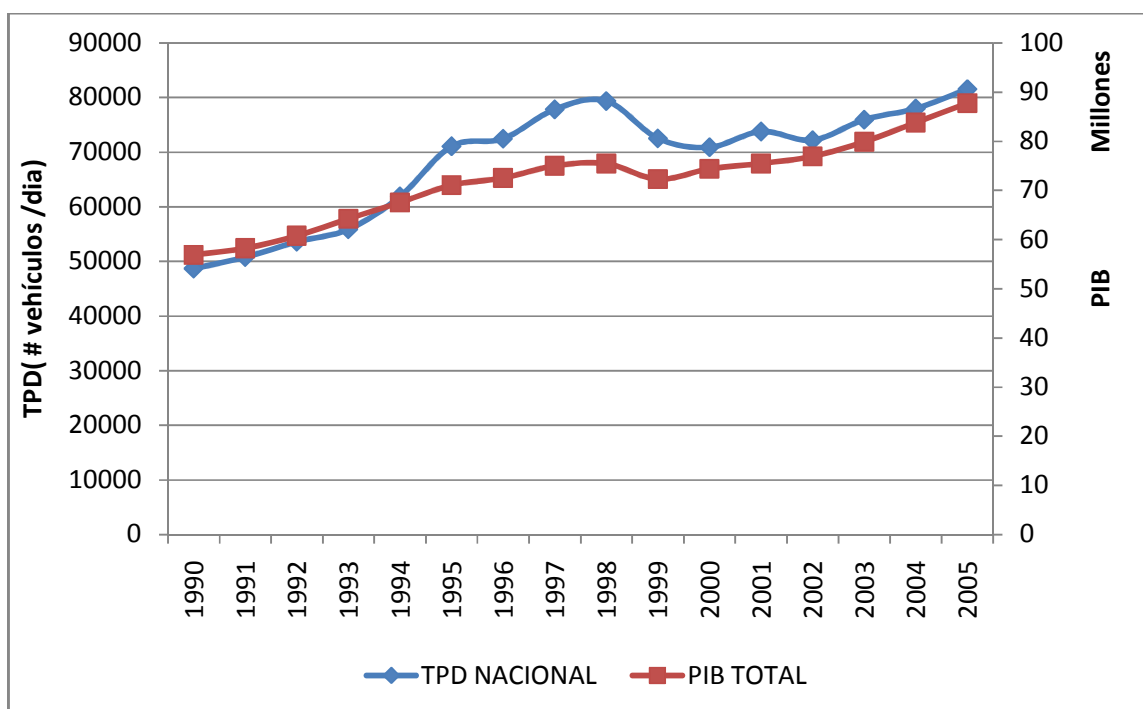
A continuación se presenta el en donde se observa la relación del TPD y el PIB total, la serie de PIB se tomó con precios constantes de 1994.

En el Gráfico 7-6 se presenta el comportamiento histórico del TPD Nacional y el PIB (proyección realizada por el departamento nacional de estadística (DANE) en precios constantes de 1994) en valores absolutos, y el Gráfico 7-7 se presenta el



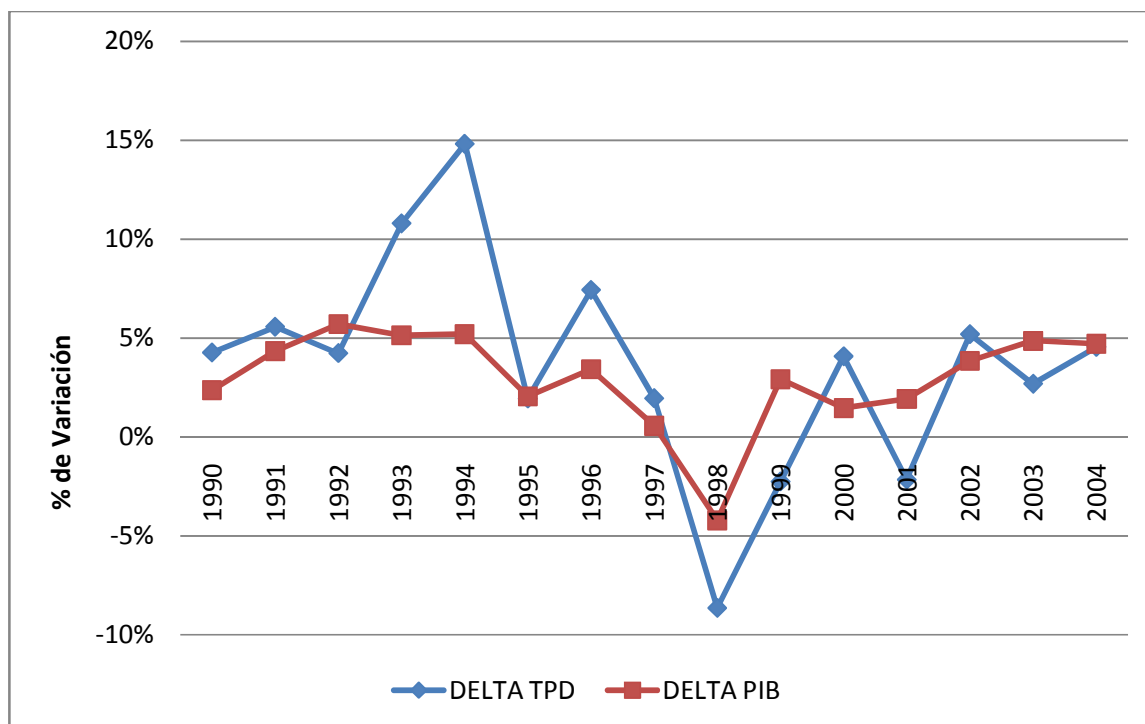
porcentaje de variación anual de cada una de las dos variables, del análisis de los dos gráficos se concluye que el decrecimiento más importante del PIB Nacional ocurrió durante el periodo entre 1996 y 1998, en este mismo periodo el volumen circundante por la red vial también disminuyó con mayor magnitud, de otra parte la tasa de crecimiento más alta del volumen ocurrió durante el periodo 1992-1994 años en los cuales el la tasa de crecimiento del PIB se mantuvo relativamente constante.

**Gráfico 7-6: Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994 a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

**Gráfico 7-7: Variación anual del TPD y PIB a Nivel Nacional**



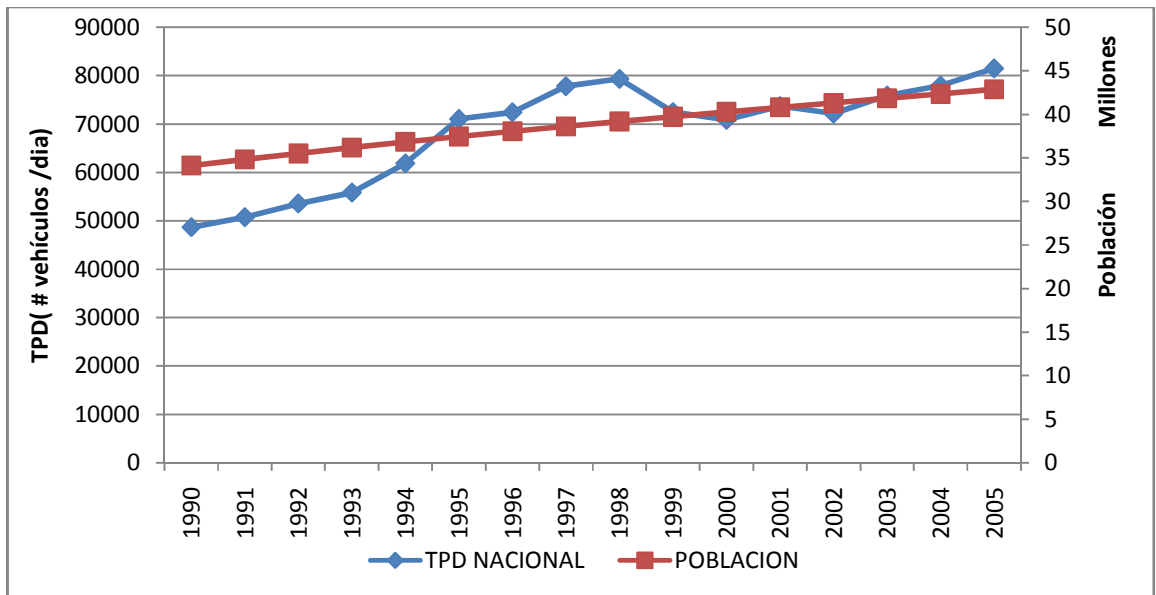
Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

### 7.1.3.2 POBLACIÓN:

En cuanto a la variable referente a la población, ésta no representó la tendencia de crecimiento del TPD tal como se presenta en el Gráfico 7-8 y el Gráfico 7-9; lo anterior se explica en el comportamiento del histórico de la variable población, la cual consiste en las proyecciones emitidas por el DANE, este ejercicio se realiza a partir de la información disponible y comúnmente usada en el medio.

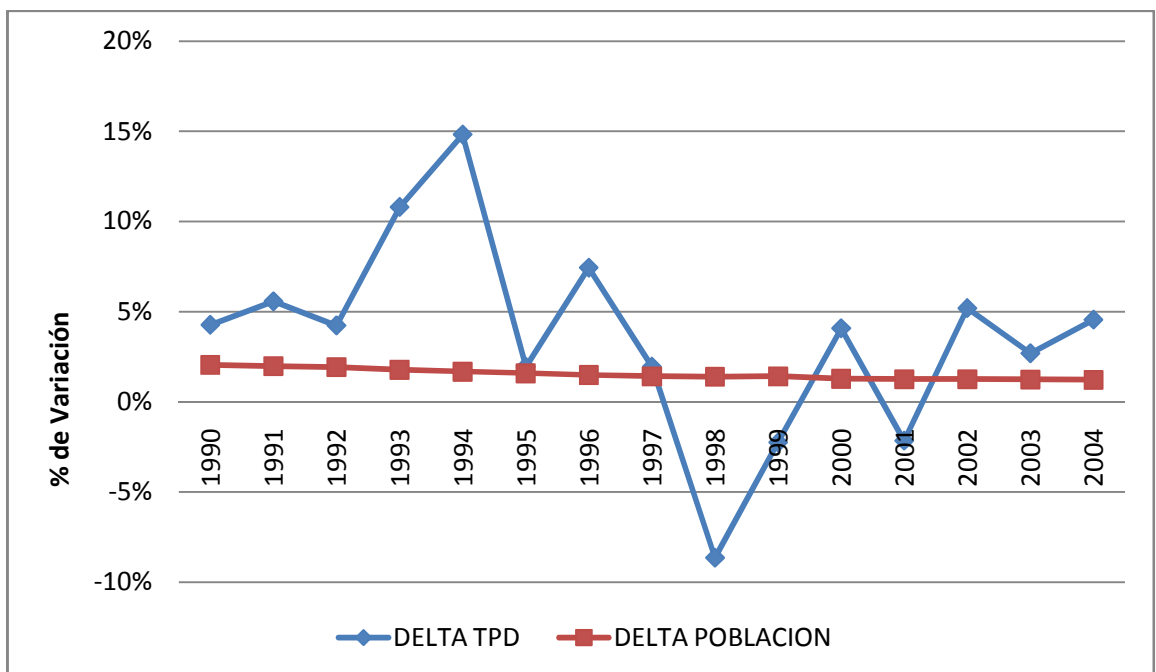
Debido a lo encontrado (la variable población no tiene correlación con el comportamiento del volumen), no se realizará este análisis en el nivel regional.

**Gráfico 7-8: Relación TPD y Población a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

**Gráfico 7-9: Variación anual del TPD y Población a Nivel Nacional**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

## **7.2 NIVEL REGIONAL**

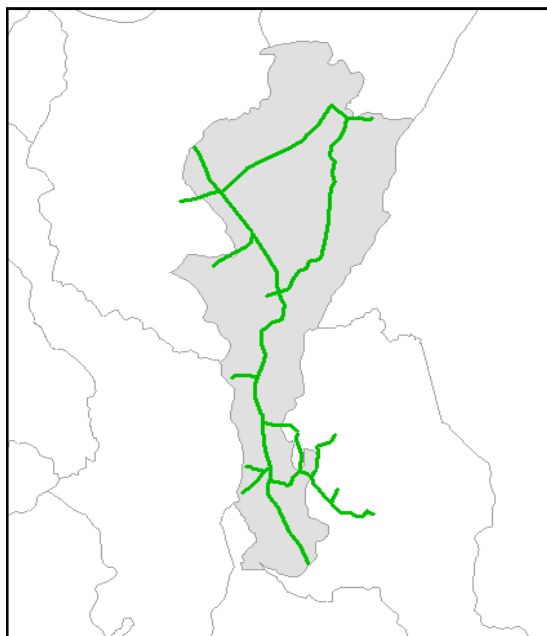
Utilizando las mismas variables culturales y de conflicto y la variable PIB en representación de las socioeconómicas, a continuación se realiza el análisis regional el cual se realizará en los departamentos de Cesar y Antioquia los cuales fueron los más afectados por aspectos del conflicto y en las zonas fronterizas, Norte de Santander y Nariño; con el objetivo de identificar la realización con indicadores socioeconómicos de orden binacional.

### **7.2.1 Cesar**

El departamento de Cesar fue uno de los más afectados con la nueva dinámica del conflicto Colombiano ocurrida a finales de la década de los 90s, Cesar fue el departamento que más víctimas del flagelo del secuestro en retenes ilegales aportó al país; cerca del 22% del total de los hechos ocurrieron en este departamento, esto se puede observar en el Gráfico 7-3.

La determinación del volumen promedio departamental se realizó utilizando las estaciones de conteo listadas en la Tabla 7-2 y presentadas gráficamente en la Figura 7-3, debido a que la información secundaria con la que se está trabajando proviene de las estaciones de conteo INVIAS y esta a su vez se encuentra dividida en territoriales las cuales no necesariamente coinciden con los departamentos, en este caso para los datos de TPD del departamento de Cesar, se agrupó la información de la territorial Cesar y la territorial Ocaña

**Figura 7-3 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Cesar**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG Nacional

**Tabla 7-2 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Cesar**

DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
CESAR	571	SI DIOS QUIERE-BOSCONIA
CESAR	574	PUEBLO NUEVO-BOSCONIA
CESAR	577	BOSCONIA-MARIANGOLA
CESAR	578	MARIANGOLA-VALENCIA
CESAR	581	VALENCIA-VALLEDUPAR
CESAR	583	VALLEDUPAR-LA PAZ
CESAR	584	SAN DIEGO-LA PAZ
CESAR	585	CODAZZI-SAN DIEGO
CESAR	586	CASACARA-CODAZZI
CESAR	588	LA JAGUA-CASACARA
CESAR	589	RINCONHONDO-LA JAGUA
CESAR	590	CRUCE LA SIERRA-RINCONHONDO
CESAR	595	PAILITAS-SAN ROQUE

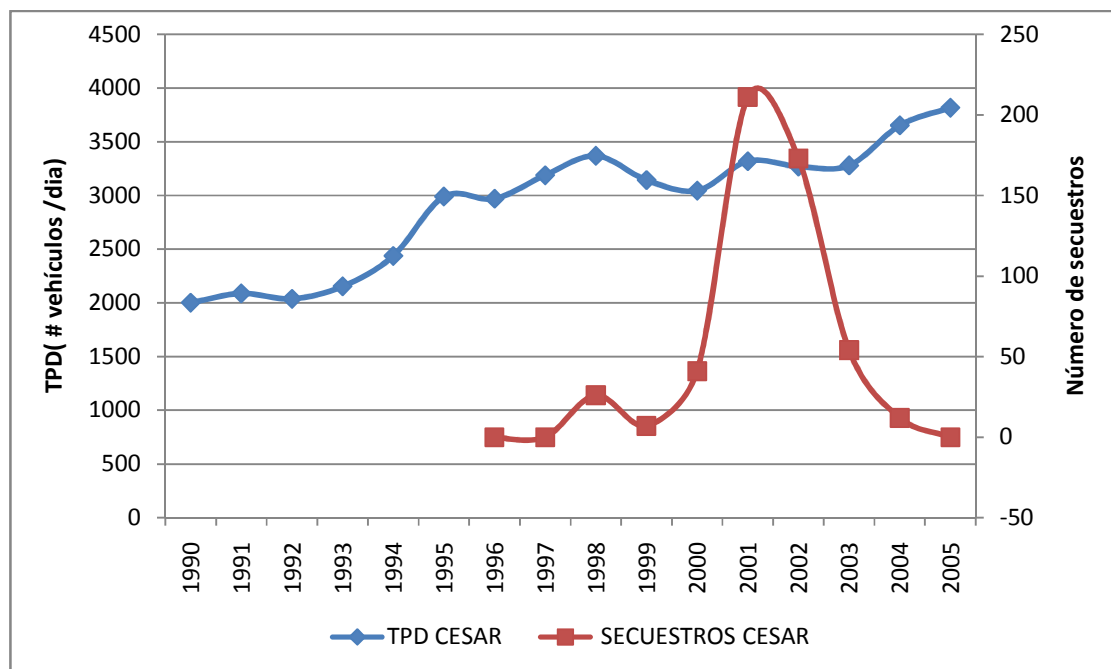
DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
CESAR	596	EL BURRO-PAILITAS
CESAR	597	LA MATA-EL BURRO
CESAR	598	TAMALAMEQUE-EL BURRO
CESAR	624	CRUCE LA SIERRA-CHIRIGUANA
CESAR	625	CRUCE LA SIERRA-CUATRO VIENTOS
CESAR	664	LA PAZ-MANAURE
CESAR	676	SAN ROQUE-CRUCE LA SIERRA
CESAR	695	CUATRO VIENTOS-BOSCONIA
CESAR	844	ARJONA-CUATRO VIENTOS
OCAÑA	203	CHAPINERO-LA PLAYA
OCAÑA	204	OCAÑA - CHAPINERO
OCAÑA	206	RIO DE ORO - OCAÑA
OCAÑA	207	PLATANAL - RIO DE ORO
OCAÑA	208	RIO DE ORO - LA VEGA
OCAÑA	209	AGUACLARA-PLATANAL
OCAÑA	210	MORRISON-AGUACLARA
OCAÑA	212	AGUACLARA-PUERTO MOSQUITO
OCAÑA	213	GAMARRA-AGUACHICA
OCAÑA	214	SAN MARTIN - MORRISON
OCAÑA	216	TE DE AGUACHICA-LA MATA
OCAÑA	217	AEROPUERTO-CONVENCION
OCAÑA	222	LA GLORIA-LA MATA
OCAÑA	223	CONVENCION - SAN PABLO
OCAÑA	224	CHAPINERO-ALTO DEL POZO
OCAÑA	627	SAN ALBERTO-SAN MARTIN
OCAÑA	632	LA ONDINA-AEROPUERTO
OCAÑA	636	AGUACLARA-TE DE AGUACHICA
OCAÑA	765	LA MATA - LA VEGA

Fuente: Elaboración propia a partir de información INVIAS

A continuación se presenta la relación y el análisis de las diferentes variables estudiadas, para este departamento.

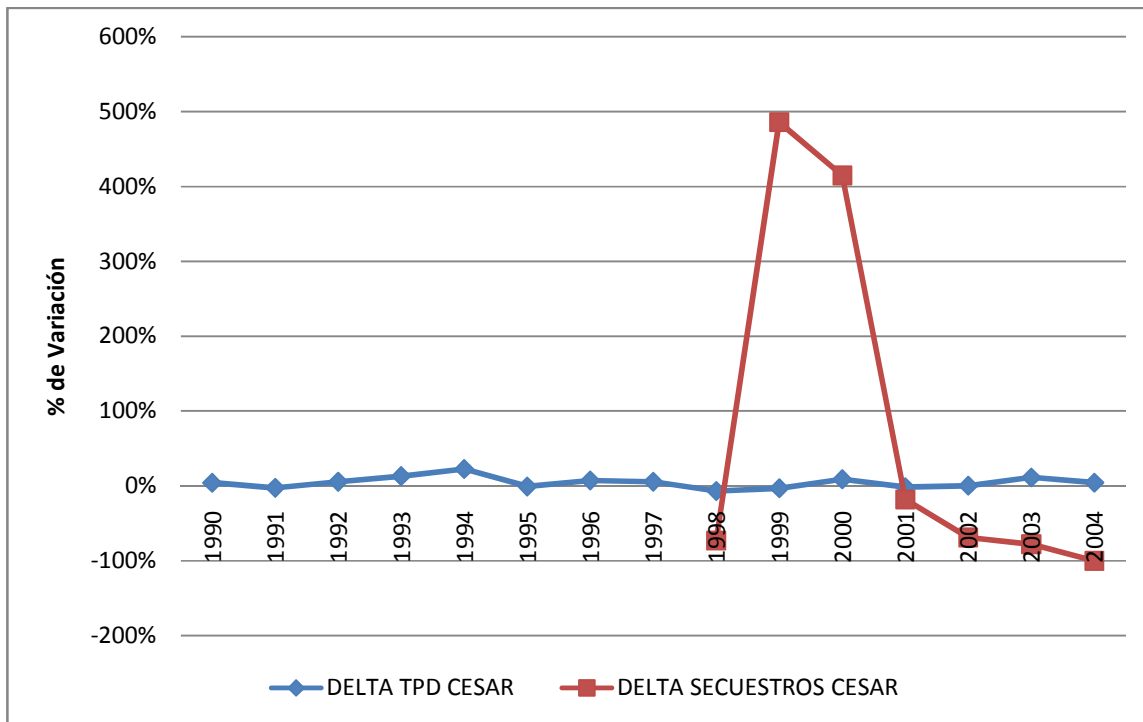
En primer lugar se analiza la relación de la variable de conflicto estudiada, con el volumen circundante por la red vial seleccionada en el departamento del Cesar, en el Gráfico 7-10 se observa representado en el eje principal el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS), y en el eje secundario el número de secuestros en retenes ilegales, del comportamiento de esta relación se puede observar que durante el periodo comprendido entre el año 1998 a 2003, se evidencia cambio en la tendencia de crecimiento que se desarrollaba desde el año 1996, y aumento en el número de secuestros los cuales tienen su máximo valor en el año 2001, posteriormente comienzan a disminuir.

**Gráfico 7-10: Cesar - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

**Gráfico 7-11: Variación anual del TPD y número de secuestros para el departamento de Cesar**

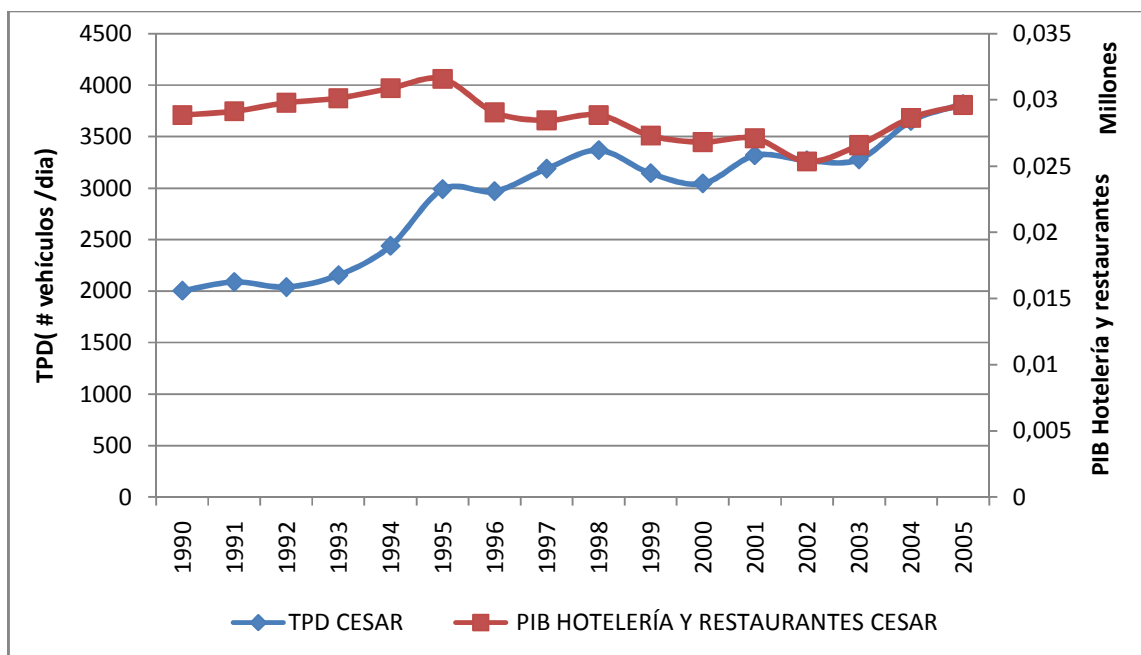


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

En el Gráfico 7-12 se observa representado en el eje principal el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y en el eje secundario el PIB del sector hotelería y restaurantes del departamento del Cesar en los dos casos, del comportamiento de esta relación y la variación representada en el Gráfico 7-13, se puede concluir que en términos generales se presenta homogeneidad en la tendencia de la tasa de crecimiento o decrecimiento, no obstante la magnitud de las tasas encontradas difieren; solamente en el periodo comprendido entre 1990- 1992 el comportamiento difiere.

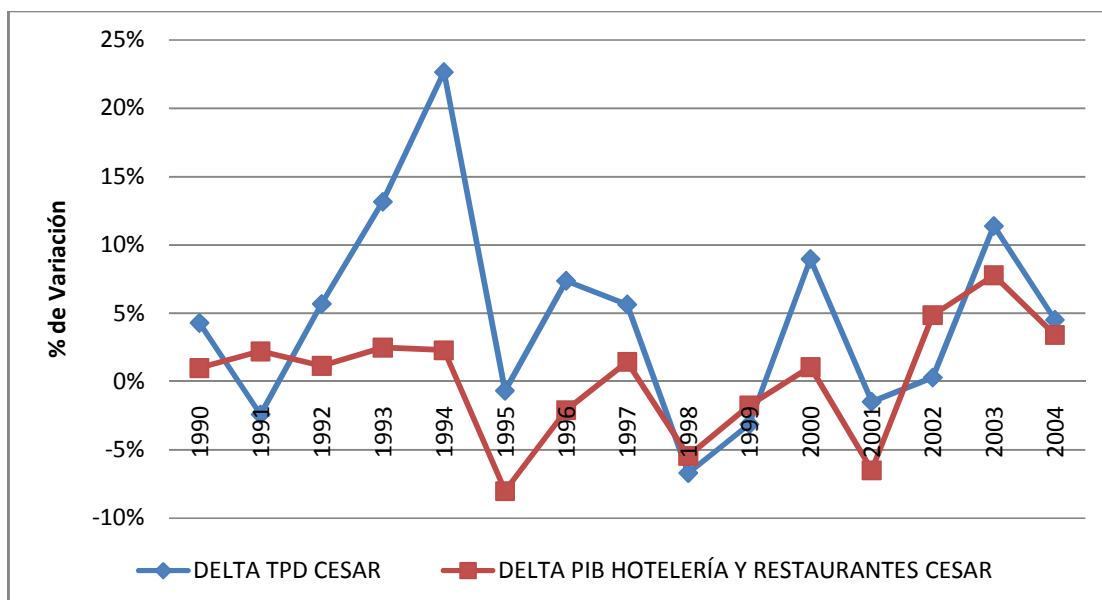


**Gráfico 7-12: Cesar - Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

**Gráfico 7-13: Variación anual del TPD y PIB en hotelería y turismo para el departamento de Cesar**

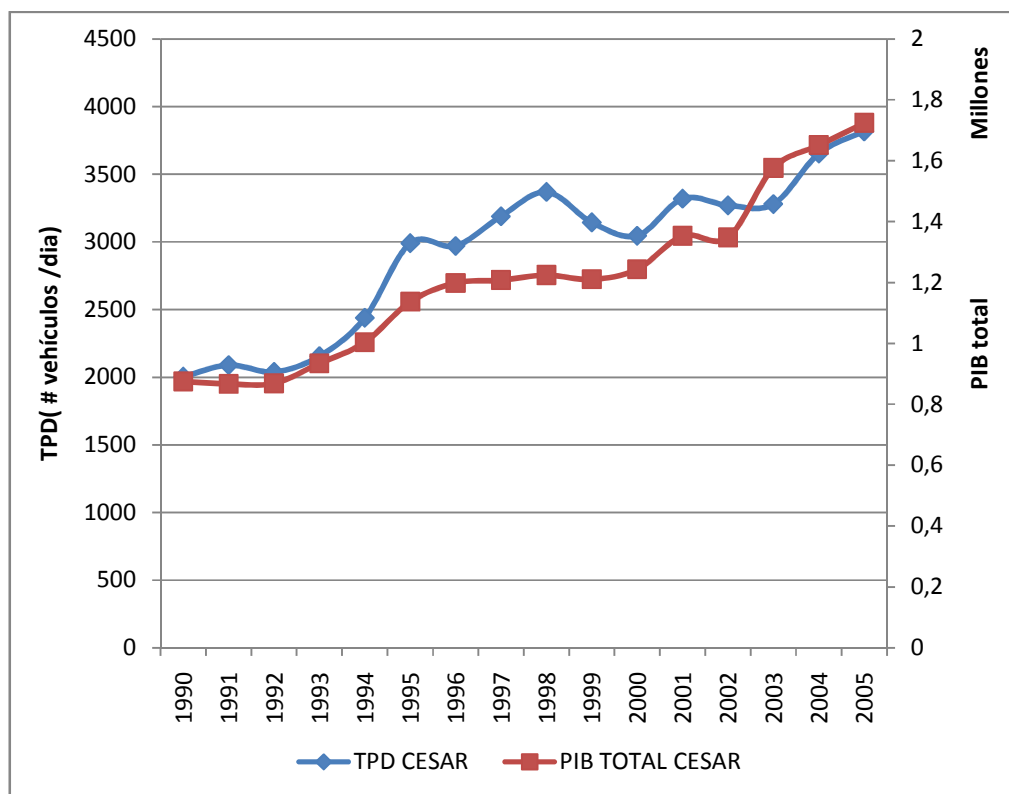


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

En el Gráfico 7-14 se representa en el eje principal el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y en el eje secundario el PIB total en precios constantes de 1994 correspondientes al departamento del Cesar; en este se observa en valores absolutos que la tendencia de crecimiento en términos generales se mantiene, no obstante en el Gráfico 7-15 se puede observar que durante los años 1995, 1996 y 1997 la tendencia de crecimiento es invertida entre las dos variables.

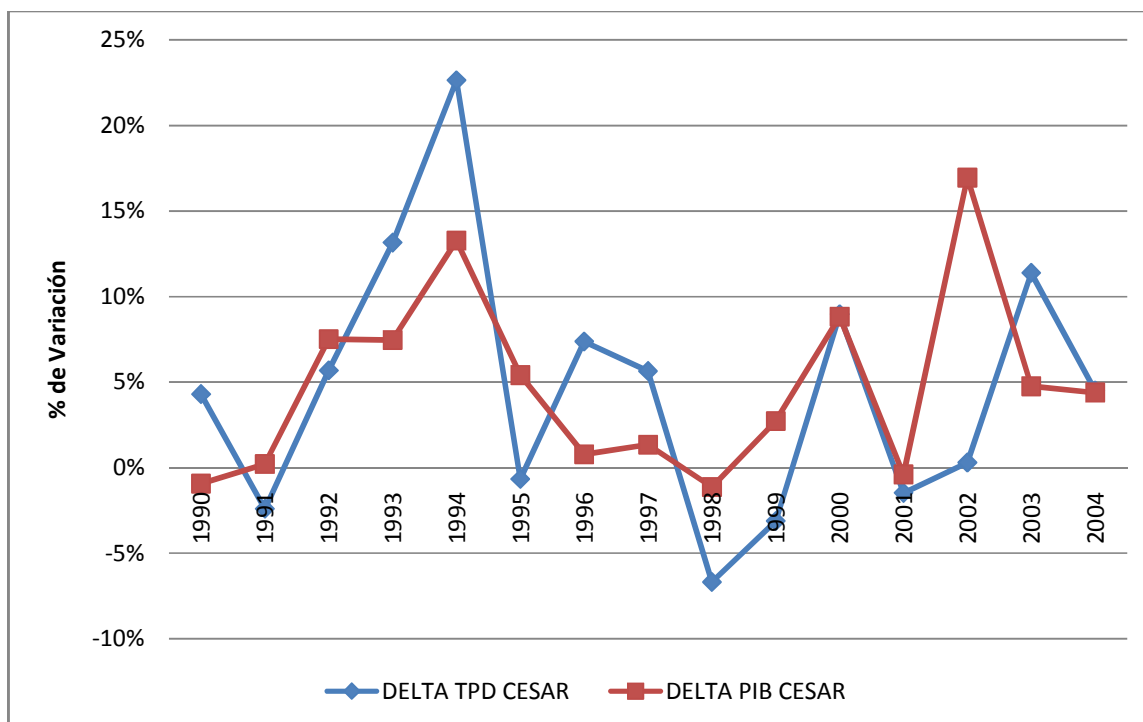
La relación descrita anteriormente tiene similitud en comportamiento, no obstante en magnitud dista de manera considerable los valores de la tasa de crecimiento de estas dos variables únicamente se asemejan en los años 2000 y 2001.

**Gráfico 7-14: Cesar -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

**Gráfico 7-15: Variación anual del TPD y PIB total departamento del Cesar**



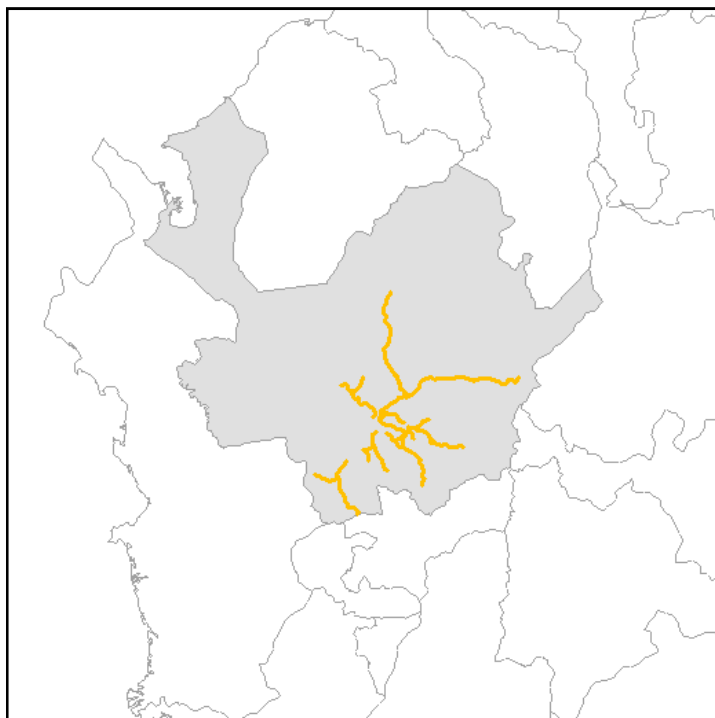
Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

### 7.2.2 Antioquia

A principio de los años 2000, durante la nueva dinámica del conflicto Colombiano, Antioquia fue el segundo departamento de Colombia más afectado por el flagelo de los secuestros en retenes ilegales, con un porcentaje cercano al 16% del total de los hechos ocurridos, esto se puede observar en el Gráfico 7-3.

En el análisis realizado en el departamento de Antioquia, se incluyeron los datos de volúmenes vehiculares correspondientes a los tramos listados en la Tabla 7-3 y presentados gráficamente en la Figura 7-4.

**Figura 7-4 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Antioquia**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG Nacional

**Tabla 7-3 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Antioquia**

DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
ANTIOQUIA	357	SANTA BARBARA-VERSALLES
ANTIOQUIA	358	VERSALLES-PRIMAVERA
ANTIOQUIA	359	PRIMAVERA-TE DE AMAGA
ANTIOQUIA	360	PRIMAVERA-CALDAS
ANTIOQUIA	361	CALDAS-ITAGÜI
ANTIOQUIA	362	DON DIEGO-LAS PALMAS
ANTIOQUIA	363	LA CEJA-DON DIEGO
ANTIOQUIA	364	DON DIEGO-RIONEGRO
ANTIOQUIA	365	LA UNION-LA CEJA
ANTIOQUIA	366	LA FRONTERA-LA UNION
ANTIOQUIA	452	TE DE AMAGA-VENECIA
ANTIOQUIA	455	JARDIN-REMOLINO

DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
ANTIOQUIA	456	REMOLINO-BOLÍVAR
ANTIOQUIA	458	RIONEGRO-MEDELLIN
ANTIOQUIA	459	MARINILLA-RIONEGRO
ANTIOQUIA	461	LA CEJA-RIONEGRO
ANTIOQUIA	464	TE DE COPACABANA-TE DE GIRARDOTA
ANTIOQUIA	465	TE DE GIRARDOTA-TE DE HATILLO
ANTIOQUIA	467	TE DE HATILLO-DON MATIAS
ANTIOQUIA	468	TE DE HATILLO-BARBOSA
ANTIOQUIA	469	TE DE SAN PEDRO-KM 57
ANTIOQUIA	470	KM57-SANTAFE DE ANTIOQUIA
ANTIOQUIA	471	KM57-SOPETRAN
ANTIOQUIA	476	DON MATIAS-LOS LLANOS
ANTIOQUIA	479	LOS LLANOS-PUERTO VALDIVIA
ANTIOQUIA	687	GUARNE-TE DE AEROPUERTO
ANTIOQUIA	688	MARINILLA-SANTUARIO
ANTIOQUIA	689	BARBOSA-PORCECITO
ANTIOQUIA	690	CISNEROS-PUERTO BERRIO
ANTIOQUIA	726	BELLO-TE DE COPACABANA
ANTIOQUIA	736	BOLOMBOLO-REMOLINO
ANTIOQUIA	784	RIO NEGRO-CARMEN DE VIBORAL
ANTIOQUIA	837	MARINILLA-EL PEÑON
ANTIOQUIA	866	ACEVEDO-GUARNE
ANTIOQUIA	912	MEDELLIN-TE DE SAN PEDRO
ANTIOQUIA	935	SANTUARIO-LA PIÑUELA
ANTIOQUIA	978	PORCECITO-CISNEROS
ANTIOQUIA	1024	BELEN (AGA)-RIONEGRO

Fuente: Elaboración propia a partir de información INVIAS

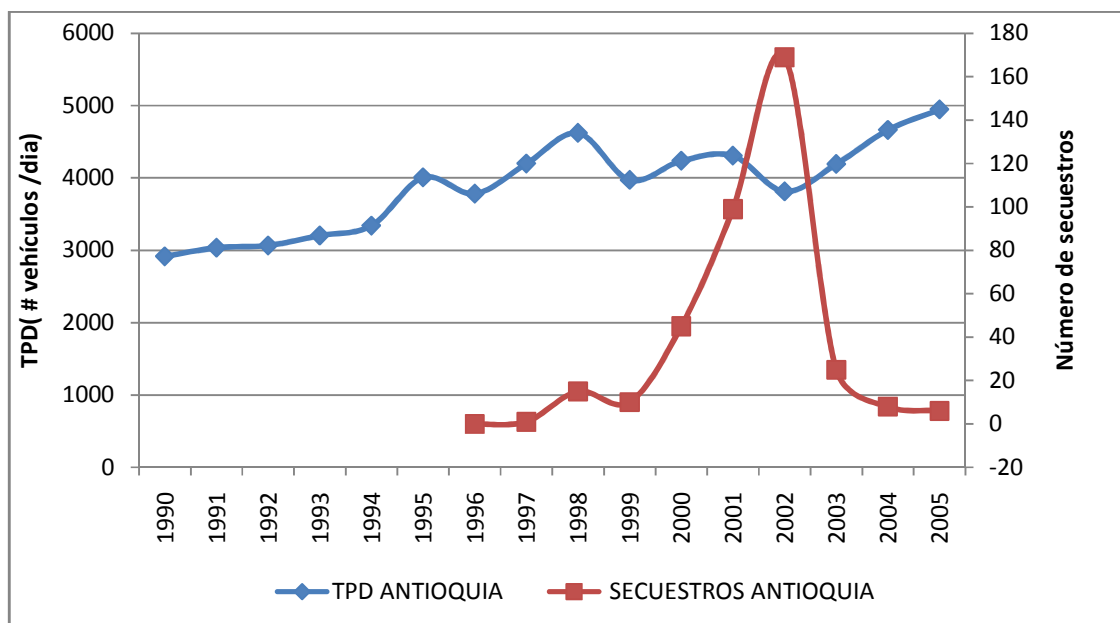
A continuación se presenta la relación y el análisis de las diferentes variables estudiadas, para este departamento.

En cuanto a la relación del TPD y el número de secuestros en retenes ilegales, en el Gráfico 7-16 se observa representado en el eje principal, el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y en el eje secundario el número de secuestros simples y extorsivos del departamento de Antioquia, del comportamiento de esta relación se puede ver cómo en el año 1996, aumenta el número de secuestros en

retenes ilegales, y en ese mismo año disminuye el Volumen Promedio Departamental determinado a partir de las estaciones de conteo INVIAS el valor del TPD se recupera parcialmente durante los años 1997 y 1998; no obstante entre los años 1998 – 1999 vuelve a decrecer el volumen en cuanto al número de secuestros también disminuyen en ese periodo.

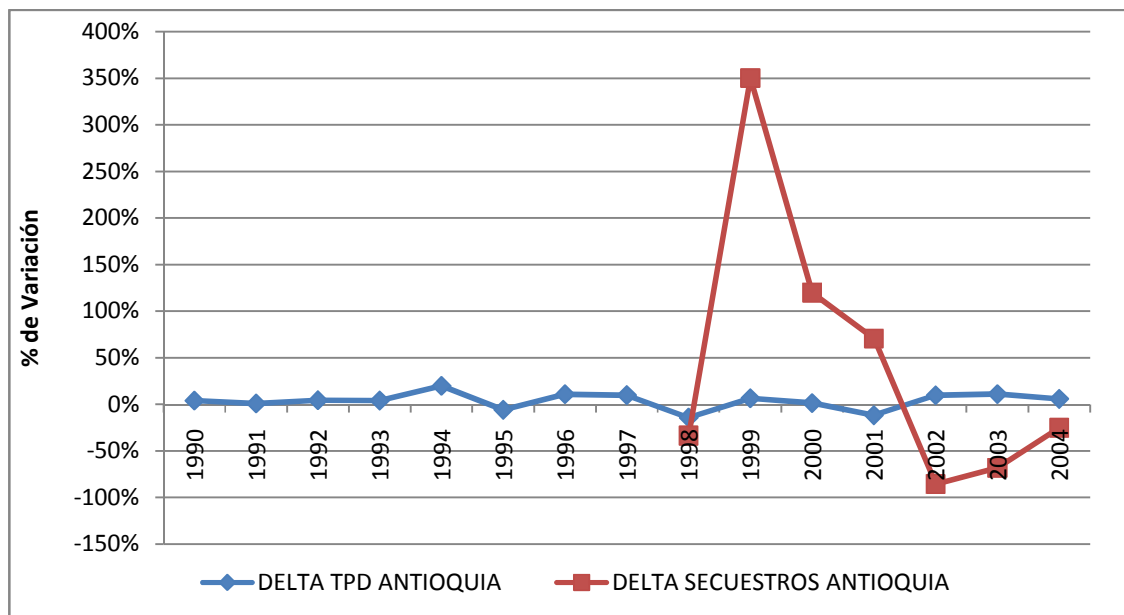
En el periodo comprendido entre los años 2001- 2002 ocurre la mayor cantidad de eventos referentes a secuestros en reten ilegal y en este mismo periodo el volumen circundante por las vías disminuye en 11,5%; finalmente a partir del año 2002 el volumen circundante por presenta una tendencia de crecimiento y el número de secuestros tiende a disminuir.

**Gráfico 7-16: Antioquia - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios

**Gráfico 7-17: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Antioquia**



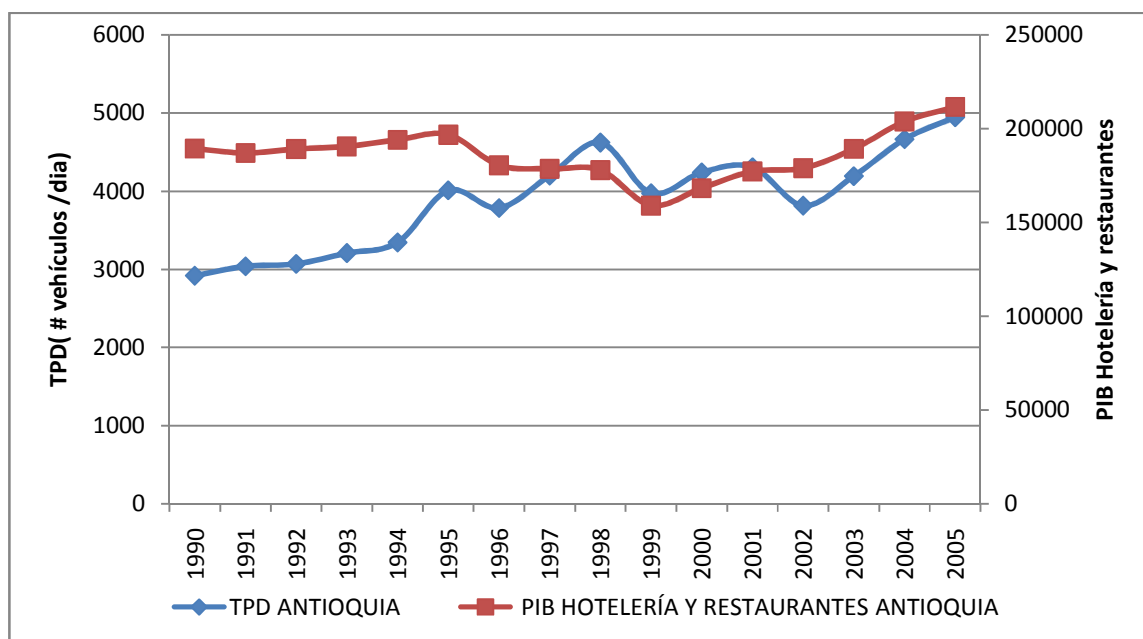
Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

En el Gráfico 7-18 se observa representado en el eje principal, el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y en el eje secundario el PIB del sector de hotelería y Restaurantes en precios constantes de 1994 - Indicador que representa la variable cultural relacionada con la disposición a viajar como indicador para la utilización del tiempo libre en el del departamento de Antioquia, a partir del comportamiento de esta relación se puede ver cómo en la serie de TPD se observa una tendencia clara de crecimiento, en el periodo entre 1990 y 1995, en este punto el volumen o TPD varia de manera irregular, homogenizando el comportamiento nuevamente después del año 2003; por su parte el indicador del PIB del sector Hotelería y Restaurantes también presenta comportamiento homogéneo durante el periodo de 1990 a 1995; teniendo fuertes distorsiones en el periodo entre 1995 y 2003, distorsiones que tienen tendencia decreciente alcanzando los valores más bajos en el año 1999, lo cual representa la

disminución en términos de viaje y de inversión de la economía del departamento en general en este aspecto.

Ahora bien, en el Gráfico 7-19 se puede observar que al graficar la variación en el comportamiento de cada una de las dos variables a partir del año 1994 las tasas de crecimiento se comportan de manera homogénea y en los años 1998 y 1999 el valor es similar; adicionalmente de este gráfico también se infiere que los valores de las tasas de crecimiento del TPD es mayor que el del PIB en hotelería y restaurantes.

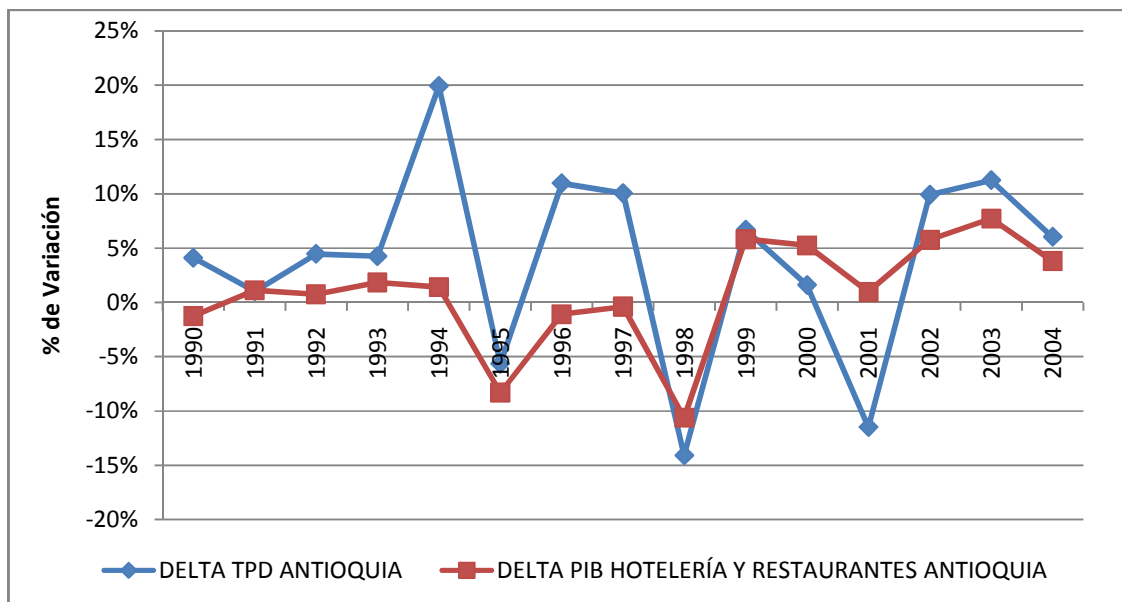
**Gráfico 7-18: Antioquia- Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.



**Gráfico 7-19: Variación anual del TPD y PIB Hotelería y restaurantes departamento de Antioquia**

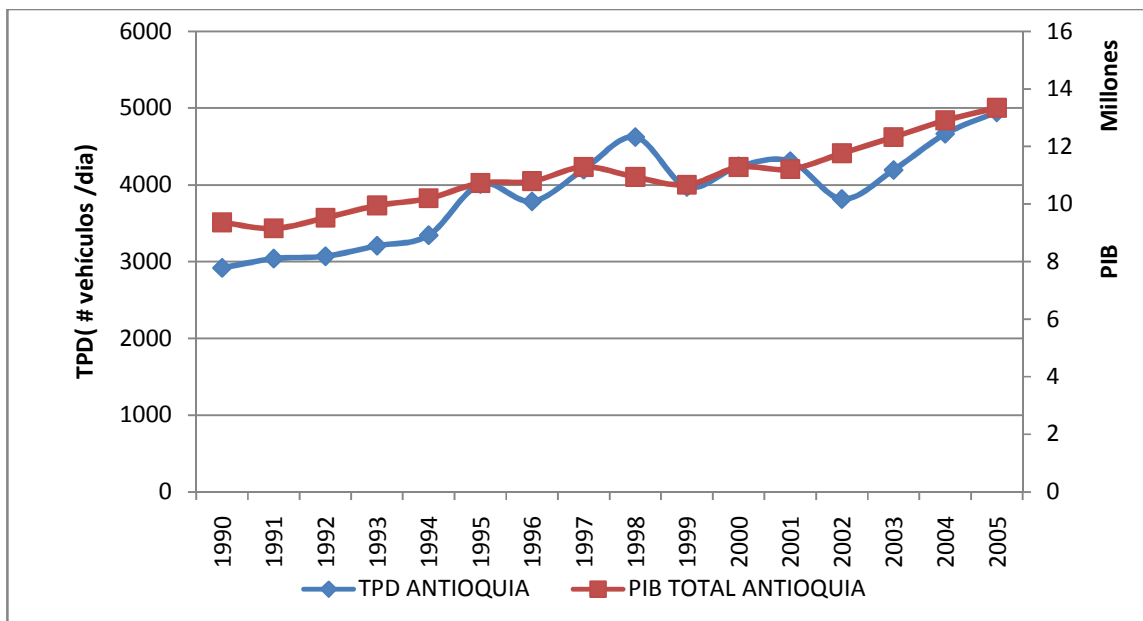


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

En el Gráfico 7-20 se observa representado en el eje principal el valor del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) y en el eje secundario el PIB total en precios constantes de 1994 del departamento de Antioquia, en este gráfico se puede observar que en términos generales las dos variables presentan una tendencia de crecimiento.

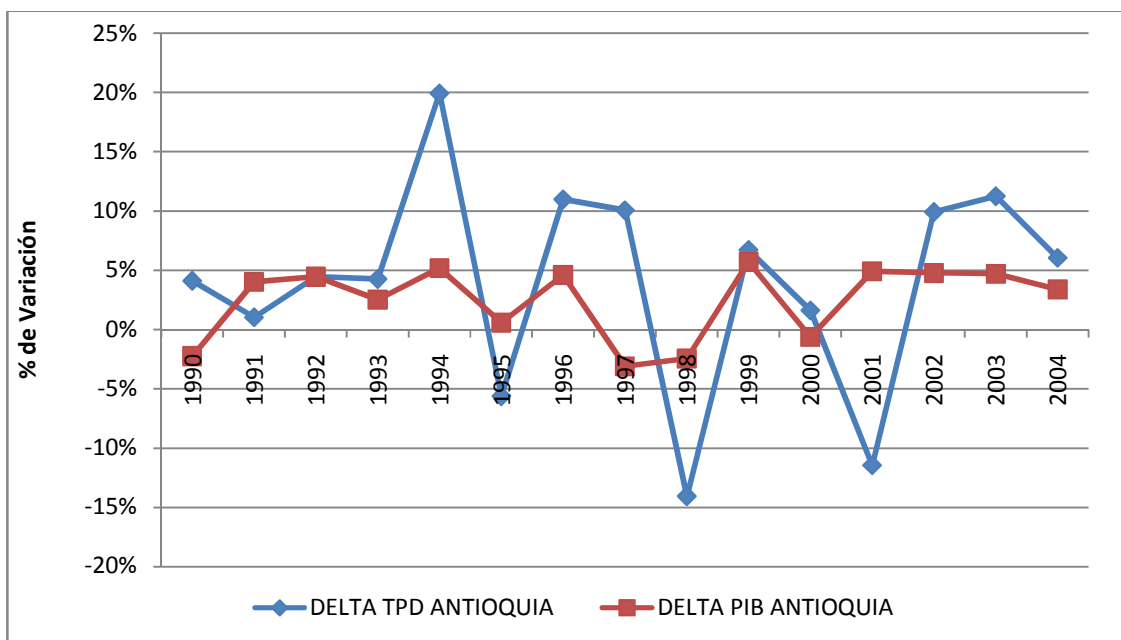
En el Gráfico 7-21, se observa la variación anual de cada una de las dos variables en términos porcentuales, en este gráfico se puede observar que durante el periodo comprendido entre los años 1994 y 2000 la tendencia de crecimiento es igual para las dos variables, y en los años 1999 y 2000 el valor de la tasa de crecimiento es igual, de otra parte en los periodos comprendidos entre 1990 y 1994 y del año 2000 en adelante, la tendencia del comportamiento de las dos variables es inversa, finalmente y al igual que en el caso del departamento del Cesar, el valor de la tasa de crecimiento en valor absoluto del volumen es mayor que el de la variable PIB.

**Gráfico 7-20: Antioquia-Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

**Gráfico 7-21: Variación anual del TPD y PIB departamento de Antioquia**



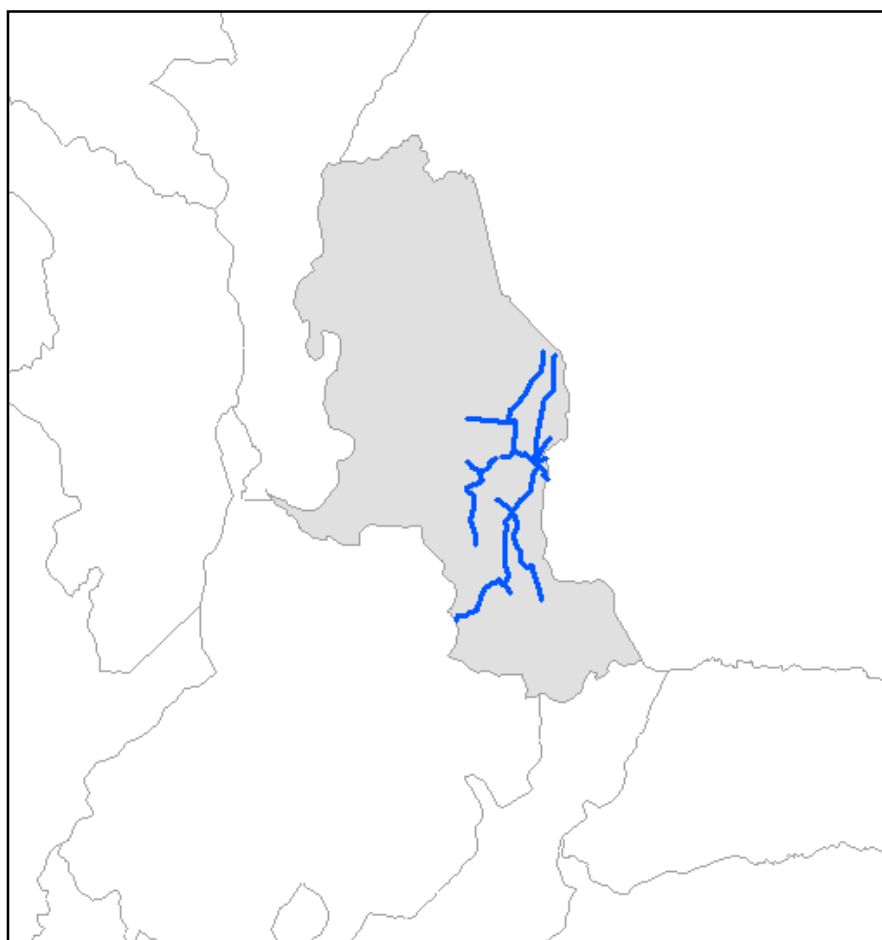
Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios

### 7.2.3 Norte de Santander

En el departamento de Norte de Santander se realizará el análisis con el objetivo de verificar la relación que puede existir entre el volumen sobre las vías seleccionadas y las diferentes variables, incluida la afectación de la economía del país cercano, la cual se representa por medio del indicador PIB.

Para el caso del departamento de Norte de Santander, se incluyó la información de las estaciones de conteo INVIAS listadas en la Tabla 7-4, y representadas gráficamente en la Figura 7-5.

**Figura 7-5 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Norte de Santander**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG Nacional

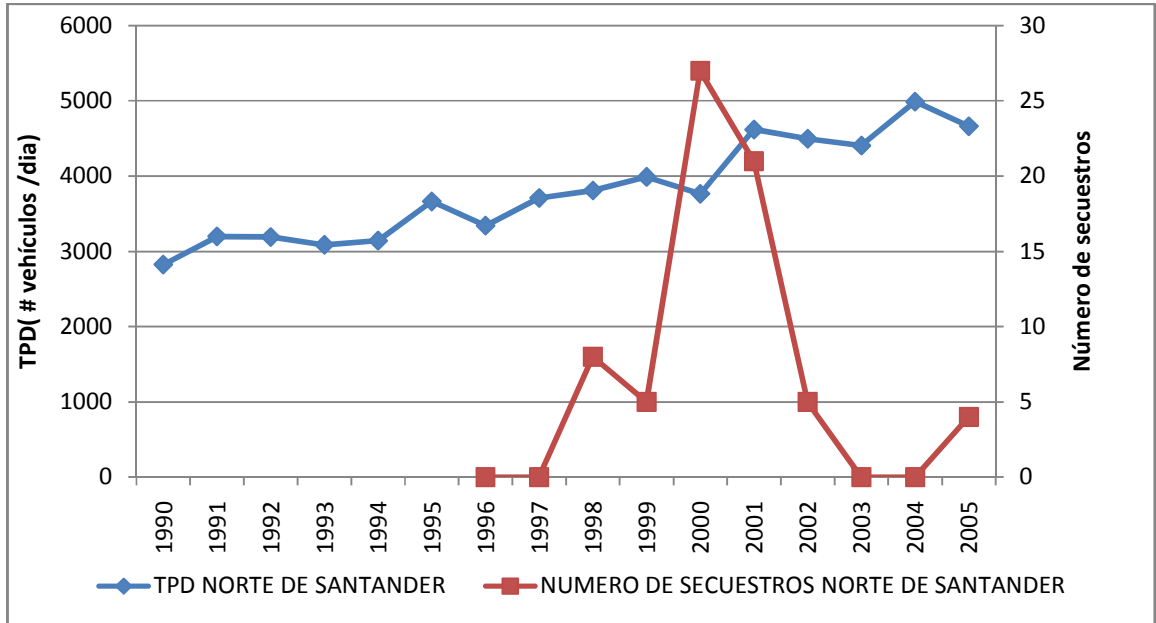
**Tabla 7-4 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Norte de Santander**

DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
NORTE DE SANTANDER	174	PAMPLONA-LA DONJUANA
NORTE DE SANTANDER	177	LA DONJUANA-CHINACOTA
NORTE DE SANTANDER	178	LA DONJUANA-CUCUTA
NORTE DE SANTANDER	179	CUCUTA-DOS RIOS
NORTE DE SANTANDER	180	ZULIA-CUCUTA
NORTE DE SANTANDER	181	ASTILLEROS-ZULIA
NORTE DE SANTANDER	182	SARDINATA-ASTILLEROS
NORTE DE SANTANDER	183	ASTILLEROS-LA PUNTA
NORTE DE SANTANDER	187	CORNEJO-ZULIA
NORTE DE SANTANDER	188	SANTIAGO-CORNEJO
NORTE DE SANTANDER	191	CUCUTA-VILLA DEL ROSARIO
NORTE DE SANTANDER	534	PUENTE GOMEZ-SANTIAGO
NORTE DE SANTANDER	535	LA LEJIA-PAMPLONA
NORTE DE SANTANDER	629	RUMICHACA-PUENTE SIMON BOLIVAR
NORTE DE SANTANDER	630	BERLIN-PAMPLONA
NORTE DE SANTANDER	631	LA DONJUANA-DURANIA
NORTE DE SANTANDER	669	CUCUTA-PUENTE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
NORTE DE SANTANDER	698	TOLEDO-CHINACOTA
NORTE DE SANTANDER	722	PUENTE GOMEZ-GRAMALOTE
NORTE DE SANTANDER	723	SALAZAR-PUENTE GOMEZ
NORTE DE SANTANDER	748	CUCUTA-PUERTO SANTANDER
NORTE DE SANTANDER	1055	ARBOLEDAS-SALAZAR

Fuente: Elaboración propia a partir de información INVIAS

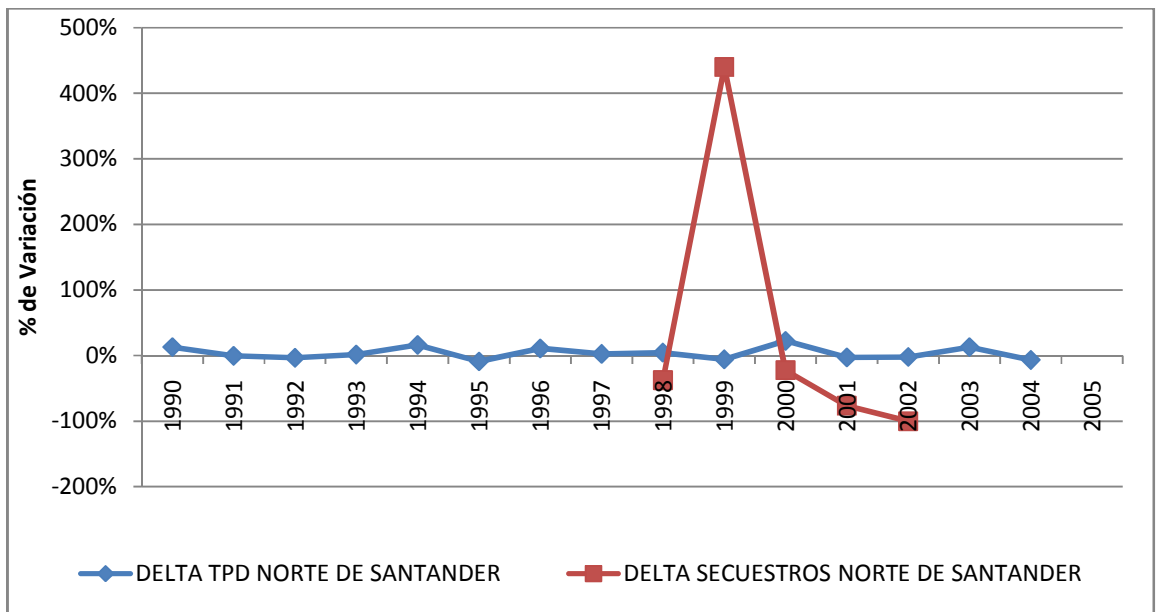
La relación del TPD (en el eje principal) y los secuestros ocurridos en retenes ilegales (en el eje secundario) incluidas en el Gráfico 7-22, muestra que el máximo número de eventos de secuestros en retenes ilegales registrados, ocurre en el año 2000, en ese mismo año el volumen circundante por las vías estudiadas disminuye; en los periodos restantes no se evidencia ninguna correlación entre las variables estudiadas y presentadas en el Gráfico 7-22 y la respectiva variación representada en el Gráfico 7-23.

**Gráfico 7-22: Norte de Santander - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

**Gráfico 7-23: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Norte de Santander**

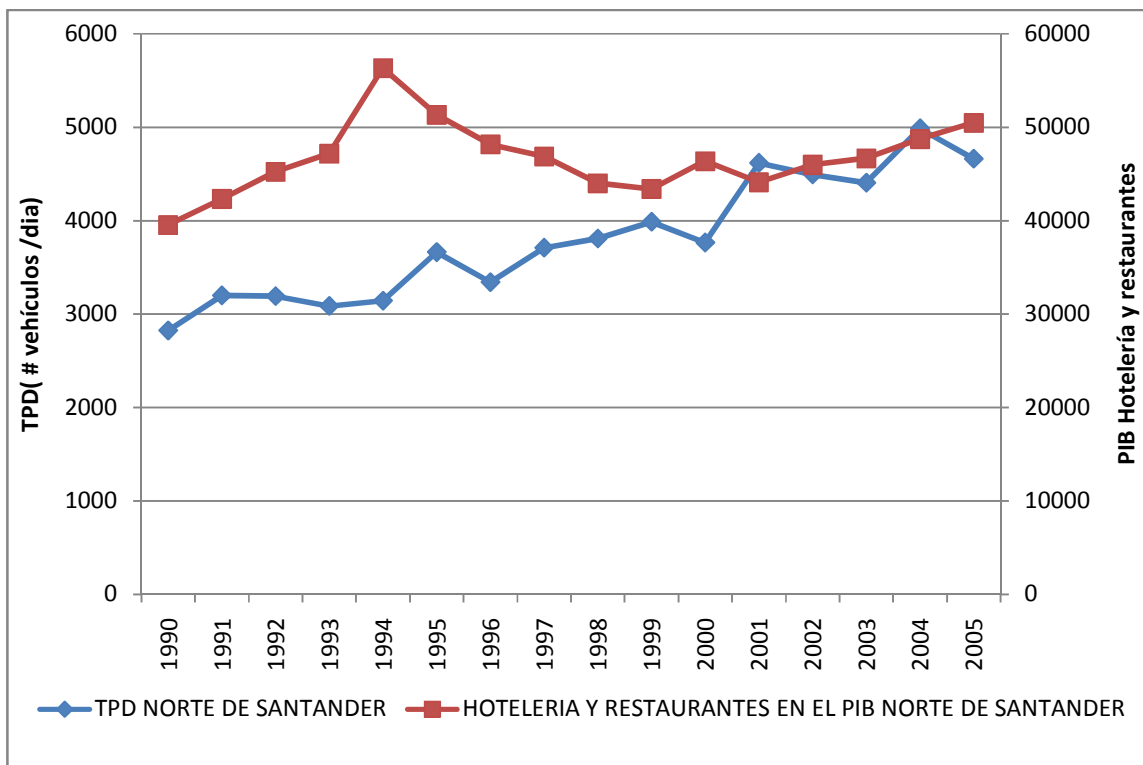


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

De otra parte, al analizar la relación entre las variables TPD y PIB del sector Hotelería y restaurantes para el departamento de Norte de Santander Gráfico 7-24, no se observa similitud en los primeros años, es decir en años anteriores al 2001, no obstante del 2001 al 2005 la tendencia es de crecimiento en los dos casos.

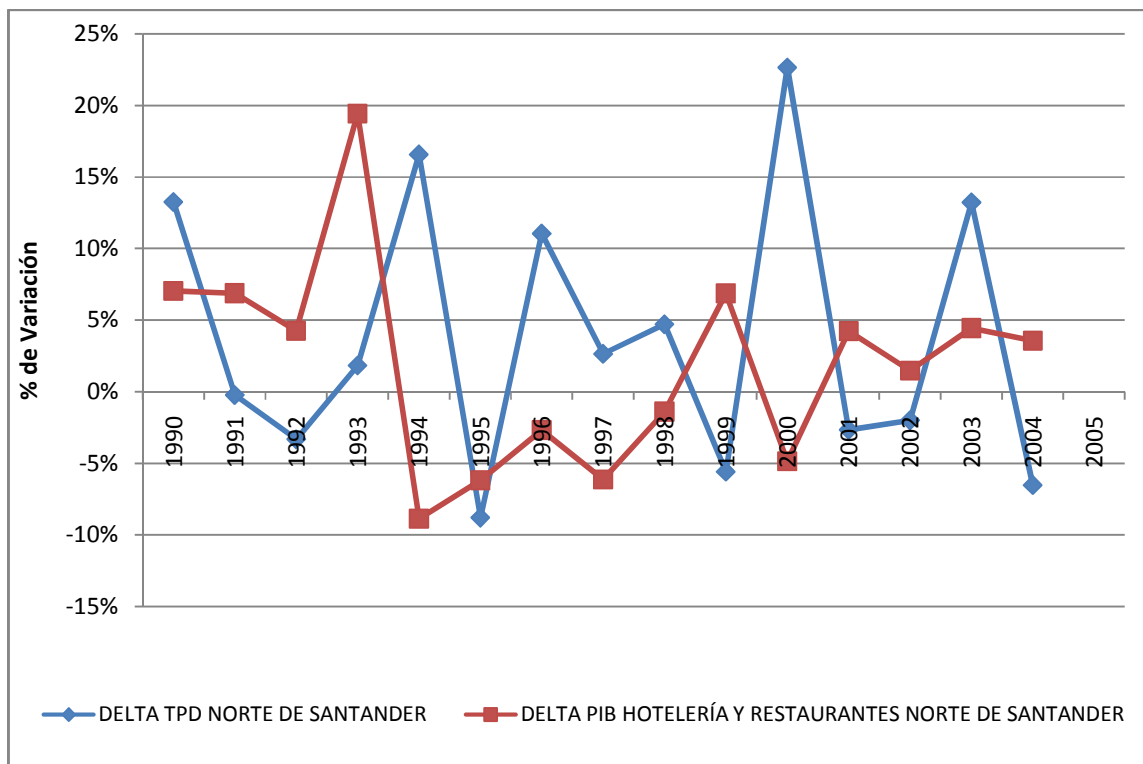
No obstante al revisar los valores resultantes del análisis de la variación anual porcentual de estas dos variables Gráfico 7-25, se observa una tendencia similar pero desfasada un año.

**Gráfico 7-24: Norte de Santander - Relación TPD y PIB sector Hotelería y Restaurantes**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

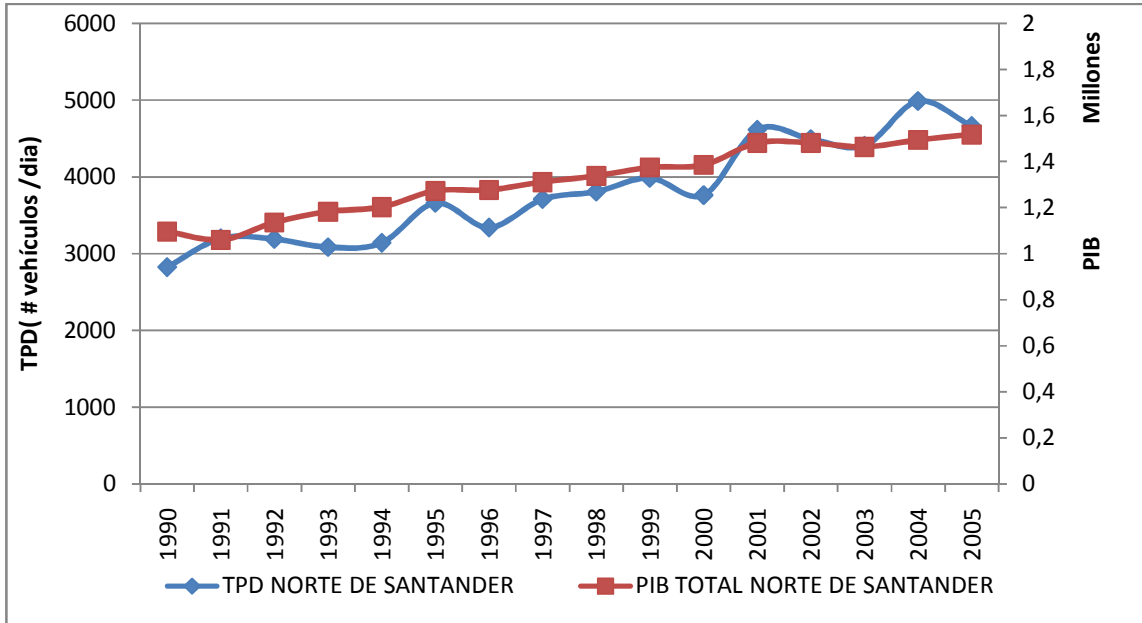
**Gráfico 7-25: Variación anual del TPD y PIB Hotelería y restaurantes departamento de Norte de Santander**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

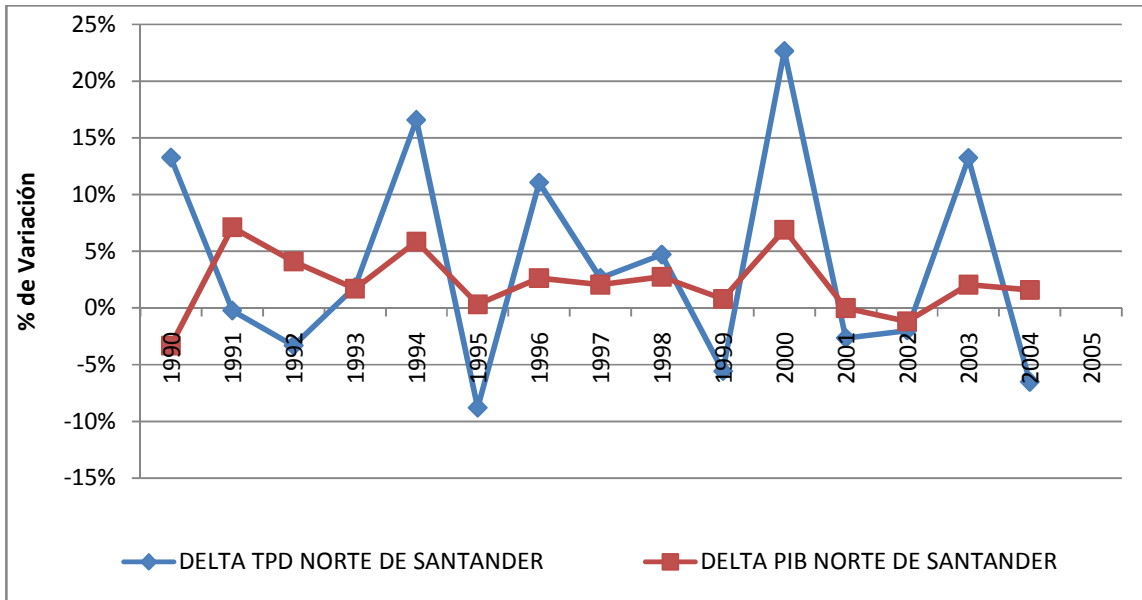
En cuanto a la relación del TPD Con el PIB total constante a precios de 1994, Gráfico 7-26 la tendencia del comportamiento en términos generales es homogénea y creciente, lo dicho anteriormente corresponde con lo evidenciado en el Gráfico 7-27 el cual muestra que durante el periodo comprendido entre 1991 y 2004 (del cual se excluye el periodo entre 2001 y 2002) la tendencia es igual con valores en la tasa de crecimiento diferentes y al igual que en los anteriores departamentos analizados, el valor absoluto de la tasa de crecimiento en porcentaje del volumen es mayor.

**Gráfico 7-26: Norte de Santander -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

**Gráfico 7-27: Variación anual del TPD y PIB departamento de Norte de Santander**

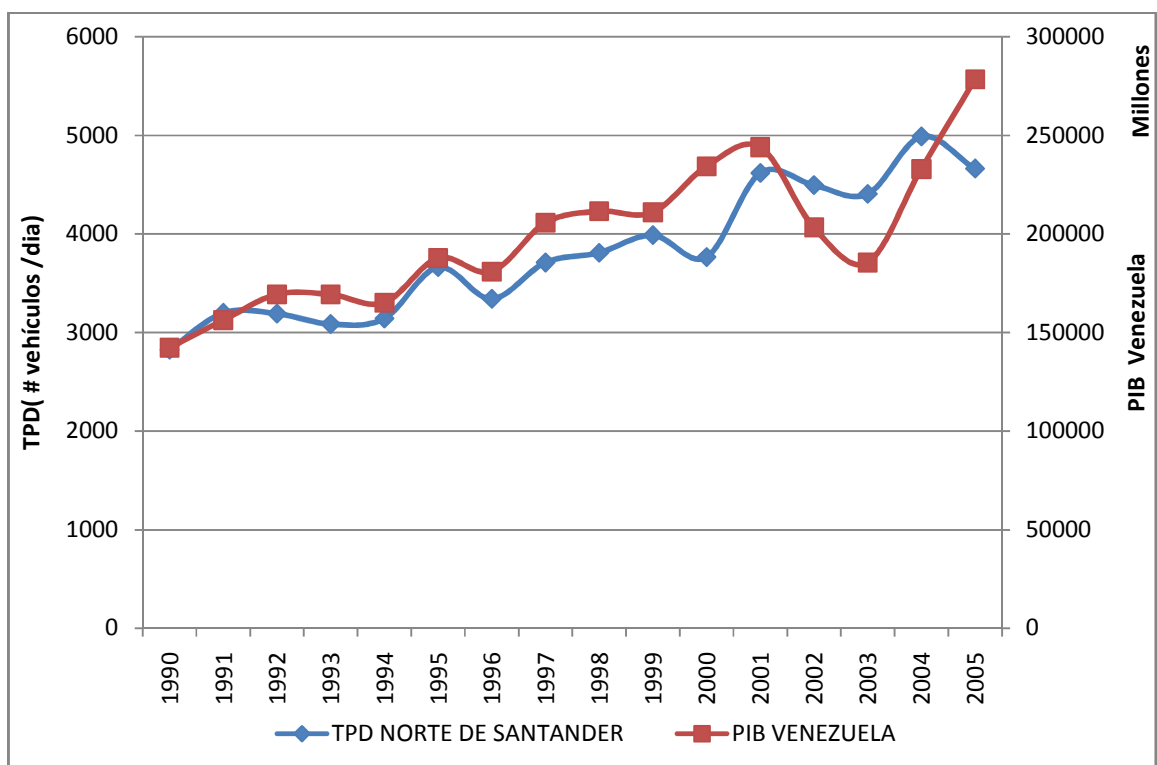


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.



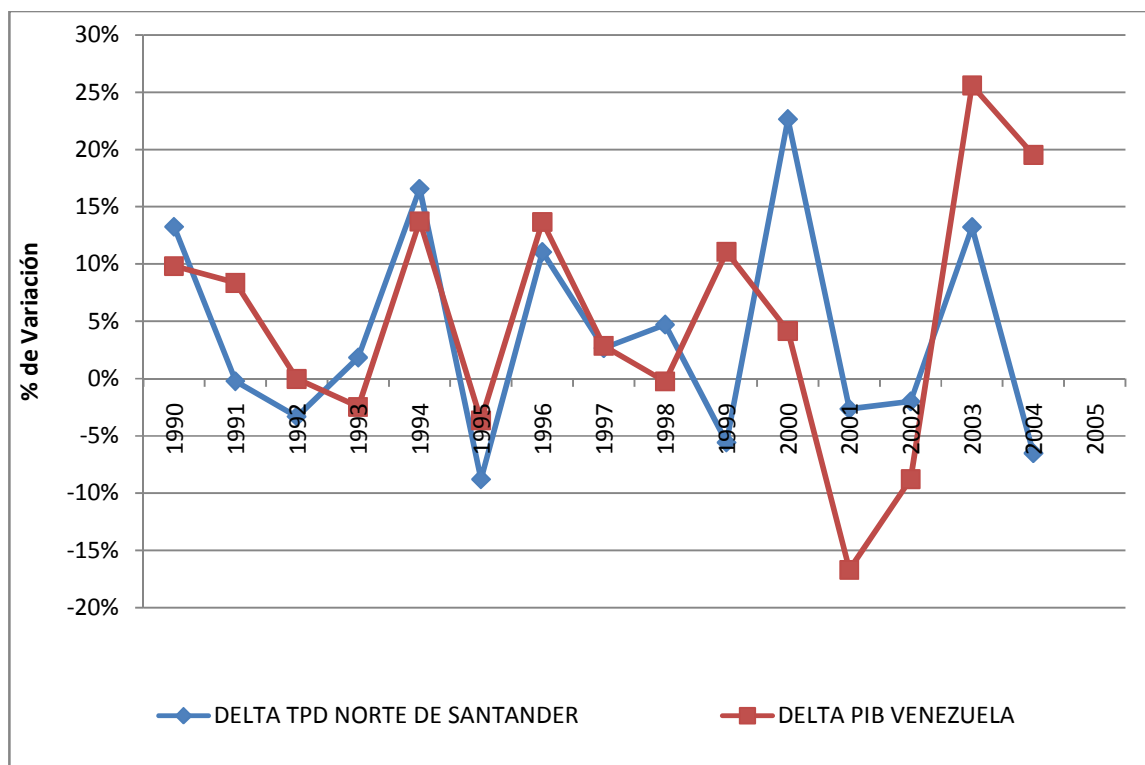
De otra parte, por tratarse de un departamento en la zona fronteriza con Venezuela se realiza el análisis de la relación del indicador socioeconómico de PIB nacional de Venezuela con el comportamiento del TPD departamental de Norte de Santander Gráfico 7-28 encontrando que la tendencia y el comportamiento entre las dos series es homogénea la información consignada en el Gráfico 7-29 reafirma lo expresado anteriormente, dado que en el periodo comprendido entre 1990 y 1993, se observa una tendencia similar con desfase de un año, a partir del año 1993 y hasta el año 1997 tanto la tendencia en el comportamiento como el valor de la tasa de crecimiento es homogénea entre las dos variables, entre el año 1997 y 2000 no existe relación entre estas variables y a partir del año 2000, la tendencia del comportamiento corresponde entre las dos variables, no obstante los valores son diferentes siendo mayor la variación del PIB de Venezuela.

**Gráfico 7-28: Norte de Santander -Relación TPD y PIB Venezuela**



Fuente: INVIAS, Banco Mundial, Cálculos propios.

**Gráfico 7-29: Variación anual del TPD y PIB Venezuela**

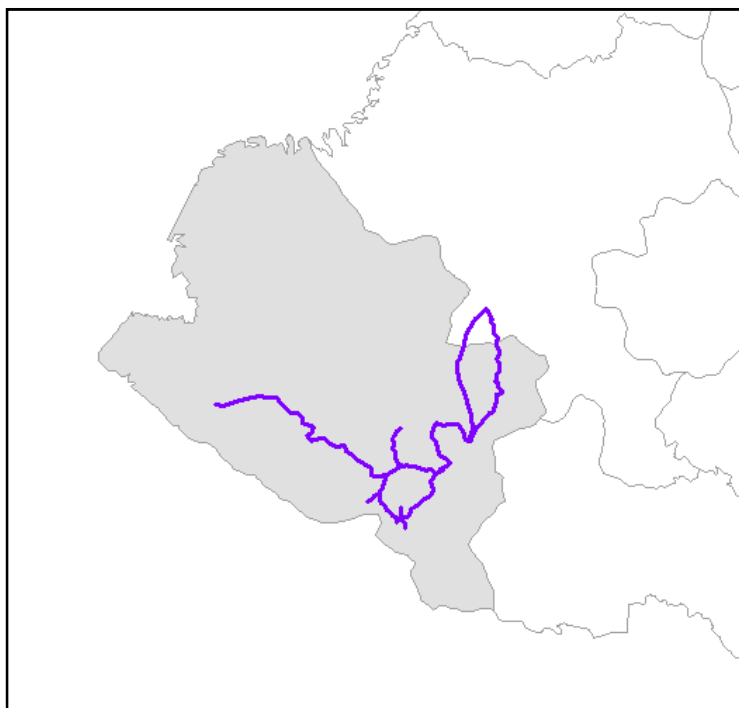


Fuente: INVIAS, Banco Mundial, Cálculos propios.

#### 7.2.4 Nariño

Al igual que en el caso anterior, en el departamento de Nariño se realiza el análisis por tratarse de un departamento de la zona fronteriza de Colombia, el listado de los tramos incluidos para la determinación del TPD departamental se presenta en la Tabla 7-5 y su representación gráfica en la Figura 7-6.

**Figura 7-6 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Nariño**



Fuente: Elaboración propia a partir de SIG Nacional

**Tabla 7-5 Tramos viales incluidos en el análisis regional del departamento Nariño**

DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
NARIÑO	301	LA UNION-HIGUERONES
NARIÑO	303	EL EMPATE-LA UNION
NARIÑO	304	PASTO-EL EMPATE
NARIÑO	307	PEDREGAL-CEBADAL
NARIÑO	308	CEBADAL-CONSACA
NARIÑO	309	CEBADAL-PASTO
NARIÑO	310	SAN JUAN-PEDREGAL
NARIÑO	311	TUQUERRES-PEDREGAL
NARIÑO	312	CRUCERO MOTILON-PASTO
NARIÑO	313	RUMICHACA-IPIALES

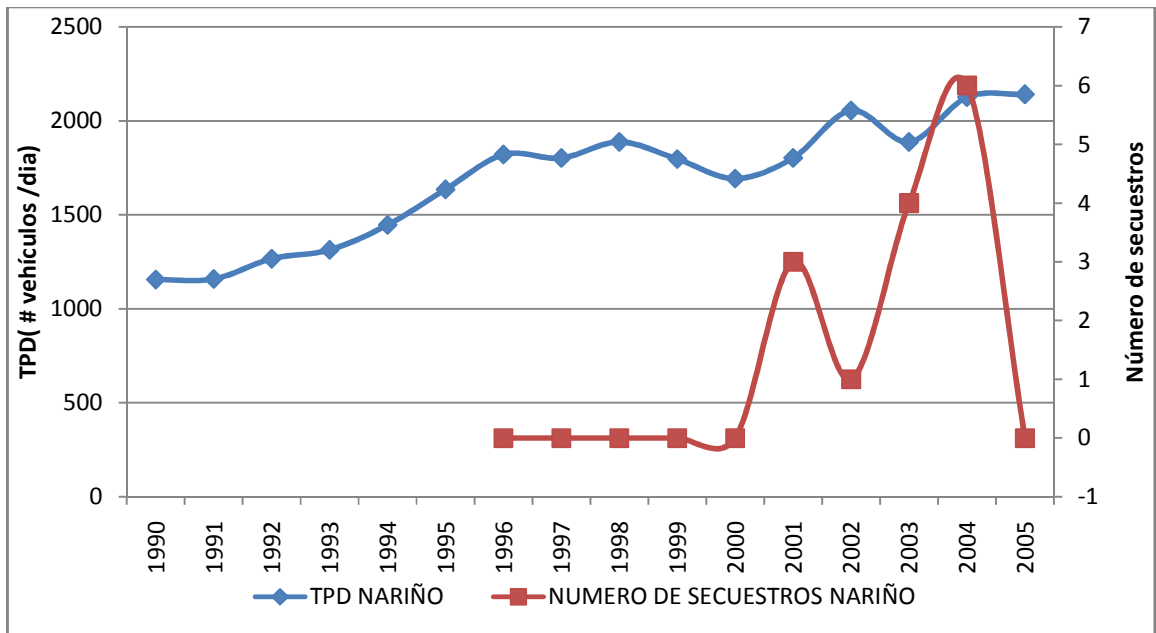
DEPARTAMENTO	No. DE ESTACIÓN DE CONTEO	SECTOR
NARIÑO	315	IPIALES-LAS LAJAS
NARIÑO	316	GUACHUCAL-IPIALES
NARIÑO	317	GUACHUCAL-EL ESPINO
NARIÑO	318	RICAURTE-EL ESPINO
NARIÑO	319	EL ESPINO-TUQUERRES
NARIÑO	320	TUQUERRES-SAMANIEGO
NARIÑO	422	IPIALES-SAN JUAN
NARIÑO	423	IPIALES-PUPIALES
NARIÑO	657	HIGUERONES - MOJARRAS
NARIÑO	659	PASTO-AEROPUERTO
NARIÑO	660	JUNIN-RICAURTE
NARIÑO	661	JUNIN-CANAUPI
NARIÑO	711	CONSACA-CRUCERO MOTILON
NARIÑO	779	AEROPUERTO-EL TABLON
NARIÑO	780	EL TABLON-MOJARRAS
NARIÑO	858	CUMBAL-GUACHUCAL

Fuente: Elaboración propia a partir de información INVIAS

En el Gráfico 7-30 se observa la relación entre el TPD y el número de secuestros en retenes ilegales para el departamento de Nariño, en él se puede observar que existen dos periodos en los cuales aumento el número de secuestros en retenes ilegales, entre el año 2000 y 2002 y entre el año 2002 y 2005, en cuanto al volumen circundante por las vías del departamento disminuyen en el año 200 y 2003.

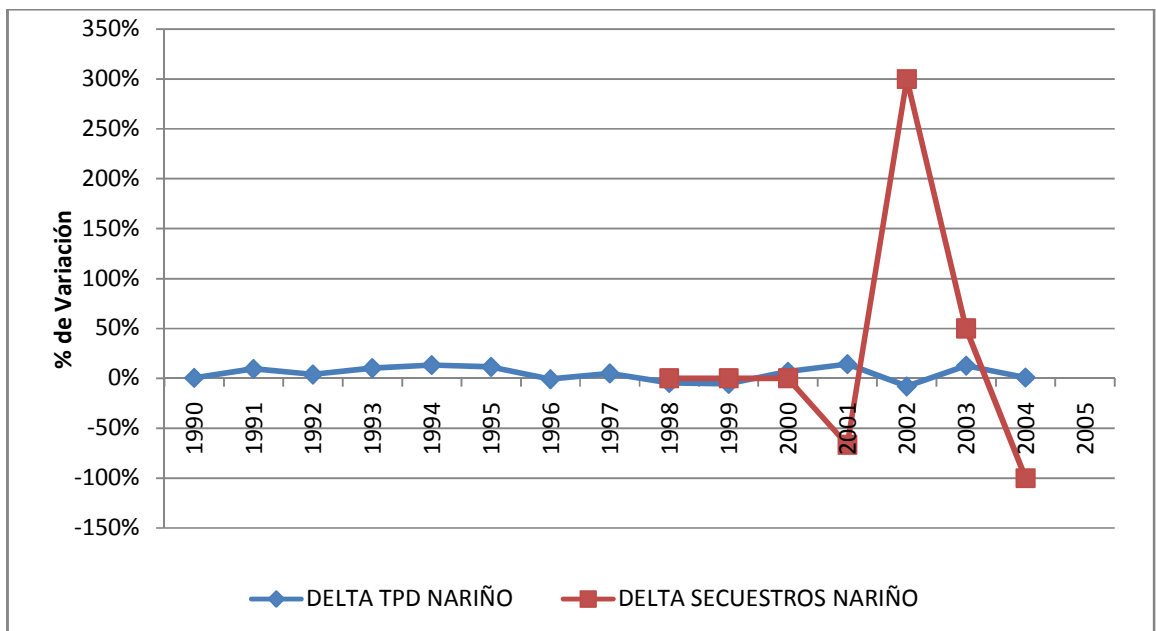
En el Gráfico 7-31, se presenta los porcentajes de variación anual de cada uno de los indicadores, en el se puede observar en los años 2001 y 2002 que cuando un indicador tiene una tasa de crecimiento mayor el otro indicador cae con tasas negativas.

**Gráfico 7-30: Nariño - Relación TPD y secuestros en retenes ilegales**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Planeación, Cálculos propios.

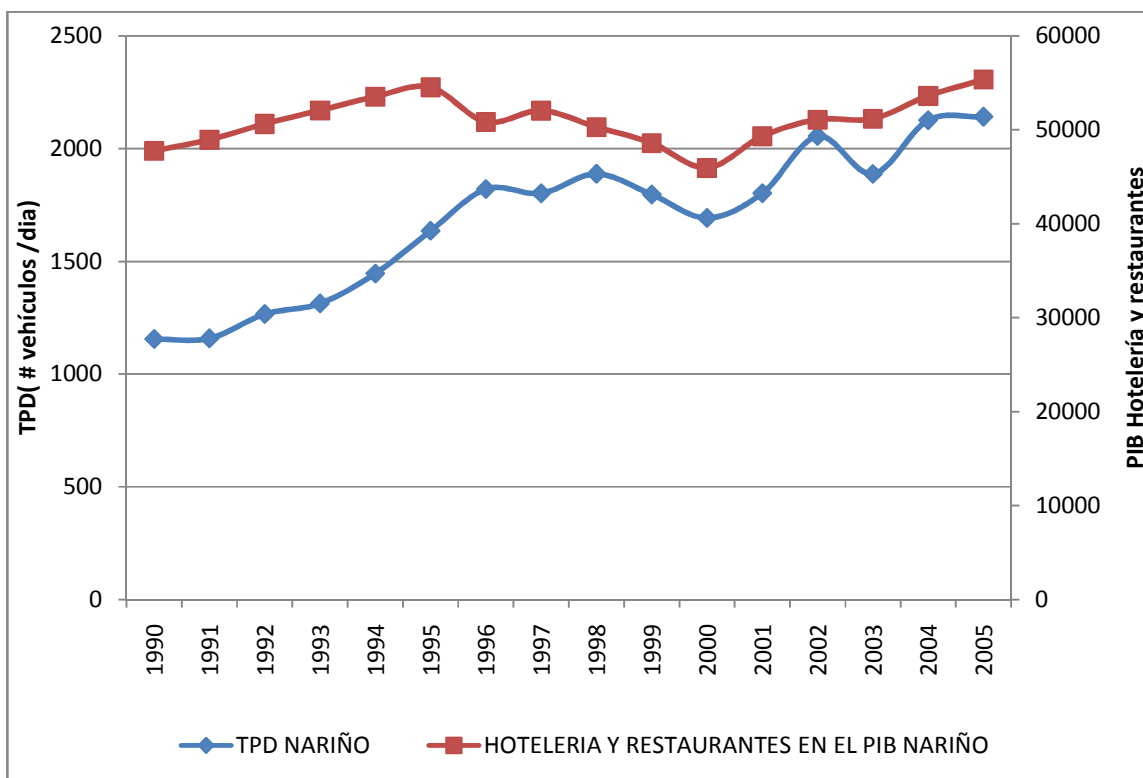
**Gráfico 7-31: Variación anual del TPD y Número de secuestros departamento de Nariño**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

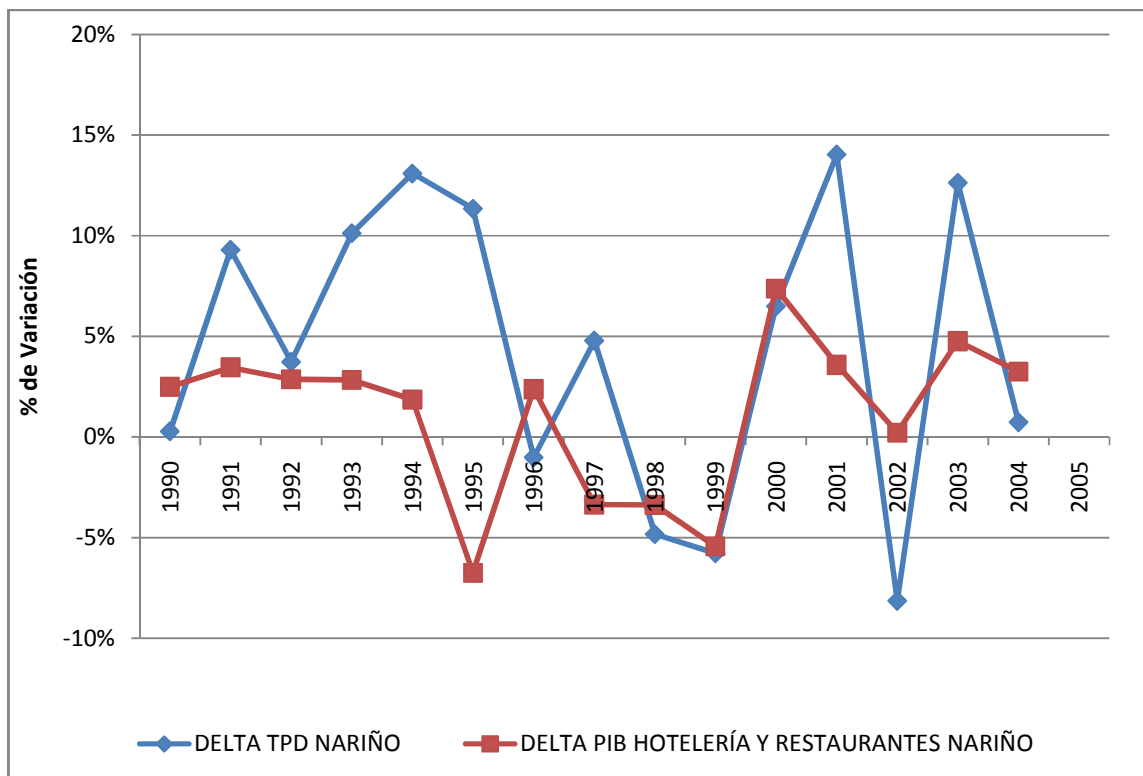
Con respecto al PIB del sector hotelaría y restaurantes, el departamento de Nariño es de los departamentos estudiados, el que menor similitud tiene en el comportamiento estas dos variables, en el Gráfico 7-33 se presenta el porcentaje de variación anual de las dos variables, en el se observa que a partir del año 1998 el comportamiento de las dos variables es similar, no obstante en los años anteriores a este periodo no existe relación entre las dos.

**Gráfico 7-32: Nariño - Relación TPD y PIB sector Hotelaría y Restaurantes**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

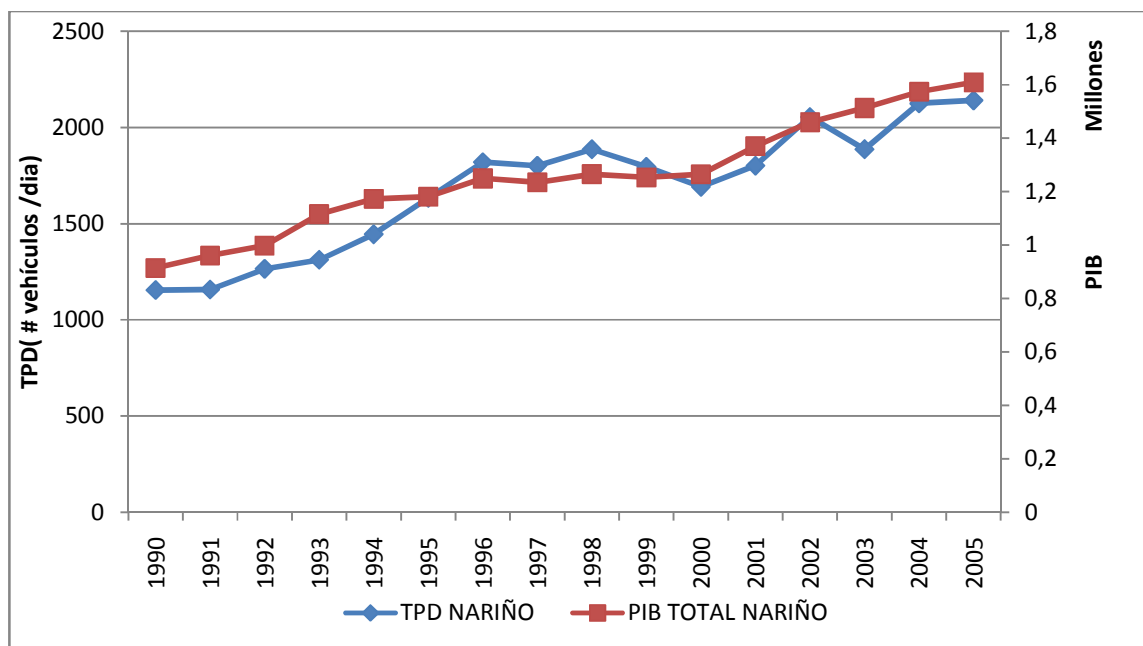
**Gráfico 7-33: Variación anual del TPD y PIB hotelería y restaurantes departamento de Nariño**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

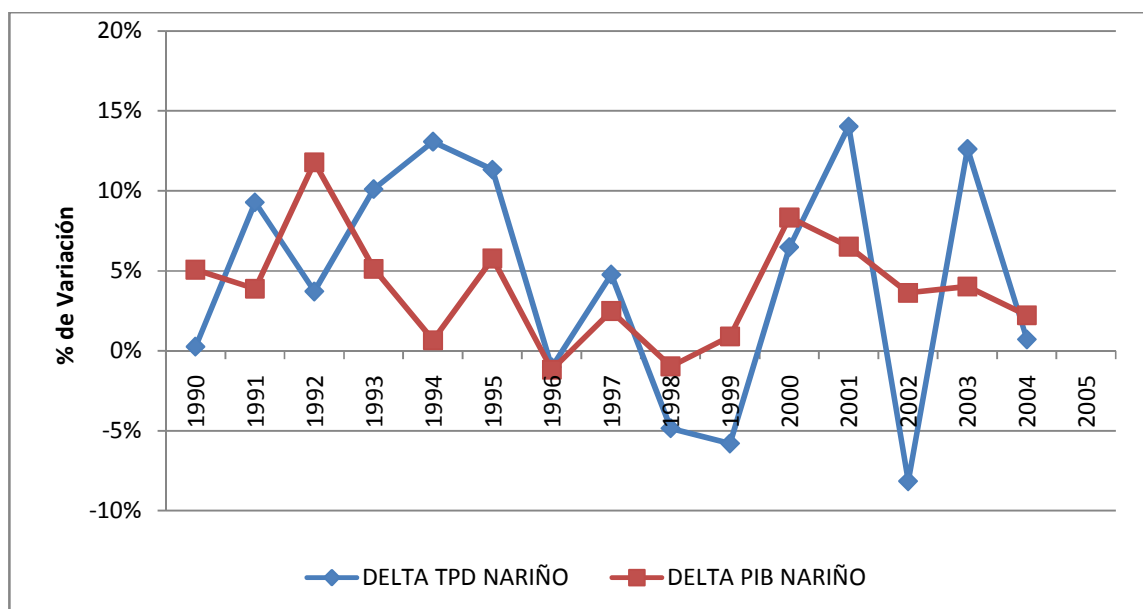
En cuanto a la relación de variables socioeconómicas PIB total a precios constantes de 1994 y PIB nacional de Ecuador; y el TPD del departamento de Nariño, en el Gráfico 7-34 y el Gráfico 7-36 respectivamente, se observa el comportamiento de las diferentes series, en cuanto a la relación del PIB departamental y el volumen de las vías del departamento, se observa que en términos generales existe una tendencia de crecimiento de igual manera en el Gráfico 7-35 se observa que en el periodo comprendido entre 1995 y 1998 el comportamiento de las dos series es similar, condición diferente a los demás periodos, en donde no se observa relación, al igual que en los casos anteriores el valor porcentual de la tasa de crecimiento del volumen es mayor que la del indicador PIB.

**Gráfico 7-34: Nariño -Relación TPD y PIB total Precios constantes de 1994**



Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.

**Gráfico 7-35: Variación anual del TPD y PIB total departamento de Nariño**

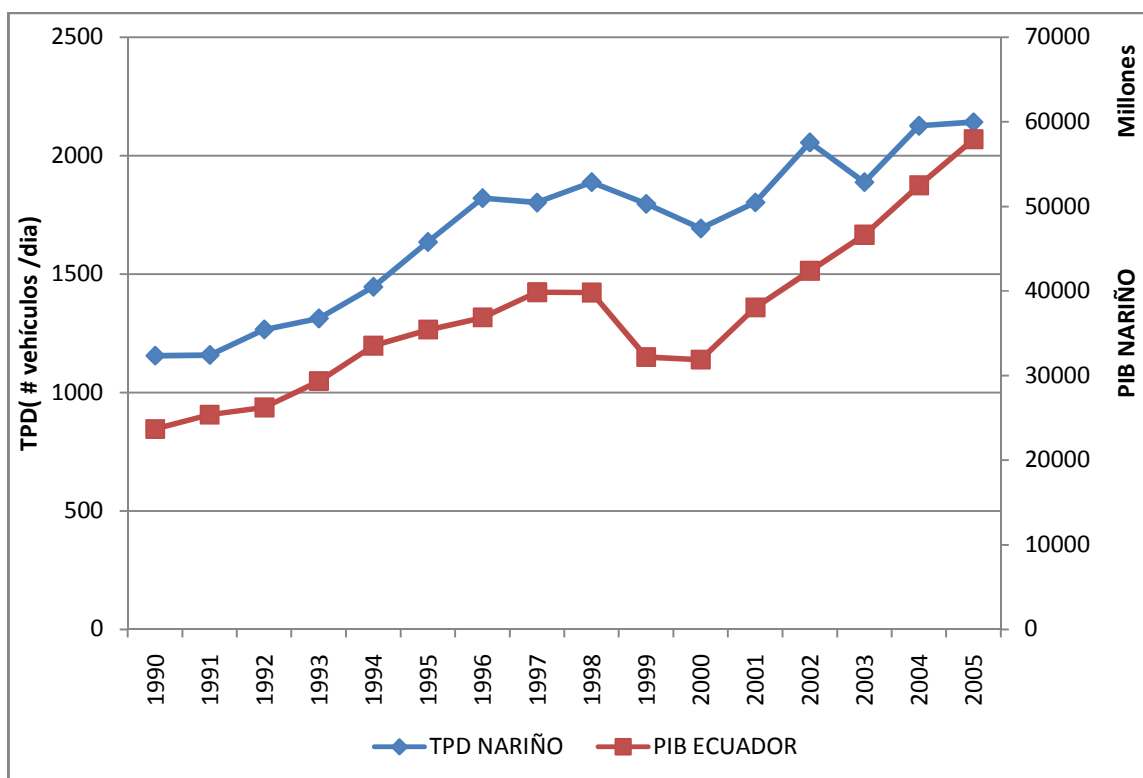


Fuente: INVIAS, Departamento Nacional de Estadística (DANE), Cálculos propios.



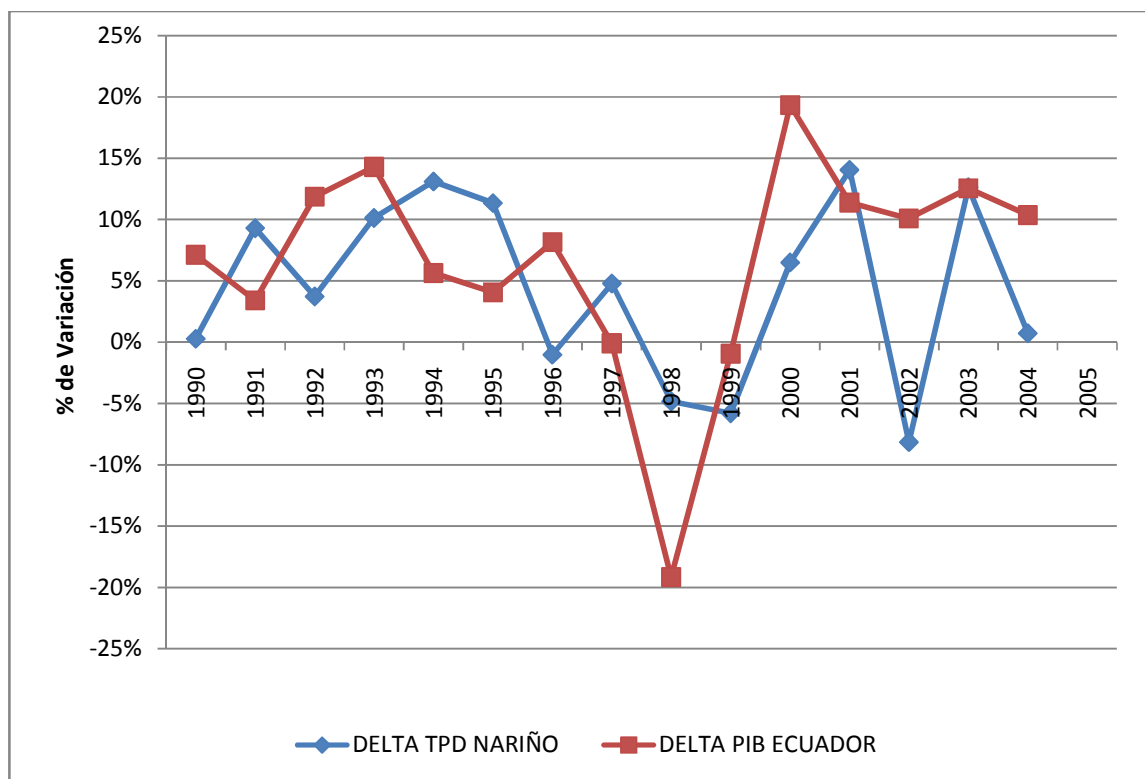
Finalmente, al realizar el análisis de la variable socioeconómica del país fronterizo vecino se obtuvieron las relaciones presentadas en el Gráfico 7-36 y Gráfico 7-37, en las cuales se observa que en valores totales los dos indicadores presentan en términos generales tendencia al crecimiento, no obstante y al revisar la variación anual expresada en porcentaje, se encuentra que no existe una relación evidente y solamente en los periodos comprendidos entre los años 1997 y 1998 y los años 1999 y 2000, la tendencia de la tasa de crecimiento es igual, en este caso al igual que en el análisis binacional realizado en Norte de Santander, la variación en el indicador de PIB del país vecino tiene mayor magnitud.

**Gráfico 7-36: Nariño -Relación TPD y PIB Ecuador**



Fuente: INVIAS, Banco Mundial, Cálculos propios.

**Gráfico 7-37: Variación anual del TPD y PIB Ecuador**



Fuente: INVIAS, Banco Mundial, Cálculos propios.

### 7.3 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL CONTEXTO COLOMBIANO

El conflicto social en Colombia fue analizado a partir del número de secuestros ocurridos. Se concluye que este fenómeno social tiene implicaciones causando disminución en la demanda de transporte, reflejada a través del TPD según el comportamiento identificado del volumen circundante por las vías que hacen parte de la red vial de Colombia y que cuentan con información de estaciones de conteo del INVIAS; durante el periodo conocido como la nueva dinámica del conflicto Colombiano, en donde ocurrieron los retenes ilegales en vía, mal llamados "Pescas milagrosas" y ocasionando secuestros masivos. No obstante, durante el

primer periodo de conflicto ocurrido al comienzo de la década de los 90s no se refleja de manera directa la disminución de la demanda de transporte, ya que el Indicador TPD, conservó su tendencia homogénea de crecimiento.

En cuanto a la relación del indicador utilizado como representación de las variables culturales, PIB de Hotelería y restaurantes y el TPDS a nivel nacional, se concluye que, aunque la tendencia de crecimiento de las dos series muestran variaciones a lo largo del tiempo, en general la relación de las dos variables es homogénea en el periodo anterior al año 1990 y 1995 y difiere durante los periodos comprendidos entre los años 1995-1996, 1999-2000, y 2003-2004.

De igual manera, a nivel Nacional existe una relación del PIB total con el TPD, no obstante al igual que en el caso del indicador utilizado como representación cultural, existe un periodo en el cual la reciprocidad en la tendencia de crecimiento de las dos variables es menor; y es justo en el periodo en que se evidencia que las variables de conflicto aumentan y tienen incidencia sobre el comportamiento del volumen circundante en las vías de la red vial nacional.

Finalmente a nivel Nacional, no se observa una relación definida entre el indicador de población y el crecimiento del volumen circundante en la red vial nacional debido a que los datos de población corresponden a las estimaciones y proyecciones que realiza el Departamento Nacional de Estadística (DANE), por tanto y si bien es cierto que la población es uno de los indicadores socioeconómicos más utilizados en la predicción de la demanda de tráfico la relación de la tendencia de crecimiento, no es homogénea, como si lo es el indicador PIB total en precios constantes, aunque se debe hacer claridad que factores externos como en este caso el conflicto, afectan esta homogeneidad.

La tendencia de crecimiento y comportamiento del indicador de población históricamente no muestra relación con el indicador de TPD estudiado, situación similar a lo evidenciado en el nivel Nacional, en cambio el indicador socioeconómico de PIB total en precios constantes es el que mayor relación

muestra en los diferentes años, no obstante durante el periodo de conflicto que afecto el comportamiento de TPD la reciprocidad en el comportamiento histórico de las dos series deja de ser clara.

En zonas fronterizas, dentro de las tendencias y comportamiento de las diferentes relaciones con el TPD la que mejor reciprocidad muestra, es la relación con el PIB del país cercano Venezuela para el departamento de Norte de Santander, en el caso de Nariño, esta reciprocidad no es relevante.

Como se observó, la sensibilidad de cambio del PIB de las diferentes regiones frente a externalidades como en este caso las variables de conflicto estudiadas, depende de la estructura y variabilidad de ésta, por tanto la predicción de la demanda de tráfico, en términos de crecimiento normal deberá reconocer las características propias de las regiones que se estén estudiando.

Finalmente del análisis regional se concluye que los indicadores que mejor representan el comportamiento del volumen, son el PIB y el PIB en hotelería y Turismo, no obstante esta condición está dada por el comportamiento similar de las variables enunciadas mas no con la magnitud de las tasas de crecimiento, donde en la mayoría de los casos la tasa de crecimiento hallada para el volumen es mayor que para el PIB.

## **8. RECOMENDACIONES PROPUESTAS**

El presente capítulo tiene como objetivo presentar las recomendaciones realizadas para el desarrollo de los estudios de demanda de tráfico las cuales brinden soporte técnico científico, en la toma de decisiones. Estas recomendaciones están basadas en los análisis presentados en los capítulos 4, 5, 6 y 7 los cuales permitieron la construcción en contexto de este capítulo. Se presentan recomendaciones desde el punto de vista metodológico o del modelo de demanda, referentes a la política de desarrollo económico regional y binacional de acuerdo con los hallazgos obtenidos a lo largo del documento, recomendaciones referentes a los avances tecnológicos e inherentes al manejo de la incertidumbre.

### **8.1 RECOMENDACIONES GENERALES**

De acuerdo con lo establecido en la Ley 105 de 2003, en Colombia... es atribución del *Ministerio de Transporte en coordinación con las diferentes entidades sectoriales la definición de políticas generales sobre el transporte y el tránsito*. Por su parte dentro de las funciones del Instituto Nacional de Vías - INVIAS - se encuentran:

- Elaborar conjuntamente con el Ministerio de Transporte los planes, programas y proyectos tendientes a la construcción, reconstrucción, mejoramiento, rehabilitación.
- Controlar y evaluar la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos relacionados con el desarrollo de la infraestructura a su cargo.

De otra parte una vez revisados los documentos técnicos publicados por esta entidad se encuentran:

- Especificaciones Generales de Construcción y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras.
- Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras
- Manual de Señalización
- Volúmenes de tránsito 2008
- Manuales de Inspección de Obras
- Manual de diseño de pavimentos de concreto y asfálticos para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito
- Manual de diseño geométrico

Entre otros, de igual manera a nivel nacional se encuentran los documentos citados en el numeral 5.2, requisitos técnicos para estudios técnicos en carreteras pero no se evidencia la existencia de un manual que brinde directrices en la elaboración de los estudios para la predicción de la demanda de tráfico, es por esto que la primera recomendación realizada en este documento es la elaboración del MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE DEMANDA PARA CARRETERAS SUSCEPTIBLES DE SER CONCESIONADAS EN COLOMBIA el cual deberá tener en cuenta aspectos tales como:

- La caracterización y el alcance de los diferentes proyectos a desarrollar, esto deberá reconocer los requisitos técnicos solicitados en los diferentes documentos publicados, en donde se den pautas que permitan a consultores, aseguradoras y demás actores tener claridad en el contenido y metodología mínima aplicable para cada proyecto, el manual deberá definir el tipo de modelación que se requiere en cada caso, teniendo en cuenta la tipología de la vía y las sobrestimación o subestimación hallada en (Parthasarathi, 2010)

- De acuerdo con lo evidenciado en (Fitch, 2003), la información suministrada y el resultado de los estudios debe ser único sin discriminar el receptor final, de igual manera se debe garantizar la accesibilidad a esta información.
- En el pasado, se ha dado poca atención a la tarea de la definición de zonas de análisis de transporte (ZAT), al menos en comparación a la dada a otros elementos del proceso de modelado (Martínez et al, 2009), para abordar el tema de zonificación, se deberán tener en cuenta aspectos como usos de suelo, número de viviendas, población total, número total de empleos, red vial existente, etc. no obstante el límite trazado puede afectar la modelación debido a las características socioeconómicas de la subzona siguiente que influye en los patrones de viaje (Viegas et al. 2008 ).
- Más allá de la “foto” que refleja las condiciones actuales, es necesario fortalecer la el desarrollo del sub modelos de Generación – Atracción.
- Una correcta planeación del territorio permite la óptima planeación del transporte, por lo cual es necesario ajustar modelos de crecimiento territorial.
- En la determinación de encuestas Origen- Destino, preferencia Declarada o Revelada se deberá ser claro en tamaño de la muestra, de tal manera que sea representativo y cumpla con parámetros mínimos de representatividad estadística.
- La determinación del Valor del tiempo a menudo se realiza por medio de encuestas de preferencia revelada y preferencia declarada (Blayac & Causse, 2001), no obstante ejercicios profesionales realizados y no documentados muestran que las preferencias reveladas se deben calibrar toda vez que el tiempo percibido por el usuario normalmente es mayor que el realmente

ocurrido<sup>22</sup>, además se recomienda comparar los valores obtenidos con los de otros países a fin de garantizar mayor confianza en los resultados<sup>23</sup>.

- Los Modelos de predicción de tráfico a partir de series históricas, deberán presentar la menor heterocedasticidad, se recomienda la revisión de los modelos ARMA, ARIMA, SARIMA o los análisis basados en el vecino más cercano, estos modelos de predicción de tráfico a partir de series históricas deberá reconocer la interacción existente entre las variables económicas y el crecimiento del transporte (Vooren, 2004), no obstante esta interacción deberá ser analizada y responder al comportamiento y correlación histórica de las variables, se cita como ejemplo los resultados obtenidos en el capítulo 7, en donde se evidenció que para el caso Colombia los departamentos de la zona fronteriza tienen más relación con el comportamiento económico del país cercano que los del departamento en sí, de igual manera se evidenció que cada una de las regiones estudiadas presentan particularidades, por lo cual es necesario realizar el análisis de contexto de diferentes variables antes de utilizar algunas de ellas en el modelo de predicción.
- En la determinación del cambio del uso del suelo por construcción de una nueva vía y por consiguiente la generación de territorio, es importante tener en cuenta las reflexiones plasmadas en (J P Morgan, 1997), en donde concluye que las proyecciones optimistas y la sobre estimación del tráfico tienen relación con escenarios en los cuales se generó un crecimiento importante por estos aspectos, es importante recordar que la construcción de nuevas vías genera un crecimiento en el número de viajes pero solo en

---

<sup>22</sup> Experiencia profesional propia del autor, sin documentar

<sup>23</sup> A partir de Manual de Modelación de demanda de carreteras de cuota, México, 2006



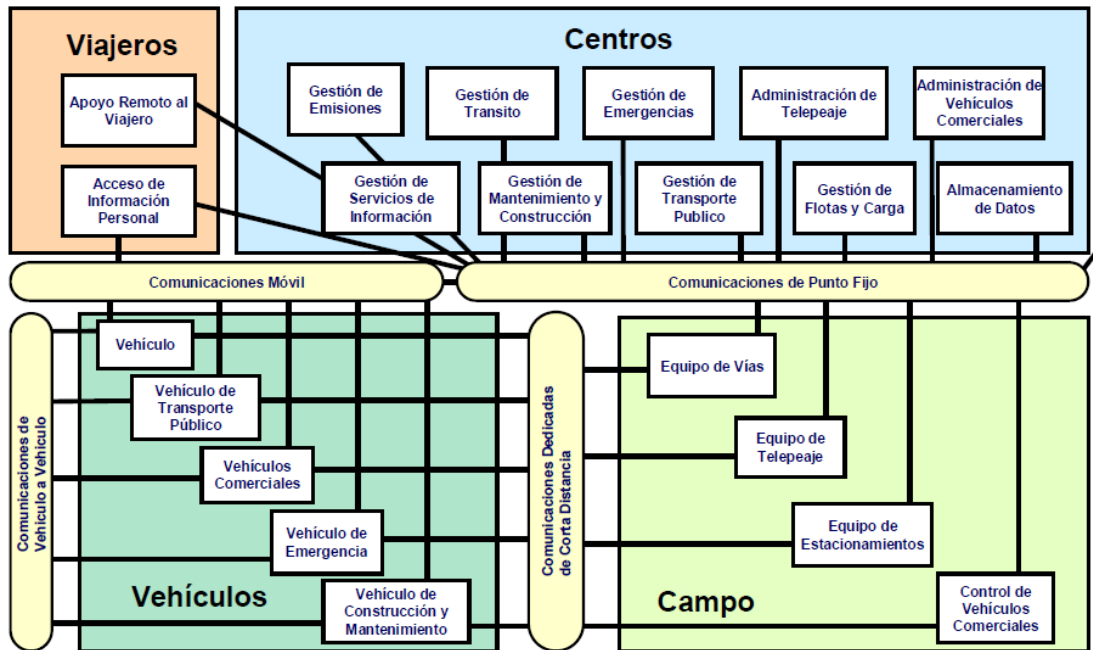
el año de entrada en operación de la infraestructura (Funderburg et al, 2010)

- La existencia de un modelo de transporte nacional facilita las evaluaciones a realizar, a fin de tomar de decisiones acertadas, ejemplos de esto se encuentra en países como noruega (Odeck, 2013)
- La calibración y validación del modelo son aspectos importantes a tener en cuenta.

## **8.2 RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNOLÓGICO**

Teniendo en cuenta que el tema de Tecnología de la Información y las Comunicaciones y la aplicación en el marco del transporte dentro de los Sistemas Integrados de Transporte se encuentra en desarrollo en el País, y según lo evidenciado en los documentos referentes al tema para el caso Colombia, se recomienda tener en cuenta en este campo los diferentes niveles de planeación, toda vez que a partir de la revisión realizada se concluye que los ITS están propuestos para realizar planeación a corto plazo, en la operación tal como se puede evidenciar en la Figura 8-1.

**Figura 8-1: Clasificación de Sistemas ITS de la Arquitectura Nacional ITS de Colombia**



Fuente:Arquitectura Nacional ITS en Colombia<sup>14</sup>.

No obstante es pertinente pensar en los ITS como herramientas de planificación a mediano y largo plazo, a partir del almacenamiento de datos se puede obtener información histórica de gestión del tráfico y monitoreo de velocidades indicadores que se utilizan como datos de entrada en los modelos de transporte, adicionalmente y a partir de la información y la tecnología utilizada para el cobro de tele peajes o pago de peajes electrónico; con los datos coincidentes del registro de las placas de matrícula entre pares de cámaras se pueden determinar las matrices Origen Destino de los Viajeros en determinado momento ( Asakura, 2000); teniendo en cuenta lo anterior, adicionalmente a la implementación de carreteras inteligentes es necesario reconocer y documentar dentro de las políticas nacionales, la gestión de la demanda de tráfico desde un nivel de planeación estratégico y a largo plazo.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo final de maestría se considera pertinente que aspectos de planeación a largo plazo como el mencionado anteriormente se tengan en cuenta dentro de la concepción del CONPES de ITS que actualmente se encuentra en desarrollo.

Ahora bien, adicionalmente a los avances tecnológicos que se pueden gestionar desde la oferta - Carreteras Inteligentes- también se plantea la utilización y suministro de información a partir de redes inalámbricas de sensores, a partir de tecnologías instaladas en la demanda. Esto es la utilización de dispositivos con Sistemas de Posicionamiento Global -GPS- por sus siglas en inglés - Global Positioning System- por los usuarios de las vías, bien sea en dispositivos instalados a bordo del vehículo o por redes celulares, las cuales hasta el momento se han venido desarrollando dentro de la planificación dinámica de la demanda.

Del seguimiento de los recorridos mediante el uso de GPS de diferentes usuarios se puede obtener los deseos de viaje, el ruteo, las velocidades la matriz Origen Destino, en conclusión mediante el uso de redes de sensores inalámbricos es posible inferir las preferencias reveladas de los usuarios entre otras, tal es el caso de software de uso libre como Waze el cual en la actualidad es usado para la planeación -a corto plazo- desagregada de viajes por cada uno de los usuarios.

(Bierlaire et al, 2013), encontró que las principales diferencias entre los GPS especiales para estas actividades y los incorporados en los teléfonos inteligentes tipo Smartphone es la duración de la transmisión de la información pasando de 1 a 10 segundos respectivamente, no obstante los requerimientos en la planeación a largo plazo, llevan a afirmar que estas diferencias no son relevantes toda vez que no se realiza una asignación dinámica del tráfico, el objetivo final de este tipo de planeación es la predicción de la demanda agregada.

Dispositivos incorporados a los vehículos: En la actualidad se tienen ejemplos de utilización de dispositivos GPS incorporados en los vehículos, para efectos de citar un ejemplo, en el caso Colombiano existe una marca de vehículos que ofrece a sus usuarios diferentes servicios por medio de la plataforma y dispositivo GPS instalado, de igual manera de esta cobertura existente se puede obtener información para planeación de la demanda de tráfico por lo anterior la recomendación realizada en el presente trabajo es realizar acuerdos con las ensambladoras y los usuarios, dando algún tipo de beneficio a aquellas ensambladoras que incorporen en los vehículos dispositivos GPS y a los usuarios que transmitan información y alimenten el sistema.

### **8.3 RECOMENDACIONES EN LA CUANTIFICACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

De acuerdo con los hallazgos extraídos a partir de (Standar and Poors, 2005) (Fitch, 2003) (J P Morgan, 1997) dentro de las principales causas que generan incertidumbre en los proyectos de predicción de la demanda, se encuentra la variabilidad en los estudios de acuerdo con el objetivo final, esto es, se sobreestima el volumen y se plantean escenarios optimistas cuando los resultados se dirigen a aseguradoras, pero para el mismo proyecto se obtienen resultados diferentes si el objetivo final es la presentación ante las autoridades, caso en el cual los resultados son más conservadores; por lo anterior los autores mencionados recomiendan la incorporación de auditorías de otros consultores para mejorar la calidad; y en el presente trabajo se adopta tal recomendación.

En cuanto al manejo de la información o base de datos exhaustiva en donde se recopilen los estudios de demanda y proyección de ingresos utilizados en los diferentes proyectos, en los cuales se pueda establecer de forma clara las metodologías, variables, supuestos, escenarios sensibilidades entre otros utilizadas en cada una de las etapas del modelo de predicción, de tal manera que

se puedan realizar evaluaciones Ext Post y poder determinar para el caso en particular la pertinencia y confiabilidad de las predicciones a fin de definir las metodologías más acertadas en el caso específico de Colombia, toda vez que una de las limitaciones encontradas en el desarrollo del trabajo fue la obtención de este tipo de información.

Es necesario tener en cuenta el riesgo político, decisiones como construcciones de nuevas vías o modificaciones de las existentes (KRIGER et al, 2007). Para el caso Colombia dentro del riesgo político adicionalmente se deben tener en cuenta aspectos como las mesas de negociación y acuerdos con los grupos subversivos, en el desarrollo de este trabajo se evidenció que el conflicto en Colombia genera modificaciones en la tendencia de crecimiento del Tráfico.

Dentro de la literatura revisada e información disponible en las entidades nacionales, no se evidencia que se realice la cuantificación de la incertidumbre en los modelos utilizados y/o requerimientos solicitados, el riesgo que genera el nivel de incertidumbre, se maneja por medio del traslado del riesgo de demanda o el plazo variable de las concesiones; o análisis de sensibilidades. Por lo anterior se considera pertinente y necesario la realización de la evaluación de la incertidumbre basado en modelos de Montecarlo para las variables de entrada y métodos de la navaja de bolsillo - Jackknife- o método de arranque - Bootstrap- para el modelo de transporte en sí (Jong, 2005), con el objetivo de evitar renegociaciones de las concesiones causadas por demanda.

## 9. CONCLUSIONES

- Las principales bases de datos de información de la Universidad Nacional de Colombia son: Science Direct, Scopus, Academic Search Complete y Springer, las anteriores bases de datos cuentan con información y revistas indexadas de reconocimiento internacional, no obstante al realizar la búsqueda utilizando otros motores tales como google scholar, se encontró que la revista Taylor Francis cuenta con información importante y pertinente al tema pero no se encuentra en las bases de datos de la Universidad Nacional de Colombia.
- En total se encontraron 292 artículos pertinentes al tema, de los cuales el 32% son referentes al subtema de Elección modal, 19% Distribución y 16% asignación
- La Generación atracción es el submodelo de transporte en el cual se encontró menor cantidad de artículos.
- La mayor cantidad de artículos científicos pertinentes en el tema, son de autores con nacionalidad Estadounidense con 89 publicaciones, seguido por el Reino Unido con 36 publicaciones.
- El aporte investigativo Colombiano es escaso, se encontraron únicamente 4 publicaciones de autores Colombianos, de los cuales Víctor Cantillo es autor de las 4 publicaciones y Johana Amaya es coautora de una publicación. Los dos pertenecen a la Universidad del Norte en Barranquilla.
- En el tema pertinente, no se encontró ninguna publicación de autores pertenecientes a la Universidad Nacional de Colombia, aspecto que se deberá revisar al interior del alma mater.

- El autor con más número de publicaciones -17- del tema pertinente es Juan de Dios Ortúzar de nacionalidad Chileno, el cual investiga principalmente el tema de modelos de elección discreta, seguido por Ben - Akiva de nacionalidad Estadounidense con 12 publicaciones principalmente en el tema de modelos de elección discreta y árbol de decisiones.
- Las revistas con mayor número de publicaciones en el tema pertinente son Transportation Research Part B y Transportation las cuales se encuentran en las bases de datos Science Direct y Springer respectivamente y es la revista Transportation en la cual se encontró el artículo más antiguo el cual data del año 1972.
- Las innovaciones metodológicas encontradas, consisten principalmente en el método de predicción de la demanda a partir de los flujos tomados en diferentes días en el mismo lugar; determinación de encuestas Origen - Destino, utilización de Redes inalámbricas de sensores, modelos basados en actividades y usos del suelo e incertidumbre.
- La variable cultural estudiada es el PIB para hotelería y restaurantes, toda vez que es la representación de la disposición de los usuarios a invertir en ocio - turismo dentro de la parte cultural.
- Las variables socioeconómicas analizadas son Población y PIB total en precios constantes, en el desarrollo del estudio se revisó el comportamiento del indicador PIB en precios corrientes, no obstante este indicador no mostró correlación alguna con el indicador representativo de la demanda.
- La Variable de conflicto utilizada, fue el número de secuestros, a nivel nacional agrupados en simple y extorsivo y a nivel regional masivos en retenes ilegales.

- La relación de variables a Nivel Nacional indican que el conflicto en Colombia visto como número de secuestros simple y extorsivo, afectó el volumen de circulación por la red vial nacional a final de la década de los 90's y comienzo de los años 2000, cuando ocurre la nueva dinámica del conflicto y los retenes ilegales.
- La relación de las variables socioeconómicas en los departamentos fronterizos, arrojó como resultado que en caso de Norte de Santander, el volumen circundante por la red vial nacional se comporta de manera homogénea con el PIB total del país vecino, por su parte el departamento de Nariño no mostró dicha correlación.
- La tendencia de crecimiento Poblacional no mostró relación con las variables de tráfico estudiadas en ningún departamento ni en el nivel nacional, debido a que las series de población encontradas y utilizadas son proyecciones realizadas por el DANE.
- En general la variable socioeconómica que mejor representa el crecimiento del volumen circundante de las vías de la red vial nacional es el PIB total en precios constantes.
- De los análisis realizados del contexto Colombiano se concluye que la tasa de crecimiento del volumen vehicular circundante por la red vial es mayor en magnitud y valor absoluto que la del PIB y demás indicadores analizados.
- En Colombia, se reconoce las implicaciones de la incertidumbre en las predicciones de tráfico, por lo cual se ha evolucionado en la dinámica y condiciones de los contratos de concesión, por medio de la asignación del riesgo o como se realiza en la actualidad, por medio de plazos variables en las



concesiones; no obstante el avance evidenciado desde la óptica metodológica data del año 2011.

- La disponibilidad y accesibilidad de información en Colombia es limitada, no existe centralización de la información y los diferentes actores que intervienen en el proceso de la planificación y estructuración de las concesiones facilitan ese acceso.
- En Colombia no se encuentran estudios referentes a evaluación *ex post* de las concesiones existentes, razón por la cual no se puede determinar la incertidumbre ni la confiabilidad en la información.
- Experiencias Internacionales indican que la introducción de Tecnologías de la Información (TIC) y de Sistemas Integrados de Transporte (ITS) en el desarrollo de carreteras inteligentes, permiten desarrollar investigaciones rigurosas en el tema de predicción de la demanda.
- En Colombia se encuentra en desarrollo la aplicación de TICs para los proyectos viales, actualmente se encuentra en desarrollo la conformación del órgano rector respectivo.
- Según la revisión realizada, 8 países cuentan con información de matriz origen destino a nivel nacional, ninguno de ellos es latinoamericano.

## 10. RECOMENDACIONES

En el presente trabajo final de maestría, en primera medida, se realiza una reflexión acerca de la debilidad en la investigación del tema pertinente por cuenta de los investigadores Colombianos, de igual manera se tocan tangencialmente diversos temas relacionados con la predicción de la demanda de tráfico y se recomienda que temas como estos y otros más sean profundizados en la realización de investigaciones de estudiantes de Maestría de manera independiente:

- Profundizar y generar el estudio de caso para Colombia o en sus diferentes regiones, a partir de los modelos de predicción existentes, reconocidos y mencionados en el cuerpo del trabajo.
- Ampliar la investigación en el submodelo de Generación Atracción.
- Ajustar los modelos de crecimiento territorial con el objetivo de obtener una correcta planeación del transporte.
- En temas tecnológicos el soporte de datos de las diferentes redes inalámbricas de sensores, y su viabilidad de incluirlas en la nueva estructura del Ministerio de TIC.
- Si bien es cierto en Colombia se ha optado por modificar el modelo de Concesión vial y generar un plazo variable para minimizar la problemática de la incertidumbre, este aspecto requiere ser estudiado para poder tener criterios de decisión en diferentes tipos de proyectos de inversión diferentes a BOT.
- Los modelos de árbol de decisión o basados en actividades se encuentran en desarrollo y no son tan robustos como el modelo clásico del transporte, es una oportunidad que desde la academia se desarrolle ese tipo de investigaciones en teorías emergentes.

**A. ANEXO: ESTACIONES DE CONTEO INVIAS UTILIZADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO DEPARTAMENTAL**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>No. ESTACIÓN DE CONTEO</b>	<b>SECTOR</b>
ANTIOQUIA	357	SANTA BÁRBARA-VERSALLES
ANTIOQUIA	358	VERSALLES-PRIMAVERA
ANTIOQUIA	359	PRIMAVERA-TE DE AMAGA
ANTIOQUIA	360	PRIMAVERA-CALDAS
ANTIOQUIA	361	CALDAS-ITAGÜÍ
ANTIOQUIA	362	DON DIEGO-LAS PALMAS
ANTIOQUIA	363	LA CEJA-DON DIEGO
ANTIOQUIA	364	DON DIEGO-RIONEGRO
ANTIOQUIA	365	LA UNIÓN-LA CEJA
ANTIOQUIA	366	LA FRONTERA-LA UNIÓN
ANTIOQUIA	452	TE DE AMAGA-VENECIA
ANTIOQUIA	455	JARDÍN-REMOLINO
ANTIOQUIA	456	REMOLINO-BOLÍVAR
ANTIOQUIA	458	RIONEGRO-MEDELLÍN
ANTIOQUIA	459	MARINILLA-RIONEGRO
ANTIOQUIA	461	LA CEJA-RIONEGRO
ANTIOQUIA	464	TE DE COPACABANA-TE DE GIRARDOTA
ANTIOQUIA	465	TE DE GIRARDOTA-TE DE HATILLO
ANTIOQUIA	467	TE DE HATILLO-DON MATÍAS
ANTIOQUIA	468	TE DE HATILLO-BARBOSA
ANTIOQUIA	469	TE DE SAN PEDRO-KM 57
ANTIOQUIA	470	KM57-SANTAFE DE ANTIOQUIA
ANTIOQUIA	471	KM57-SOPETRAN
ANTIOQUIA	476	DON MATÍAS-LOS LLANOS
ANTIOQUIA	479	LOS LLANOS-PUERTO VALDIVIA
ANTIOQUIA	687	GUARNE-TE DE AEROPUERTO
ANTIOQUIA	688	MARINILLA-SANTUARIO
ANTIOQUIA	689	BARBOSA-PORCECITO
ANTIOQUIA	690	CISNEROS-PUERTO BERRIO
ANTIOQUIA	726	BELLO-TE DE COPACABANA
ANTIOQUIA	736	BOLOMBOLO-REMOLINO
ANTIOQUIA	784	RIO NEGRO-CARMEN DE VIBORAL
ANTIOQUIA	837	MARINILLA-EL PEÑÓN
ANTIOQUIA	866	ACEVEDO-GUARNE
ANTIOQUIA	912	MEDELLÍN-TE DE SAN PEDRO
ANTIOQUIA	935	SANTUARIO-LA PIÑUELA
ANTIOQUIA	978	PORCECITO-CISNEROS
ANTIOQUIA	1024	BELÉN (AGA)-RIONEGRO

---

ATLÁNTICO	524	GALAPA-BARRANQUILLA
ATLÁNTICO	525	AEROPUERTO-MALAMBO
ATLÁNTICO	526	PALMAR DE VARELA-MALAMBO
ATLÁNTICO	529	SABANALARGA-CASCAJAL
ATLÁNTICO	530	CALAMAR-PUERTO GIRALDO
ATLÁNTICO	666	PONEDERA-PALMAR DE VARELA
ATLÁNTICO	685	VILLA ROSA-PUERTO ZULIA
ATLÁNTICO	686	PUERTO COLOMBIA-BARRANQUILLA
ATLÁNTICO	761	PUERTO GIRALDO-PONEDERA
ATLÁNTICO	825	TUBARA-BARRANQUILLA
ATLÁNTICO	836	TE DE ISABEL LÓPEZ-SABANALARGA
ATLÁNTICO	865	BARANOA-GALAPA
ATLÁNTICO	1071	CALAMAR-VILLA ROSA
ATLÁNTICO	1072	SANTA VERÓNICA-PUERTO COLOMBIA
BOYACÁ	71	VENTAQUEMADA-TUNJA
BOYACÁ	72	PUENTE BOYACA-SAMACA
BOYACÁ	74	VILLA PINZÓN-VENTAQUEMADA
BOYACÁ	75	CHOCONTA-VILLAPINZON
BOYACÁ	77	PUENTE CAMACHO-TUNJA
BOYACÁ	78	PUENTE CAMACHO-RAMIRIQUI
BOYACÁ	79	RAMIRIQUI-MIRAFLORES
BOYACÁ	83	PUENTE CAMACHO-CHINAVITA
BOYACÁ	86	LAS JUNTAS-EL CRUCERO
BOYACÁ	88	LAS JUNTAS-SANTA MARIA
BOYACÁ	89	GUATEQUE-LAS JUNTAS
BOYACÁ	90	TUNJA-MORTIÑAL
BOYACÁ	91	MORTIÑAL-SOTE
BOYACÁ	92	MORTIÑAL-PAIPA
BOYACÁ	93	PAIPA-DUITAMA
BOYACÁ	94	PAIPA-TERMALES
BOYACÁ	95	SOTE-TUNJA
BOYACÁ	96	ARCABUCO-SOTE
BOYACÁ	97	MONIQUIRA-ARCABUCO
BOYACÁ	98	BARBOSA-MONIQUIRA
BOYACÁ	101	TINJACA-SUTAMARCHAN
BOYACÁ	102	EL INFIERNO-TUNJA
BOYACÁ	103	CHIQUINQUIRA-TINJACA
BOYACÁ	104	UBATE-CHIQUINQUIRA
BOYACÁ	106	CHIQUINQUIRA-PUENTE NACIONAL
BOYACÁ	109	CURUBITOS-CHIQUINQUIRA

---

---

BOYACÁ	116	DUITAMA-SANTA ROSA	
BOYACÁ	117	SANTA ROSA-BELÉN	
BOYACÁ	118	BELÉN-SUSACON	
BOYACÁ	119	BELÉN-PAZ DE RIO	
BOYACÁ	121	SOATA-CAPITANEJO	
BOYACÁ	122	CAPITANEJO-EL ESPINO	
BOYACÁ	124	PAZ DE RIO-SOCHA	
BOYACÁ	125	TASCO-PAZ DE RIO	
BOYACÁ	127	LA YE-PUENTE BLANCO	
BOYACÁ	128	LA YE-SOGAMOSO (VIA TIBASOSA)	
BOYACÁ	129	PUENTE BLANCO-SOGAMOSO	
BOYACÁ	130	PUENTE BLANCO-CORRALES	
BOYACÁ	131	SOGAMOSO-CRUCERO	
BOYACA	133	CRUCERO-AQUITANIA	
BOYACA	135	TRES ESQUINAS-SOGAMOSO	
BOYACA	533	CRUCERO-GARAGOA	
BOYACA	641	GUATEQUE-TENZA	
BOYACA	644	VILLA DE LEYVA-SACHICA	
BOYACA	645	SUTAMARCHAN-SACHICA	
BOYACA	648	TERMALES-PANTANO DE VARGAS	
BOYACA	678	SAMACA-EL INFIERNO	
BOYACA	679	SACHICA-EL INFIERNO	
BOYACA	680	PESCA-TRES ESQUINAS	
BOYACA	782	SANTA MARIA-EL SECRETO	
BOYACA	903	CORRALES-TASCO	
BOYACA	904	IZA-PUENTE IZA	
BOYACA	1069	GUAYATA-GUATEQUE	
BOYACA	1070	DUITAMA-LA YE	
CALDAS	338	CHINCHINA-MANIZALES	
CALDAS	349	CAUYA-ANSERMA	
CALDAS	350	RISARALDA-CAUYA	
CALDAS	351	ARAUCA-TE DE BELALCAZAR	
CALDAS	352	ANSERMA-RIOSUCIO	
CALDAS	353	RIOSUCIO-LA FELISA	
CALDAS	355	AGUADAS-LA PINTADA	
CALDAS	373	MANIZALES- PUENTE LIBERTAD	
CALDAS	439	QUIEBRA DE VELEZ-LA ESTRELLA	
CALDAS	440	TRES PUERTAS-QUIEBRA DE VELEZ	
CALDAS	441	MANIZALES-QUIEBRA DE VELEZ	
CALDAS	442	LA ESPERANZA-PUENTE	LA
		LIBERTAD	

---

---

CALDAS	444	PETAQUEROS-LA ESPERANZA	
CALDAS	446	FRESNO-PETAQUEROS	
CALDAS	447	PETAQUEROS-MANZANARES	
CALDAS	448	MANIZALES-NEIRA	
CALDAS	449	NEIRA-ARANZAZU	
CALDAS	450	ARANZAZU-SALAMINA	
CALDAS	451	SALAMINA-AGUADAS	
CALDAS	551	MANIZALES-VILLA MARIA	
CALDAS	697	EL LAGO-EL TREBOL	
CALDAS	702	ESTACION URIBE-LA MANUELA	
CALDAS	799	MANZANARES-PENSILVANIA	
CALDAS	841	TE DE BELALCAZAR-RISARALDA	
CALDAS	916	TRES PUERTAS-ARAUCA	
CALDAS	924	LA FELISA-LA PINTADA	
CALDAS	925	PUENTE LIBERTAD-ESTACION URIBE	
CAQUETA	408	EL CARAÑO-FLORENCIA	
CAQUETA	409	GRANJA DEPTAL-FLORENCIA	
CAQUETA	410	BELEN-MORELIA	
CAQUETA	411	SAN JOSE-BELEN	
CAQUETA	704	TE DE LARANDIA-LA YE	
CAQUETA	708	EL DONCELLO-PUERTO RICO	
CAQUETA	715	MORELIA-GRANJA DPTAL	
CAQUETA	862	GABINETE-EL CARAÑO	
CAQUETA	966	PUERTO RICO-SAN VICENTE	
CAQUETA	1013	MORELIA-VALPARAISO	
CASANARE	132	EL CRUCERO-PAJARITO	
CASANARE	134	PAJARITO-AGUAZUL	
CASANARE	931	AGUAZUL-YOPAL	
CASANARE	932	YOPAL-ARAGUANEY	
CASANARE	933	ARAGUANEY-PAZ DE ARIPORO	
CASANARE	964	AGUAZUL-MANI	
CAUCA	286	MONDOMO-SANTANDER	DE
		QUILICHAO	
CAUCA	287	PIENDAMO-MONDOMO	
CAUCA	288	PIENDAMO-SILVIA	
CAUCA	289	CRUCERO-PIENDAMO	
CAUCA	290	CRUCERO-TOTORO	
CAUCA	291	POPAYAN-CRUCERO	
CAUCA	292	TIMBIO-LA CABAÑA	
CAUCA	294	LA CABAÑA-POPAYAN	
CAUCA	295	ROSAS-TIMBIO	

---

---

CAUCA	297	EL BORDO-ROSAS
CAUCA	298	ESTRECHO-EL BORDO
CAUCA	299	LA LUPA-BOLIVAR
CAUCA	372	POPAYAN-PATICO
CAUCA	652	PATICO-SANTA LETICIA
CAUCA	653	CAÑAGRIA-POPAYAN
CAUCA	655	BALBOA-EL ESTRECHO
CAUCA	656	MOJARRAS-EL ESTRECHO
CAUCA	677	PATICO-PALETARA
CAUCA	699	CAÑAGRIA-EL TABLON
CAUCA	778	MORALES-PIENDAMO
CAUCA	819	EL PLACER-LA REJOYA
CAUCA	892	EL CAIRO-CAJIBIO
CAUCA	920	TIMBIO-EL TABLON
CESAR	571	SI DIOS QUIERE-BOSCONIA
CESAR	574	PUEBLO NUEVO-BOSCONIA
CESAR	577	BOSCONIA-MARIANGOLA
CESAR	578	MARIANGOLA-VALENCIA
CESAR	581	VALENCIA-VALLEDUPAR
CESAR	583	VALLEDUPAR-LA PAZ
CESAR	584	SAN DIEGO-LA PAZ
CESAR	585	CODAZZI-SAN DIEGO
CESAR	586	CASACARA-CODAZZI
CESAR	588	LA JAGUA-CASACARA
CESAR	589	RINCONHONDO-LA JAGUA
CESAR	590	CRUCE LA SIERRA-RINCONHONDO
CESAR	595	PAILITAS-SAN ROQUE
CESAR	596	EL BURRO-PAILITAS
CESAR	597	LA MATA-EL BURRO
CESAR	598	TAMALAMEQUE-EL BURRO
CESAR	624	CRUCE LA SIERRA-CHIRIGUANA
CESAR	625	CRUCE LA SIERRA-CUATRO VIENTOS
CESAR	664	LA PAZ-MANAURE
CESAR	676	SAN ROQUE-CRUCE LA SIERRA
CESAR	695	CUATRO VIENTOS-BOSCONIA
CESAR	844	ARJONA-CUATRO VIENTOS
CHOCO	485	LAS ANIMAS-QUIBDO
CHOCO	757	ISTMINA-LAS ANIMAS
CHOCO	758	LAS ANIMAS-TADO
CHOCO	759	TUTUNENDO-EL 18

---



---

CHOCO	760	TUTUNENDO-QUIBDO
CHOCO	928	EL 18-TE DEL CARMEN DE ATRATO
CORDOBA	486	LA APARTADA-PLANETA RICA
CORDOBA	487	PLANETA RICA-KM 15
CORDOBA	488	KM 15-EL PURGATORIO
CORDOBA	489	TIERRALTA-KM 15
CORDOBA	490	TE DE AEROPUERTO-CERETE
CORDOBA	491	CERETE-LORICA
CORDOBA	492	LORICA-COVEÑAS
CORDOBA	494	CERETE-ESTACION SAN MARTIN
CORDOBA	495	CIENAGA DE ORO-LA YE
CORDOBA	496	EL VIAJANO-LA YE
CORDOBA	497	EL VIAJANO-SAN MARCOS
CORDOBA	498	PLANETA RICA-EL VIAJANO
CORDOBA	499	LA YE-CHINU
CORDOBA	501	LORICA-MOMIL
CORDOBA	684	MOMIL-CHINU
CORDOBA	713	EL PURGATORIO-MONTERIA
CORDOBA	743	CAUCASIA-LA APARTADA
CORDOBA	767	MONTERIA-TE DE AEROPUERTO
CORDOBA	788	LA APARTADA-AYAPEL
CORDOBA	804	SAN CARLOS-ESTACION SAN MARTIN
CORDOBA	830	MORALES-VALENCIA
CORDOBA	910	LA APARTADA-MONTELIBANO
CORDOBA	911	ESTACION SAN MARTIN-CIENAGA DE ORO
CORDOBA	1023	LORICA-SAN BERNARDO DEL VIENTO
CORDOBA	1074	CHINU-SAMPUES
CUNDINAMARCA	5	CALLE 232-LA CARO
CUNDINAMARCA	6	LA CARO-BRICEÑO
CUNDINAMARCA	8	GACHANCIPA-SESQUILE
CUNDINAMARCA	9	SESQUILE-EL SISGA
CUNDINAMARCA	12	LA CARO-CAJICA
CUNDINAMARCA	13	CAJICA-ZIPAQUIRA
CUNDINAMARCA	15	ZIPAQUIRA-COGUA
CUNDINAMARCA	18	TE DEL NEUSA-UBATE
CUNDINAMARCA	19	ALEMANA-(LA YE) CHIPAQUE
CUNDINAMARCA	20	CHIPAQUE-PUENTE QUETAME
CUNDINAMARCA	25	SOACHA-TE DEL SALTO

---

---

CUNDINAMARCA	27	CHUSACA-SIBATE
CUNDINAMARCA	28	SIBATE-FUSAGASUGA
CUNDINAMARCA	29	FUSAGASUGA-MELGAR
CUNDINAMARCA	30	MELGAR-EL PASO
CUNDINAMARCA	36	FONTIBON-TRES ESQUINAS
CUNDINAMARCA	38	MOSQUERA-TRES ESQUINAS
CUNDINAMARCA	39	MADRID-MOSQUERA
CUNDINAMARCA	40	FACATATIVA-MADRID
CUNDINAMARCA	41	FACATATIVA-ALBAN
CUNDINAMARCA	44	ALBAN-SASAIMA
CUNDINAMARCA	45	CHUGUACAL-GUAYABAL
CUNDINAMARCA	47	SASAIMA-VILLETA
CUNDINAMARCA	48	VILLETA-PUERTO BOGOTA
CUNDINAMARCA	65	ZIQUAIRA-TE DEL NEUSA
CUNDINAMARCA	66	TE DEL SALTO-FUSAGASUGA
CUNDINAMARCA	68	SISGA-GUATEQUE
CUNDINAMARCA	70	MOSQUERA-LA MESA
CUNDINAMARCA	649	ZIQUAIRA-PACHO
CUNDINAMARCA	650	PACHO-LA PALMA
CUNDINAMARCA	670	TE DEL SALTO-EL COLEGIO
CUNDINAMARCA	671	LOS PATIOS-LA CALERA
CUNDINAMARCA	672	GUASCA-UBALA
CUNDINAMARCA	692	GUATAVITA-SESQUILE
CUNDINAMARCA	749	TE DE VIANI-CAMBAO
CUNDINAMARCA	752	TOCAIMA-GIRARDOT
CUNDINAMARCA	753	CAJICA-TABIO
CUNDINAMARCA	771	PUENTE EL CORTIJO-SIBERIA
CUNDINAMARCA	773	LA PUNTA-T DEL ROSAL
CUNDINAMARCA	791	LA MESA-TOCAIMA
CUNDINAMARCA	792	SISGA-CHOCONTA
CUNDINAMARCA	821	MELGAR-EL CARMEN DE APICALA
CUNDINAMARCA	838	LA CALERA-LA CABAÑA
CUNDINAMARCA	875	SIBERIA-COTA
CUNDINAMARCA	876	MOSQUERA-SIBERIA
CUNDINAMARCA	913	BRICEÑO-GACHANCIPA
CUNDINAMARCA	914	COTA-CHIA
CUNDINAMARCA	940	GIRARDOT-NARIÑO
CUNDINAMARCA	941	ZIQUAIRA-NEMOCON
CUNDINAMARCA	946	T DEL ROSAL-LA VEGA
CUNDINAMARCA	1031	EL COLEGIO-EL TRIUNFO
CUNDINAMARCA	1032	EL TRIUNFO-TOCAIMA

---

---

CUNDINAMARCA	1035	LA CABAÑA-GUASCA
GUAJIRA	605	VILLANUEVA-SAN JUAN
GUAJIRA	606	SAN JUAN-DISTRACCION
GUAJIRA	607	DISTRACCION-FONSECA
GUAJIRA	608	FONSECA-BARRANCAS
GUAJIRA	609	BARRANCAS-HATO NUEVO
GUAJIRA	610	HATO NUEVO-ALBANIA
GUAJIRA	613	TOMARRAZON-LA FLORIDA
GUAJIRA	614	LA FLORIDA-CUESTECITA
GUAJIRA	616	LA FLORIDA-RIOHACHA
GUAJIRA	617	MAICAO-PARAGUACHON
GUAJIRA	618	CUATRO VIAS-MAICAO
GUAJIRA	619	RIOHACHA-CUATRO VIAS
GUAJIRA	621	CAMARONES-RIOHACHA
GUAJIRA	714	TE DE DIBULLA-CAMARONES
GUAJIRA	842	MAICAO-URIBIA
GUAJIRA	901	TE DE DIBULLA-DIBULLA
GUAJIRA	991	CUATRO VIAS-URIBIA
GUAJIRA	1010	PARADERO-CUATRO VIAS
GUAJIRA	1049	PARADERO-ALBANIA
GUAJIRA	1051	RIO PALOMINO-TE DE DIBULLA
GUAJIRA	1052	PARADERO-CARRAIPIA
HUILA	324	NEIVA-AIPE
HUILA	326	TE DEL JUNCAL-NEIVA
HUILA	327	CUCARA-TELLO
HUILA	374	TELLO-BARAYA
HUILA	375	TERUEL-PALERMO
HUILA	376	PALERMO-GUASIMOS
HUILA	379	LA PLATA-TESALIA
HUILA	383	LABERINTO-HOBO
HUILA	384	GIGANTE-LABERINTO
HUILA	385	HOBO-TE DE ALGECIRAS
HUILA	386	TE DE ALGECIRAS-ALGECIRAS
HUILA	387	TE DE ALGECIRAS-CAMPOALEGRE
HUILA	388	LOS CAUCHOS-NEIVA
HUILA	390	PITAL-LA PLATA
HUILA	391	GARZON-PITAL
HUILA	392	ALTAMIRA-GARZON
HUILA	393	TIMANA-ALTAMIRA
HUILA	394	TE DE TARQUI-TARQUI
HUILA	397	PITALITO-TIMANA

---

---

HUILA	398	SOMBRERILLOS-LA PORTADA
HUILA	399	SAN JUAN-LA PORTADA
HUILA	401	SOMBRERILLOS-SAN AGUSTIN
HUILA	402	ISNOS-SOMBRERILLOS
HUILA	403	ORRAPIHUASI-GUADALUPE
HUILA	404	SUAZA-ORRAPIHUASI
HUILA	405	ALTAMIRA-ORRAPIHUASI
HUILA	406	GUADALUPE-GABINETE
HUILA	407	GARZON-GIGANTE
HUILA	789	CAMPOALEGRE-LOS CAUCHOS
HUILA	790	LOS CAUCHOS-RIVERA
HUILA	853	NEIVA-PLATANILLAL
HUILA	854	CUCARA-VILLAVIEJA
HUILA	930	GARZON-ZULUAGA
HUILA	963	NEIVA-CUCARA
HUILA	993	TE EL JUNCAL-JUNCAL
HUILA	994	EL JUNCAL-BETANIA
MAGDALENA	555	GAIRA-SANTA MARTA
MAGDALENA	557	AEROPUERTO-GAIRA
MAGDALENA	558	LA YE-AEROPUERTO
MAGDALENA	559	CIENAGA-LA YE
MAGDALENA	560	LA GRAN VIA-LA YE
MAGDALENA	563	ARACATACA-LA GRAN VIA
MAGDALENA	564	FUNDACION-ARACATACA
MAGDALENA	565	TASAJERA-CIENAGA
MAGDALENA	566	SI DIOS QUIERE-FUNDACION
MAGDALENA	576	EL DIFICIL-PUEBLO NUEVO
MAGDALENA	694	LA GLORIA-EL DIFICIL
MAGDALENA	730	BARRANQUILLA-TASAJERA
MAGDALENA	731	PLATO-LA GLORIA
META	537	TE DE AEROPUERTO-RESTREPO
META	538	RESTREPO-CUMARAL
META	540	ACACIAS-GUAMAL
META	541	GUAMAL-SAN MARTIN
META	544	VILLAVICENCIO-APIAY
META	545	APIAY-MURUJUY
META	546	MURUJUY-PUERTO LOPEZ
META	548	PUERTO LOPEZ-LA ESMERALDA
META	691	CUMARAL-PARATEBUENO
META	701	SAN MARTIN-GRANADA
META	775	GRANADA-CANAGUARO

---

---

META	776	PARATEBUENO-BARRANCA DE UPIA
META	832	GRANADA-FUENTE DE ORO
META	950	FUENTE DE ORO-PUENTE LLERAS
META	979	ACACIAS-VILLAVICENCIO
META	983	CANAGUARO-SAN JUAN DE ARAMA
NARIÑO	301	LA UNION-HIGUERONES
NARIÑO	303	EL EMPATE-LA UNION
NARIÑO	304	PASTO-EL EMPATE
NARIÑO	307	PEDREGAL-CEBADAL
NARIÑO	308	CEBADAL-CONSACA
NARIÑO	309	CEBADAL-PASTO
NARIÑO	310	SAN JUAN-PEDREGAL
NARIÑO	311	TUQUERRES-PEDREGAL
NARIÑO	312	CRUCERO MOTILON-PASTO
NARIÑO	313	RUMICHACA-IPIALES
NARIÑO	315	IPIALES-LAS LAJAS
NARIÑO	316	GUACHUCAL-IPIALES
NARIÑO	317	GUACHUCAL-EL ESPINO
NARIÑO	318	RICAURTE-EL ESPINO
NARIÑO	319	EL ESPINO-TUQUERRES
NARIÑO	320	TUQUERRES-SAMANIEGO
NARIÑO	422	IPIALES-SAN JUAN
NARIÑO	423	IPIALES-PUPIALES
NARIÑO	657	HIGUERONES - MOJARRAS
NARIÑO	659	PASTO-AEROPUERTO
NARIÑO	660	JUNIN-RICAURTE
NARIÑO	661	JUNIN-CANAUPI
NARIÑO	711	CONSACA-CRUCERO MOTILON
NARIÑO	779	AEROPUERTO-EL TABLON
NARIÑO	780	EL TABLON-MOJARRAS
NARIÑO	858	CUMBAL-GUACHUCAL
NORTE DE SANTANDER	174	PAMPLONA-LA DONJUANA
NORTE DE SANTANDER	177	LA DONJUANA-CHINACOTA
NORTE DE SANTANDER	178	LA DONJUANA-CUCUTA
NORTE DE SANTANDER	179	CUCUTA-DOS RIOS
NORTE DE SANTANDER	180	ZULIA-CUCUTA

---

---

NORTE DE SANTANDER	181	ASTILLEROS-ZULIA	
NORTE DE SANTANDER	182	SARDINATA-ASTILLEROS	
NORTE DE SANTANDER	183	ASTILLEROS-LA PUNTA	
NORTE DE SANTANDER	187	CORNEJO-ZULIA	
NORTE DE SANTANDER	188	SANTIAGO-CORNEJO	
NORTE DE SANTANDER	191	CUCUTA-VILLA DEL ROSARIO	
NORTE DE SANTANDER	534	PUENTE GOMEZ-SANTIAGO	
NORTE DE SANTANDER	535	LA LEJIA-PAMPLONA	
NORTE DE SANTANDER	629	RUMICHACA-PUENTE BOLIVAR	SIMON
NORTE DE SANTANDER	630	BERLIN-PAMPLONA	
NORTE DE SANTANDER	631	LA DONJUANA-DURANIA	
NORTE DE SANTANDER	669	CUCUTA-PUENTE FRANCISCO DE PAULA SANTANDER	
NORTE DE SANTANDER	698	TOLEDO-CHINACOTA	
NORTE DE SANTANDER	722	PUENTE GOMEZ-GRAMALOTE	
NORTE DE SANTANDER	723	SALAZAR-PUENTE GOMEZ	
NORTE DE SANTANDER	748	CUCUTA-PUERTO SANTANDER	
NORTE DE SANTANDER	1055	ARBOLEDAS-SALAZAR	
QUINDIO	244	CAJAMARCA-CALARCA	
QUINDIO	245	ARMENIA - CALARCA	
QUINDIO	246	CALARCA-LA ESPAÑOLA	
QUINDIO	247	LA ESPAÑOLA-ARMENIA	
QUINDIO	248	LA ESPAÑOLA-RIO VERDE	
QUINDIO	249	CAICEDONIA-SEVILLA	
QUINDIO	339	CIRCASIA-PEREIRA	
QUINDIO	344	ALCALA-CARTAGO	
QUINDIO	425	RIO VERDE-CAICEDONIA	

---

---

QUINDIO	426	BARRAGAN-GENOVA
QUINDIO	427	CLUB CAMPESTRE-EDEN
QUINDIO	428	CLUB CAMPESTRE-TEBAIDA
QUINDIO	429	ARMENIA-CLUB CAMPESTRE
QUINDIO	431	TEBAIDA-LA PAILA
QUINDIO	432	ARMENIA-MONTENEGRO
QUINDIO	433	MONTENEGRO-QUIMBAYA
QUINDIO	434	QUIMBAYA-ALCALA
QUINDIO	437	ARMENIA-CIRCASIA
QUINDIO	746	RIO VERDE-PIJAO
QUINDIO	948	ARRAYANAL-SALENTO
QUINDIO	987	CRUCES-FILANDIA
QUINDIO	1006	CRUCE CUBA-ALAMBRADO
RISARALDA	333	CERRITOS-CARTAGO
RISARALDA	334	LA VIRGINIA-CERRITOS
RISARALDA	335	CERRITOS- PEREIRA
RISARALDA	336	SANTA ROSA-DOSQUEBRADAS
RISARALDA	337	SANTA ROSA-CHINCHINA
RISARALDA	345	LA VIRGINIA-TE DE BALBOA
RISARALDA	346	ASIA-CAUYA
RISARALDA	347	ASIA-VITERBO
RISARALDA	348	LA VIRGINIA-ASIA
RISARALDA	435	PEREIRA-ALCALA
RISARALDA	436	PUEBLO RICO-APIA
RISARALDA	766	PEREIRA-COMBIA
RISARALDA	797	COMBIA-MARSELLA
RISARALDA	839	APIA-TE DE BALBOA
RISARALDA	840	VITERBO-APIA
RISARALDA	926	PEREIRA-DOSQUEBRADAS
SANTANDER	136	BARBOSA-GUEPSA
SANTANDER	137	VADO REAL-OIBA
SANTANDER	139	SOCORRO-BERLIN
SANTANDER	141	BERLIN-SAN GIL
SANTANDER	142	CHARALA-SAN GIL
SANTANDER	143	SAN GIL - LOS CUROS
SANTANDER	144	LOS CUROS-PIEDECUESTA
SANTANDER	145	LOS CUROS-MALAGA
SANTANDER	146	PIEDECUESTA-FLORIDABLANCA
SANTANDER	148	BARICHARA-SAN GIL
SANTANDER	151	VELEZ-BARBOSA
SANTANDER	152	PUENTE NACIONAL-BARBOSA

---

---

SANTANDER	153	VELEZ-LANDAZURI
SANTANDER	154	PUERTO OLAYA-PUERTO ARAUJO
SANTANDER	158	BUCARAMANGA-RIO NEGRO
SANTANDER	159	EL PLAYON-MALPASO
SANTANDER	166	GIRON-TE DE AEROPUERTO
SANTANDER	167	SAN VICENTE-LA RENTA
SANTANDER	633	GUEPSA-VADO REAL
SANTANDER	637	FLORIDA BLANCA-BUCARAMANGA
SANTANDER	638	RIONEGRO-EL PLAYON
SANTANDER	667	BUCARAMANGA-BERLIN
SANTANDER	682	LA RENTA-LA LIZAMA
SANTANDER	710	SAN GIL-MOGOTES
SANTANDER	725	LA RENTA-LEBRIJA
SANTANDER	741	LEBRIJA-TE DE AEROPUERTO
SANTANDER	1000	PALENQUE-TE DE CAFE MADRID
SANTANDER	1018	GIRON-BUCARAMANGA
SUCRE	502	SAMPUES-SINCELEJO
SUCRE	503	TOLUVIEJO-EL TORO
SUCRE	504	TOLU-TOLUVIEJO
SUCRE	505	TOLUVIEJO-SAN ONOFRE
SUCRE	507	SINCELEJO-COROZAL
SUCRE	508	COROZAL-PUERTA DE HIERRO
SUCRE	1019	PALMITO-EL TORO
SUCRE	1020	COROZAL-BETULIA
SUCRE	1021	BETULIA-SINCE
SUCRE	1022	SINCE-GALERAS
SUCRE	1076	EL TORO-SINCELEJO
TOLIMA	225	ESPINAL-GIRARDOT
TOLIMA	226	CHICORAL-ESPINAL
TOLIMA	227	BUENOS AIRES-GUALANDAY
TOLIMA	228	MIROLINDO-BUENOS AIRES
TOLIMA	230	ROVIRA-MIROLINDO
TOLIMA	231	GUAMO-ESPINAL
TOLIMA	232	SALDAÑA-GUAMO
TOLIMA	233	CASTILLA-SALDAÑA
TOLIMA	234	SALDAÑA-PURIFICACION
TOLIMA	235	SALADO-ALVARADO
TOLIMA	237	ALVARADO-VENADILLO
TOLIMA	238	VENADILLO-LERIDA
TOLIMA	240	LERIDA-ANTIGUO ARMERO
TOLIMA	241	LIBANO-ANTIGUO ARMERO

---



---

TOLIMA	242	ANTIGUO ARMERO-KM 96
TOLIMA	243	CAJAMARCA-IBAGUE
TOLIMA	370	GUARINO-LA DORADA
TOLIMA	413	LA DORADA-CAÑO ALEGRE
TOLIMA	414	MARIQUITA-HONDA
TOLIMA	415	FRESNO-MARIQUITA
TOLIMA	416	SAN FELIPE-MARIQUITA
TOLIMA	417	ANTIGUO ARMERO-SAN FELIPE
TOLIMA	418	SAN FELIPE-FALAN
TOLIMA	419	KM 96-CAMBAO
TOLIMA	420	AMBALEMA-KM 96
TOLIMA	421	NORCASIA-LA DORADA
TOLIMA	536	SALADO-SAN BERNARDO
TOLIMA	738	PUERTO BOYACA-PUERTO SERVIEZ
TOLIMA	739	GUAMO-ORTEGA
TOLIMA	740	PRADO-PURIFICACION
TOLIMA	805	LA VICTORIA-GUARINO
TOLIMA	899	HONDA-GUARINO
TOLIMA	900	GUALANDAY-CHICORAL
TOLIMA	967	CAÑO ALEGRE-DOS Y MEDIO
TOLIMA	995	CAÑO ALEGRE - TE DE PTO TRIUNFO
TOLIMA	1015	IBAGUE-JUNTAS
TOLIMA	1067	DOS Y MEDIO-PUERTO BOYACA
VALLE	250	URIBE-SEVILLA
VALLE	251	BUGALAGRANDE-URIBE
VALLE	252	BUGALAGRANDE- TULUA
VALLE	253	TULUA-BUGA
VALLE	254	GUACARI-BUGA
VALLE	255	CERRITO-GUACARI
VALLE	256	PALMIRA-AMAIME
VALLE	257	TE DE PALMASECA - TE CRUCE RUTA 2505
VALLE	258	CALI-CAVASA
VALLE	259	CAVASA-TE DE CANDELARIA
VALLE	260	TE DE CANDELARIA-PALMIRA
VALLE	261	TE DE CANDELARIA-CRUCERO INDUSTRIA
VALLE	262	PRADERA-PALMIRA
VALLE	263	CRUCERO INDUSTRIA-PRADERA
VALLE	264	FLORIDA-CRUCERO INDUSTRIA
VALLE	265	MIRANDA-FLORIDA

---

---

VALLE	266	CORINTO-MIRANDA
VALLE	267	SANTANDER DE QUILICHAO-CALOTO
VALLE	268	FABRICA DE CEMENTOS DEL VALLE- CALI
VALLE	269	YUMBO-VIJES
VALLE	270	VIJES-MEDIACANOA
VALLE	271	LOBOGUERRERO-MEDIACANOA
VALLE	272	MEDIACANOA-BUGA
VALLE	273	CALI-KM 20
VALLE	274	KM 20-DAGUA
VALLE	276	DAGUA-LOBOGUERRERO
VALLE	277	BUENAVENTURA-LOBOGUERRERO
VALLE	280	JAMUNDI-CRUCERO PANCE
VALLE	281	PUERTO TEJADA-CRUCERO PANCE
VALLE	283	TE DE VILLARRICA-JAMUNDI
VALLE	284	SANTANDER DE QUILICHAO- TE DE VILLARRICA
VALLE	285	TE DE VILLARRICA-PUERTO TEJADA
VALLE	328	URIBE-LA PAILA
VALLE	329	LA PAILA-ZARZAL
VALLE	331	ZARZAL-OBANDO
VALLE	332	OBANDO-CARTAGO
VALLE	340	ANSERMANUEVO-CARTAGO
VALLE	341	EL AMPARO-ANSERMANUEVO
VALLE	371	TE CRUCE RUTA 2505-PALMIRA
VALLE	531	PALMIRA-TIENDA NUEVA
VALLE	628	PUERTO TEJADA-TE DE CANDELARIA
VALLE	716	TULUA-RIOFRIO
VALLE	717	ZARZAL-ROLDANILLO
VALLE	718	CRUCE RUTA 25 - AEROPUERTO
VALLE	747	GLORIETA CENCAR - CRUCE GUAJIRA
VALLE	770	LA VICTORIA-LA UNION
VALLE	834	LA UNION-TORO
VALLE	880	GINEBRA-TE DE GINEBRA
VALLE	881	FCA DE CEMENTOS VALLE-YUMBO
VALLE	974	AMAIME-CERRITO
VALLE	988	ROLDANILLO-LA UNION
VALLE	1009	RIOFRIO-TRUJILLO
VALLE	1038	BOLIVAR-ROLDANILLO

---

---

VALLE	1042	CALOTO-CORINTO
OCAÑA	203	CHAPINERO-LA PLAYA
OCAÑA	204	OCAÑA - CHAPINERO
OCAÑA	206	RIO DE ORO - OCAÑA
OCAÑA	207	PLATANAL - RIO DE ORO
OCAÑA	208	RIO DE ORO - LA VEGA
OCAÑA	209	AGUACLARA-PLATANAL
OCAÑA	210	MORRISON-AGUACLARA
OCAÑA	212	AGUACLARA-PUERTO MOSQUITO
OCAÑA	213	GAMARRA-AGUACHICA
OCAÑA	214	SAN MARTIN - MORRISON
OCAÑA	216	TE DE AGUACHICA-LA MATA
OCAÑA	217	AEROPUERTO-CONVENCION
OCAÑA	222	LA GLORIA-LA MATA
OCAÑA	223	CONVENCION - SAN PABLO
OCAÑA	224	CHAPINERO-ALTO DEL POZO
OCAÑA	627	SAN ALBERTO-SAN MARTIN
OCAÑA	632	LA ONDINA-AEROPUERTO
OCAÑA	636	AGUACLARA-TE DE AGUACHICA
OCAÑA	765	LA MATA - LA VEGA

---



**B. ANEXO: DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS,  
CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TRÁNSITO PROMEDIO  
DIARIO UTILIZADOS**

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS A NIVEL NACIONAL

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR			NUMERO DE SECUESTROS (SIMPLE Y EXTORSIVO)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	POBLACIÓN	TPD		
1.985				30.802.221	40.743	821	587.561
1.986				31.439.997	42.713	962	621.781
1.987				32.096.973	44.010	1.554	655.164
1.988				32.767.110	46.474	1.627	681.791
1.989				33.446.912	46.955	2.186	705.068
1.990	1.473.594		56.873.930	34.130.022	48.692	2.626	735.259
1.991	1.526.747		58.222.935	34.830.570	50.773	2.080	749.976
1.992	1.587.763		60.757.528	35.520.940	53.602	1.725	780.312
1.993	1.620.355		64.226.882	36.207.108	55.873	1.999	822.335
1.994	1.668.905		67.532.862	36.853.905	61.906	1.158	870.151
1.995	1.760.861		71.046.217	37.472.184	71.080	1.608	920.902
1.996	1.665.248	-	72.506.824	38.068.050	72.462	1.986	
1.997	1.577.428	2	74.994.021	38.635.691	77.851	1.675	
1.998	1.588.368	100	75.421.325	39.184.456	79.374	3.014	
1.999	1.498.897	64	72.250.601	39.730.798	72.519	3.334	
2.000	1.545.878	362	74.363.831	40.295.563	70.887	3.706	
2.001	1.587.006	688	75.458.108	40.813.541	73.781	3.050	
2.002	1.619.221	698	76.917.222	41.328.824	72.194	2.986	
2.003	1.743.987	293	79.884.490	41.848.959	75.945	2.200	
2.004	1.844.421	97	83.772.433	42.368.489	77.992	1.441	
2.005	1.921.735	36	87.727.925	42.888.592	81.543	-	

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO CESAR

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				9.077	633.427	870
1.986				9.681	648.834	984
1.987				10.104	664.554	934
1.988				10.611	680.426	1.014
1.989				10.446	696.282	1.054
1.990	28.861		874.783	11.251	711.979	2.003
1.991	29.148		866.730	11.434	728.006	2.089
1.992	29.793		868.686	11.032	743.563	2.039
1.993	30.136		933.978	11.344	758.526	2.155
1.994	30.884		1.003.646	11.771	772.772	2.438
1.995	31.592		1.136.827	14.583	786.305	2.990
1.996	29.064	-	1.198.397		796.431	2.970
1.997	28.457	-	1.207.868		806.134	3.189
1.998	28.868	26	1.224.197		825.371	3.369
1.999	27.298	7	1.210.446		834.957	3.144
2.000	26.822	41	1.243.581		844.564	3.046
2.001	27.107	211	1.353.377		855.971	3.319
2.002	25.352	173	1.348.119		867.510	3.270
2.003	26.585	54	1.576.552		879.257	3.280

2.004	28.652	12	1.651.656	891.245	3.653
2.005	29.629	-	1.724.268	903.423	3.818

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				89.054	4.118.871	2.492
1.986				96.279	4.193.917	2.750
1.987				98.558	4.269.519	3.085
1.988				103.782	4.345.636	3.196
1.989				103.039	4.422.308	2.881
1.990	189.350		9.364.630	109.232	4.499.434	2.917
1.991	187.020		9.153.746	109.364	4.577.269	3.037
1.992	189.121		9.523.480	113.953	4.655.495	3.069
1.993	190.541		9.948.808	116.853	4.734.055	3.206
1.994	194.048		10.201.385	125.348	4.813.026	3.343
1.995	196.798		10.730.831	128.591	4.892.238	4.010
1.996	180.491	-	10.793.706		4.971.893	3.784
1.997	178.563	1	11.290.878		5.051.568	4.200
1.998	177.890	15	10.940.292		5.131.232	4.623



1.999	159.047	10	10.671.862	5.210.735	3.973
2.000	168.298	45	11.281.816	5.289.912	4.240
2.001	177.165	99	11.211.167	5.368.957	4.309
2.002	178.892	169	11.763.766	5.447.841	3.815
2.003	189.203	25	12.326.669	5.526.457	4.193
2.004	203.813	8	12.908.693	5.604.712	4.666
2.005	211.610	6	13.346.170	5.682.310	4.948

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS REGIÓN DE LOS LLANOS ORIENTALES

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				8.928	784.066	1.655
1.986				9.578	806.526	2.019
1.987				10.934	828.725	1.829
1.988				11.818	850.940	1.717
1.989				13.278	873.518	1.935
1.990	36.416		2.286.436	13.311	896.698	2.217
1.991	38.588		2.370.251	14.499	919.929	2.020
1.992	40.703		2.420.718	14.146	944.108	2.278

1.993	42.329		2.592.998	14.648	969.375	2.324
1.994	44.859		2.621.858	14.669	995.746	2.754
1.995	45.945		3.037.677	15.956	1.023.182	3.022
1.996	42.637	-	3.570.649		1.054.762	3.269
1.997	43.838	1	3.706.633		1.086.414	3.643
1.998	41.731	8	3.963.613		1.117.634	3.883
1.999	39.563	-	4.231.544		1.148.099	3.314
2.000	39.007	6	3.857.239		1.177.413	3.302
2.001	42.300	89	3.535.634		1.206.053	3.325
2.002	44.665	9	3.507.897		1.233.486	3.394
2.003	45.012	3	3.532.721		1.259.804	3.905
2.004	47.023	2	3.577.430		1.285.350	4.028
2.005	48.802	7	3.662.382		1.310.690	4.974

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE ATLÁNTICO

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				25.561	1.516.055	1.857
1.986				26.163	1.550.758	1.985

---

1.987			26.192	1.586.111	2.055	
1.988			26.932	1.621.874	2.186	
1.989			28.868	1.657.967	1.928	
1.990	75.671		2.465.069	30.017	1.694.124	1.999
1.991	76.809		2.480.440	30.417	1.730.433	2.076
1.992	79.125		2.509.531	32.384	1.766.273	2.235
1.993	80.532		2.652.168	33.843	1.801.384	2.267
1.994	81.336		3.049.100	31.049	1.835.291	2.665
1.995	84.292		3.214.650	34.201	1.867.925	2.979
1.996	78.314	-	3.234.404		1.898.892	3.185
1.997	77.775	-	3.404.762		1.929.016	3.270
1.998	71.977	-	3.377.943		1.958.597	3.514
1.999	66.985	-	3.197.738		1.988.031	3.358
2.000	67.475	1	3.315.841		2.017.388	2.727
2.001	66.757	-	3.298.185		2.046.777	2.813
2.002	68.542	-	3.359.809		2.076.366	3.205
2.003	71.289	-	3.575.081		2.106.173	3.223
2.004	75.384	1	3.870.302		2.136.070	3.251
2.005	78.577	-	4.027.466		2.166.020	3.588

---

---

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE VALLE

---

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				70.476	3.041.474	3.723
1.986				74.463	3.104.541	3.649
1.987				76.183	3.171.288	3.872
1.988				79.308	3.240.825	3.994
1.989				82.127	3.312.817	4.313
1.990	161.842		6.763.999	83.701	3.385.688	4.448
1.991	161.325		7.002.388	85.670	3.460.164	4.425
1.992	164.146		7.295.114	90.799	3.532.718	4.970
1.993	165.264		7.757.716	97.068	3.602.190	5.204
1.994	169.568		7.916.576	107.889	3.665.947	5.661
1.995	173.431		8.639.996	119.223	3.723.845	6.180
1.996	158.492	-	8.801.169		3.774.547	6.171
1.997	154.373	-	8.843.151		3.821.170	6.179
1.998	158.001	2	8.917.551		3.864.822	6.338
1.999	150.925	-	8.600.423		3.907.200	5.493
2.000	152.997	66	8.695.508		3.949.031	5.348
2.001	161.458	3	8.950.583		3.990.355	5.437
2.002	148.577	3	8.928.130		4.032.191	5.528

---

2.003	158.479	3	9.065.161	4.074.590	6.249
2.004	168.263	3	9.423.689	4.117.760	5.801
2.005	175.004	-	9.821.954	4.161.470	5.875

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				161.412	5.789.147	4.257
1.986				169.290	5.957.312	4.500
1.987				180.408	6.129.976	4.629
1.988				191.348	6.306.197	4.911
1.989				196.581	6.484.925	5.175
1.990	271.584		15.909.442	203.960	6.665.021	5.022
1.991	292.209		16.340.857	202.783	6.851.365	5.101
1.992	314.275		17.040.065	214.857	7.036.469	5.636
1.993	327.900		18.244.099	239.148	7.219.052	6.001
1.994	345.447		19.685.085	271.350	7.397.968	6.500
1.995	396.815		20.325.804	283.751	7.572.282	7.734
1.996	370.080	-	20.246.476		7.740.727	8.289

1.997	346.530	-	20.945.662	7.905.361	8.207
1.998	375.871	22	21.103.809	8.066.496	10.406
1.999	333.583	-	19.047.990	8.224.479	8.059
2.000	359.956	19	19.881.347	8.379.679	8.083
2.001	361.852	30	20.517.036	8.530.967	7.803
2.002	378.793	32	21.156.291	8.680.269	7.876
2.003	439.281	13	21.855.016	8.827.973	9.038
2.004	467.849	1	23.104.863	8.974.469	8.485
2.005	491.813	-	24.413.292	9.120.274	8.930

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE SANTANDER

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				31.650	1.577.716	2.417
1.986				35.879	1.601.793	2.555
1.987				38.778	1.626.899	2.866
1.988				37.853	1.652.623	3.170
1.989				38.791	1.678.564	3.375
1.990	65.037		2.879.284	40.297	1.704.337	3.301
1.991	65.419		2.821.994	40.320	1.731.399	3.852

1.992	67.326		3.066.074	41.480	1.757.452	4.209
1.993	68.751		3.267.590	40.824	1.782.103	4.899
1.994	70.376		3.438.787	43.091	1.804.993	5.435
1.995	75.027		3.626.775	41.705	1.825.909	6.207
1.996	69.481	-	4.052.378		1.844.787	6.337
1.997	68.660	-	4.104.997		1.861.982	6.404
1.998	66.246	3	4.106.446		1.877.582	6.389
1.999	62.824	3	4.201.395		1.891.810	6.281
2.000	61.333	38	4.375.053		1.905.077	5.971
2.001	65.906	14	4.550.085		1.916.945	7.562
2.002	67.607	16	4.508.355		1.927.772	6.879
2.003	75.478	8	4.855.920		1.937.920	7.182
2.004	72.029	-	5.116.186		1.947.837	7.082
2.005	74.140	-	5.603.816		1.957.775	6.930

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				17.963	1.137.784	1.882

---

1.986			18.079	1.146.755	1.386	
1.987			19.052	1.155.003	1.477	
1.988			20.068	1.162.572	1.638	
1.989			20.818	1.169.609	1.730	
1.990	52.795		1.677.853	21.298	1.176.235	1.794
1.991	51.315		1.700.915	22.104	1.182.172	1.762
1.992	51.579		1.738.051	20.649	1.187.977	1.922
1.993	51.911		1.991.325	23.956	1.193.706	2.063
1.994	52.785		1.900.177	21.184	1.199.400	2.107
1.995	55.258		1.928.814	24.087	1.205.134	2.519
1.996	50.018	-	1.865.496		1.211.536	2.349
1.997	49.444	-	1.915.193		1.217.755	2.434
1.998	48.882	-	1.828.682		1.223.691	2.675
1.999	46.452	-	1.835.431		1.229.300	2.537
2.000	46.176	-	1.903.037		1.234.550	2.468
2.001	47.570	2	1.937.159		1.239.693	2.610
2.002	48.861	3	1.889.300		1.244.292	2.154
2.003	50.168	6	2.046.134		1.248.391	2.486
2.004	52.764	-	2.027.233		1.252.027	2.444
2.005	54.503	3	2.112.401		1.255.314	2.720

---



---

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CALDAS

---

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				13.439	867.403	1.208
1.986				13.844	878.054	1.245
1.987				15.162	888.460	1.453
1.988				14.731	898.440	1.450
1.989				15.405	907.854	1.836
1.990	40.186		1.274.565	16.186	916.563	1.410
1.991	39.753		1.380.886	17.522	925.237	1.519
1.992	40.210		1.387.014	17.942	932.923	1.525
1.993	40.260		1.415.662	20.433	939.459	1.594
1.994	40.724		1.631.805	20.076	944.765	1.855
1.995	43.625		1.650.493	22.641	949.026	2.185
1.996	39.044	-	1.530.071		951.802	2.040
1.997	37.084	-	1.597.591		954.043	2.113
1.998	36.626	-	1.587.371		955.943	2.408
1.999	34.263	-	1.453.154		957.670	2.393
2.000	32.320	15	1.545.972		959.483	2.412
2.001	31.691	9	1.597.493		961.277	2.183

---

2.002	31.366	27	1.750.878	962.996	2.157
2.003	34.354	13	1.803.918	964.745	2.417
2.004	36.710	-	1.885.960	966.596	2.400
2.005	37.742	-	1.997.576	968.586	2.548

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				3.155	287.047	626
1.986				3.358	294.119	744
1.987				3.481	302.326	505
1.988				3.657	311.368	588
1.989				3.999	320.935	544
1.990	10.257		381.270	4.309	330.681	630
1.991	10.687		388.652	4.181	342.007	600
1.992	11.299		390.330	3.943	352.780	641
1.993	11.751		411.023	4.199	362.636	698
1.994	12.193		447.142	4.121	371.283	797
1.995	11.964		472.725	4.920	378.565	1.153

1.996	11.751	-	486.412	383.270	932
1.997	11.675	-	532.238	387.386	902
1.998	11.189	3	668.227	391.148	813
1.999	10.565	-	493.046	394.815	909
2.000	11.483	2	529.328	398.736	710
2.001	11.026	3	487.201	402.694	1.274
2.002	11.339	30	446.256	406.734	661
2.003	11.845	3	476.403	410.991	728
2.004	12.442	2	482.118	415.586	786
2.005	12.899	1	506.642	420.518	935

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CAUCA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				9.934	953.449	1.130
1.986				9.908	972.489	1.142
1.987				10.463	992.008	1.171
1.988				11.041	1.011.792	1.105

1.989			12.435	1.031.644	1.105
1.990	32.677		841.307	1.051.355	1.237
1.991	33.646		881.303	1.071.687	1.218
1.992	35.060		964.456	1.091.442	1.294
1.993	35.804		1.018.970	1.110.442	1.376
1.994	38.070		936.947	1.128.489	1.524
1.995	38.640		992.916	1.145.497	1.486
1.996	36.660	-	990.696	1.161.380	1.868
1.997	34.469	-	1.012.754	1.176.304	1.896
1.998	33.897	-	1.052.852	1.190.302	2.058
1.999	31.416	1	1.095.378	1.203.451	1.659
2.000	30.829	6	1.192.862	1.215.944	1.835
2.001	31.560	3	1.219.378	1.227.525	1.636
2.002	32.013	7	1.279.713	1.238.420	1.780
2.003	33.594	19	1.386.101	1.248.825	1.871
2.004	35.519	4	1.409.992	1.258.885	1.789
2.005	36.699	2	1.545.378	1.268.830	1.943

---

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CHOCO

---

**AÑO**

**INDICADOR**

	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)	POBLACIÓN	TPD
1.985				2.592	361.173	156
1.986				2.796	367.084	164
1.987				2.928	372.990	171
1.988				3.223	378.846	208
1.989				3.699	384.594	148
1.990	14.012		274.285	4.013	390.185	159
1.991	13.210		251.341	3.340	395.773	195
1.992	13.226		275.728	3.152	401.110	207
1.993	13.364		268.218	3.072	406.175	174
1.994	13.566		274.044	3.093	410.933	209
1.995	13.158		300.577	3.174	414.552	149
1.996	12.856	-	301.186		417.550	140
1.997	12.801	-	303.462		421.210	345
1.998	12.050	-	311.306		420.631	271
1.999	11.246	-	294.921		436.682	249
2.000	10.428	-	296.529		437.343	280
2.001	9.793	5	288.812		437.951	190
2.002	9.743	14	289.223		441.828	264
2.003	10.156	29	282.790		445.794	268
2.004	10.747	21	312.995		449.877	256
2.005	10.981	3	336.338		454.053	81

---

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

---

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				12.134	1.056.197	1.308
1.986				12.185	1.076.561	1.390
1.987				13.703	1.096.626	1.433
1.988				14.128	1.116.468	1.440
1.989				15.322	1.136.188	1.518
1.990	40.707		979.427	15.682	1.155.891	1.500
1.991	39.674		1.040.906	16.325	1.175.395	1.618
1.992	39.828		1.115.908	16.519	1.195.055	1.815
1.993	39.843		1.174.719	16.686	1.214.907	1.821
1.994	40.364		1.272.679	16.989	1.234.978	2.126
1.995	40.654		1.396.558	15.730	1.255.318	2.449
1.996	37.748	-	1.435.762		1.276.474	2.489
1.997	36.443	-	1.548.757		1.297.727	2.746
1.998	36.646	-	1.725.530		1.319.008	2.876
1.999	34.173	-	1.671.887		1.340.286	2.899
2.000	33.903	-	1.694.884		1.361.658	2.682

---

2.001	35.094	-	1.650.944	1.383.011	2.779
2.002	35.062	-	1.700.903	1.404.175	2.798
2.003	36.272	-	1.802.684	1.425.297	2.871
2.004	38.359	-	1.896.550	1.446.552	3.168
2.005	39.412	-	2.020.911	1.467.906	2.974

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE HUILA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				11.693	723.046	835
1.986				11.965	734.789	906
1.987				12.307	747.499	988
1.988				12.647	760.675	995
1.989				12.697	774.361	1.046
1.990	35.948		1.016.390	14.299	788.539	1.048
1.991	35.210		1.181.256	15.218	803.164	1.079
1.992	35.509		1.157.689	14.959	818.037	1.114
1.993	35.339		1.201.805	14.695	833.106	1.155
1.994	35.437		1.259.181	15.886	848.210	1.257
1.995	36.609		1.272.916	16.639	863.349	1.530
1.996	33.700	-	1.290.893		878.442	1.516

1.997	31.744	-	1.303.931	893.504	1.706
1.998	30.831	-	1.279.246	908.491	1.581
1.999	31.110	-	1.268.642	923.392	1.488
2.000	26.961	1	1.349.650	938.244	1.270
2.001	27.112	6	1.397.294	953.031	1.325
2.002	28.242	2	1.344.203	967.773	1.334
2.003	28.746	5	1.449.591	982.377	1.324
2.004	30.146	3	1.564.611	996.874	1.519
2.005	31.098	-	1.531.504	1.011.405	1.401

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE MAGDALENA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				9.672	888.479	2.516
1.986				9.968	908.242	3.089
1.987				10.150	927.766	2.707
1.988				10.840	946.887	2.823
1.989				11.292	965.385	2.658
1.990	52.196		877.142	12.027	983.096	3.083



1.991	54.485		875.190	11.832	1.000.682	3.335
1.992	58.555		959.071	13.383	1.017.120	3.369
1.993	61.673		1.059.099	13.227	1.032.225	3.530
1.994	65.414		1.107.835	15.222	1.045.940	4.214
1.995	69.648		1.203.019	15.243	1.058.256	4.524
1.996	69.899	-	1.234.453		1.068.223	5.236
1.997	68.872	-	1.275.549		1.077.518	5.641
1.998	69.133	-	1.282.382		1.078.786	4.663
1.999	68.044	5	1.219.919		1.079.822	4.524
2.000	68.956	9	1.188.443		1.118.977	4.547
2.001	76.103	18	1.237.478		1.120.576	4.211
2.002	78.654	90	1.248.353		1.121.975	4.787
2.003	81.059	30	1.295.108		1.131.036	4.516
2.004	85.154	7	1.347.049		1.140.396	4.409
2.005	89.132	-	1.408.387		1.150.064	5.426

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE QUINDÍO

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		

---

1.985			9.739	410.154	2.197
1.986			10.414	416.853	2.224
1.987			11.217	424.936	2.320
1.988			11.454	433.869	2.510
1.989			10.311	443.600	2.655
1.990	18.986	562.330	11.023	453.775	2.623
1.991	19.191	703.553	12.867	464.617	2.651
1.992	19.781	693.504	13.044	475.158	2.783
1.993	20.201	667.613	12.172	484.953	2.895
1.994	20.439	771.806	12.172	493.421	3.092
1.995	20.905	794.654	12.805	500.422	3.493
1.996	19.683	-	729.523	505.728	3.439
1.997	19.738	-	815.337	510.031	3.681
1.998	18.158	-	783.884	513.604	3.936
1.999	17.425	-	748.978	516.799	3.856
2.000	18.968	-	736.875	519.805	3.807
2.001	18.051	-	747.382	522.634	3.841
2.002	18.758	-	771.781	525.498	3.722
2.003	25.852	-	739.168	528.413	4.010
2.004	27.605	-	710.829	531.424	3.945
2.005	28.784	-	782.329	534.506	4.132

---

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE RISARALDA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				13.817	667.093	3.809
1.986				14.668	679.979	3.946
1.987				16.078	694.985	4.130
1.988				16.852	711.522	4.630
1.989				17.523	729.578	4.579
1.990	35.000		1.073.578	18.496	748.434	4.593
1.991	36.122		1.141.159	18.972	768.473	4.829
1.992	37.752		1.174.507	20.150	787.892	4.805
1.993	38.891		1.200.382	20.527	806.071	4.486
1.994	40.668		1.261.957	19.716	821.660	5.288
1.995	44.864		1.329.366	18.847	834.539	5.963
1.996	40.742	-	1.292.438		844.257	6.204
1.997	40.075	-	1.360.937		852.110	7.826
1.998	41.252	-	1.373.234		858.568	5.737
1.999	37.608	11	1.241.616		864.388	4.816
2.000	39.122	10	1.228.694		869.888	4.809
2.001	39.374	2	1.237.587		875.120	4.741
2.002	40.229	18	1.296.759		880.472	4.586

2.003	41.897	32	1.329.720	885.964	4.816
2.004	45.007	5	1.421.747	891.636	5.001
2.005	46.910	-	1.556.676	897.413	5.184

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE SUCRE

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR		POBLACIÓN	TPD
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)		
1.985				5.603	571.994	1.526
1.986				5.807	583.041	1.537
1.987				5.991	594.818	1.545
1.988				6.134	607.077	1.669
1.989				6.625	619.609	1.608
1.990	19.739		438.960	6.307	632.182	1.629
1.991	20.715		439.354	5.875	645.622	1.824
1.992	22.013		495.457	6.550	658.650	1.949
1.993	23.002		531.311	6.741	671.030	2.023
1.994	24.107		577.377	6.802	682.593	2.147
1.995	24.783		606.517	6.875	693.243	2.563
1.996	25.122	-	618.237		702.313	2.538

1.997	25.135	-	644.220	710.845	2.700
1.998	24.238	5	665.165	718.974	2.768
1.999	23.593	17	640.202	726.839	2.624
2.000	22.225	4	628.265	734.647	2.470
2.001	21.083	9	599.576	742.217	2.478
2.002	21.671	36	617.975	749.636	2.158
2.003	22.538	26	636.623	757.033	1.866
2.004	23.621	2	682.267	764.503	2.551
2.005	24.418	-	739.619	772.042	2.507

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE TOLIMA

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR			
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)	POBLACIÓN	TPD
1.985				18.346	1.245.647	1.797
1.986				18.633	1.252.802	1.895
1.987				19.896	1.259.669	1.985
1.988				20.249	1.266.298	1.966
1.989				21.674	1.272.722	2.059
1.990	51.484		1.553.536	22.795	1.278.982	2.128
1.991	49.376		1.661.156	23.528	1.284.974	2.097
1.992	52.934		1.694.662	24.737	1.290.868	2.121

1.993	56.758		1.844.776	25.158	1.296.690	2.483
1.994	48.499		1.875.126	26.246	1.302.447	2.556
1.995	50.456		1.927.947	26.352	1.308.162	3.145
1.996	61.672	-	2.013.788		1.313.846	2.959
1.997	56.830	-	2.205.095		1.319.533	3.330
1.998	56.661	2	2.154.235		1.325.239	3.272
1.999	55.852	-	2.025.399		1.330.960	3.017
2.000	56.374	10	2.044.820		1.336.721	2.925
2.001	52.217	82	2.045.742		1.342.648	2.949
2.002	53.419	22	2.038.512		1.348.498	2.879
2.003	55.133	1	1.931.149		1.354.239	3.008
2.004	57.680	6	2.050.017		1.359.765	2.992
2.005	59.664	1	2.056.535		1.365.082	3.254

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR				
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	POBLACIÓN	TPD	PIB VENEZUELA	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)
1.985				953.912	2.640	141.760.459.958	13.256
1.986				967.688	2.645	148.197.104.034	14.176

1.987			983.168	2.920	137.823.558.283	12.965	
1.988			999.946	3.200	156.291.756.825	13.736	
1.989			1.017.585	2.822	131.618.882.388	14.021	
1.990	39.540		1.096.511	1.035.636	2.824	142.291.379.132	14.392
1.991	42.326		1.060.040	1.054.835	3.198	156.267.301.643	14.401
1.992	45.237		1.135.581	1.073.551	3.191	169.338.487.898	13.993
1.993	47.166		1.182.165	1.096.194	3.085	169.281.002.319	14.885
1.994	56.327		1.202.298	1.112.889	3.142	165.091.322.357	14.403
1.995	51.335		1.272.826	1.128.098	3.663	187.740.141.435	14.950
1.996	48.163	-	1.277.048	1.141.654	3.340	180.886.725.865	
1.997	46.875	-	1.310.799	1.154.341	3.710	205.640.984.261	
1.998	44.005	8	1.337.790	1.166.395	3.808	211.494.429.688	
1.999	43.393	5	1.374.735	1.178.015	3.987	210.956.166.630	
2.000	46.373	27	1.385.604	1.189.505	3.765	234.295.229.131	
2.001	44.120	21	1.481.241	1.200.639	4.618	244.033.615.800	
2.002	45.988	5	1.481.206	1.211.502	4.495	203.287.164.396	
2.003	46.667	-	1.463.786	1.222.289	4.405	185.458.105.462	
2.004	48.740	-	1.494.096	1.233.069	4.988	232.909.647.535	
2.005	50.476	4	1.518.018	1.243.861	4.663	278.400.514.872	

DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

**AÑO**

**INDICADOR**

	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	POBLACIÓN	TPD	PIB VENEZUELA	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)
1.985				362.666	765	141.760.459.958	8.698
1.986				373.549	878	148.197.104.034	9.107
1.987				383.157	853	137.823.558.283	9.658
1.988				391.887	817	156.291.756.825	9.852
1.989				400.182	900	131.618.882.388	11.768
1.990	12.676		645.494	408.500	971	142.291.379.132	13.358
1.991	13.248		670.936	415.758	1.089	156.267.301.643	14.112
1.992	13.972		695.001	423.770	1.166	169.338.487.898	12.717
1.993	14.492		680.377	432.844	1.123	169.281.002.319	11.799
1.994	16.993		774.372	441.350	1.350	165.091.322.357	12.039
1.995	15.629		715.974	451.387	1.502	187.740.141.435	13.466
1.996	14.611	-	847.322	474.255	1.587	180.886.725.865	
1.997	14.155	-	928.210	489.649	1.929	205.640.984.261	
1.998	13.107	-	926.577	506.623	2.096	211.494.429.688	
1.999	12.236	-	890.626	526.992	2.144	210.956.166.630	
2.000	12.335	1	913.784	548.879	2.499	234.295.229.131	
2.001	12.707	53	938.450	573.624	2.577	244.033.615.800	
2.002	13.001	21	814.371	599.517	2.395	203.287.164.396	
2.003	13.521	11	980.170	626.358	2.403	185.458.105.462	
2.004	14.380	4	1.032.009	653.834	2.654	232.909.647.535	
2.005	14.859	-	1.098.262	681.534	2.571	278.400.514.872	



DATOS DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DEPARTAMENTO DE NARIÑO

AÑO	HOTELERÍA Y RESTAURANTES EN EL PIB	NUMERO DE SECUESTROS	INDICADOR				PIB ECUADOR	PIB TOTAL (PRECIOS 1975)
			PIB TOTAL (PRECIOS 1994)	POBLACIÓN	TPD			
1.985				1.136.533	1.077	23.490.504.424	10.828	
1.986				1.160.391	1.083	22.434.007.913	11.455	
1.987				1.183.777	1.080	20.963.297.337	11.977	
1.988				1.206.625	1.248	21.954.792.956	12.398	
1.989				1.228.944	1.088	22.510.062.602	13.203	
1.990	47.750		914.748	1.250.735	1.155	23.686.633.382	12.608	
1.991	48.937		961.254	1.270.428	1.158	25.371.455.260	12.685	
1.992	50.624		998.666	1.289.606	1.266	26.231.872.407	12.161	
1.993	52.068		1.116.442	1.315.954	1.313	29.340.363.694	14.049	
1.994	53.536		1.173.717	1.334.335	1.446	33.530.386.537	13.745	
1.995	54.524		1.181.667	1.352.326	1.635	35.416.295.735	14.089	
1.996	50.838	-	1.249.925	1.370.965	1.820	36.853.993.261		
1.997	52.041	-	1.235.241	1.389.504	1.802	39.854.444.842		
1.998	50.284	-	1.266.022	1.407.504	1.888	39.815.679.125		
1.999	48.582	-	1.253.845	1.425.587	1.796	32.188.994.135		
2.000	45.935	-	1.265.147	1.446.493	1.692	31.883.283.827		
2.001	49.314	3	1.370.653	1.464.826	1.802	38.042.402.141		
2.002	51.076	1	1.460.161	1.483.416	2.055	42.368.612.679		
2.003	51.182	4	1.513.267	1.502.757	1.888	46.638.014.753		

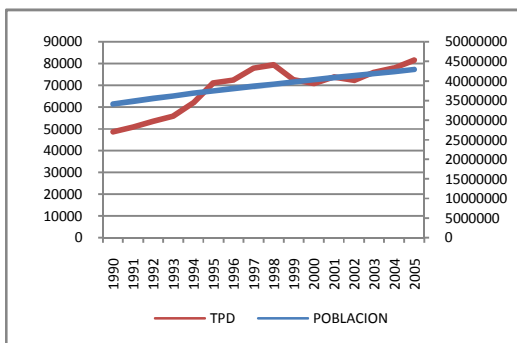
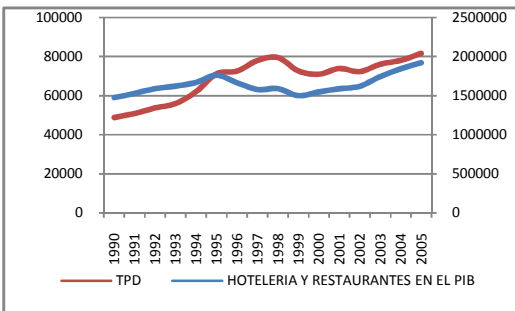
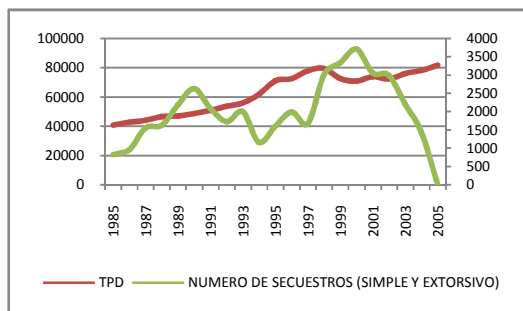
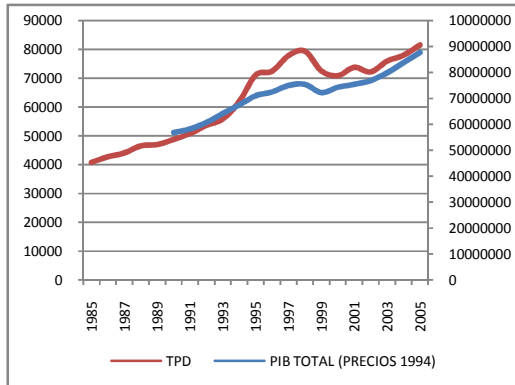
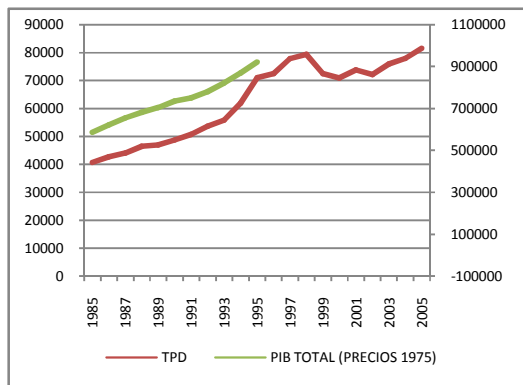
---

2.004	53.614	6	1.574.137	1.522.205	2.126	52.482.660.478
2.005	55.349	-	1.609.219	1.541.692	2.141	57.918.812.515

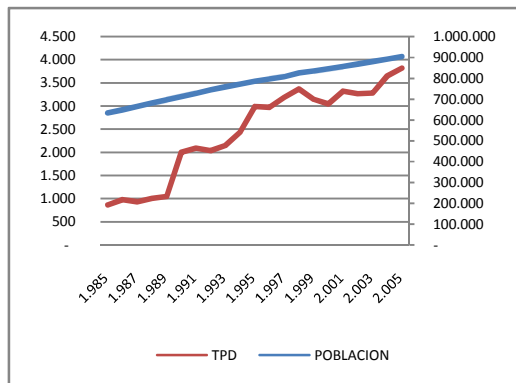
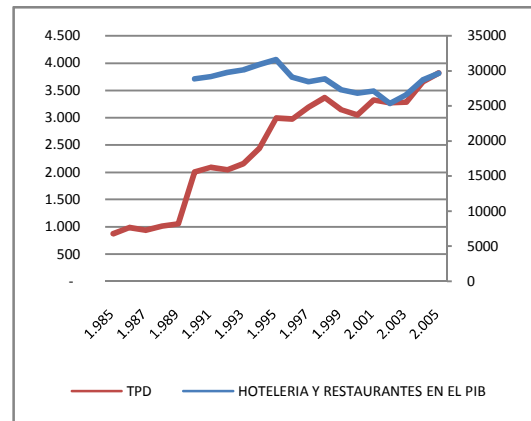
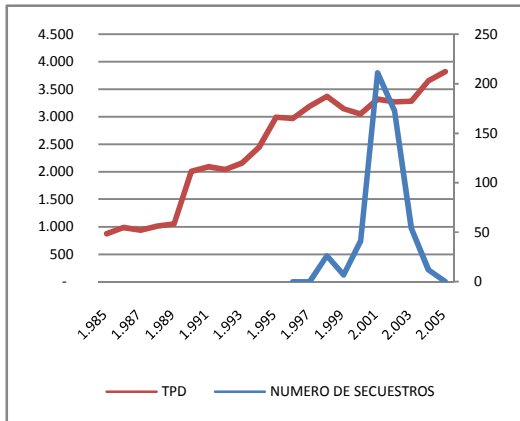
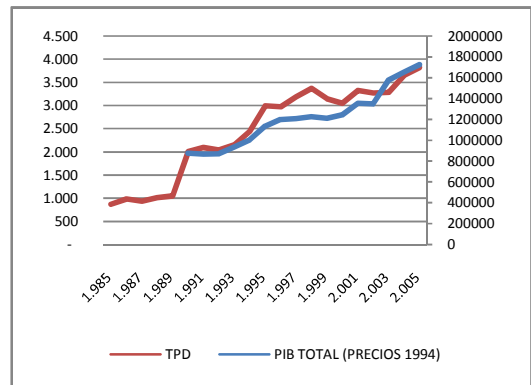
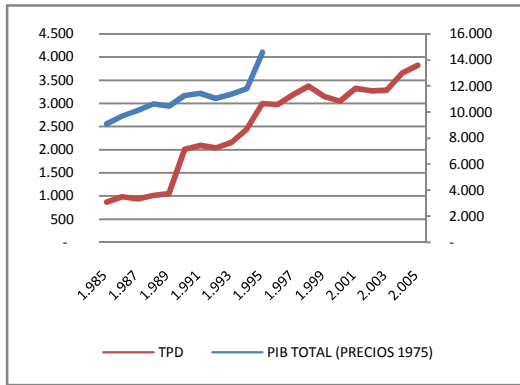
---

**C. ANEXO: RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS,  
CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TRÁNSITO PROMEDIO  
DIARIO**

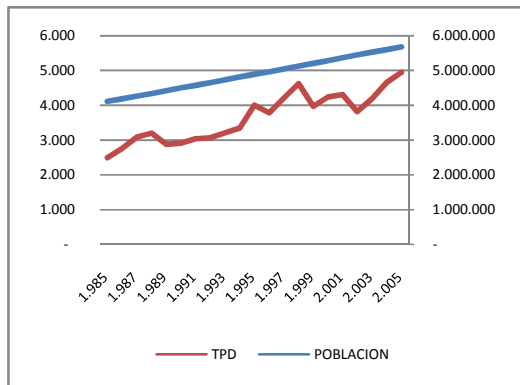
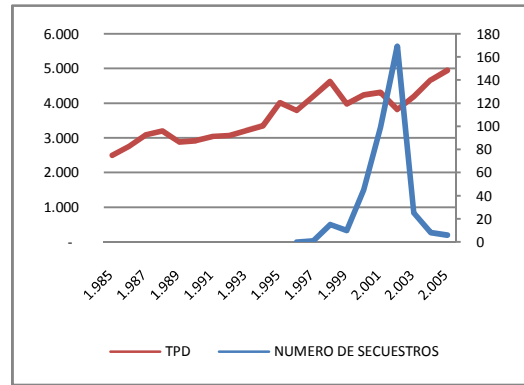
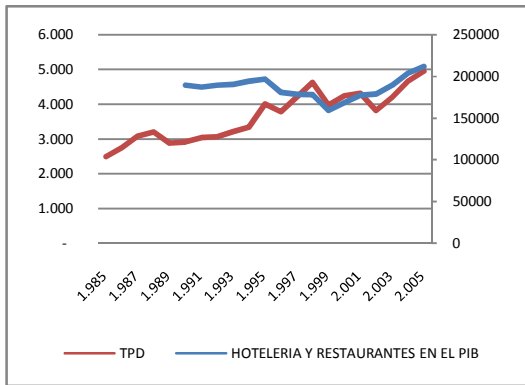
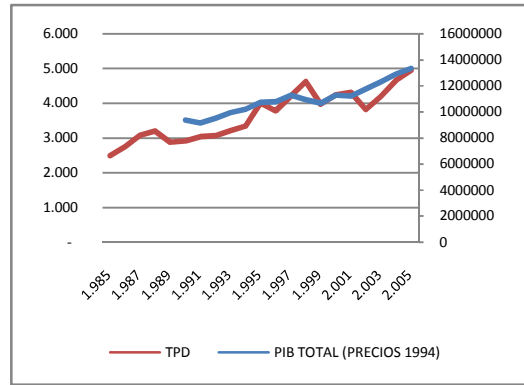
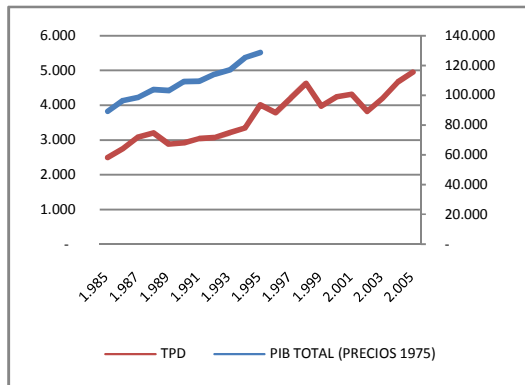
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD A NIVEL NACIONAL



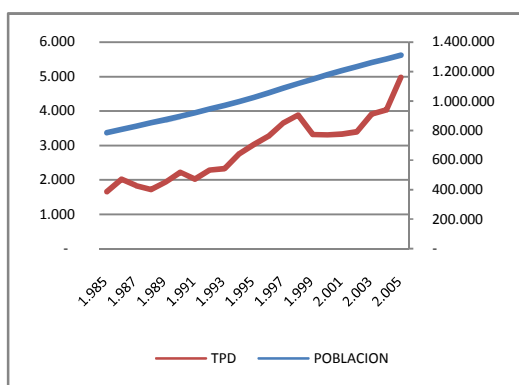
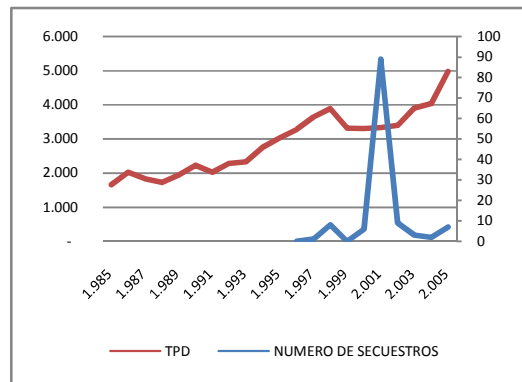
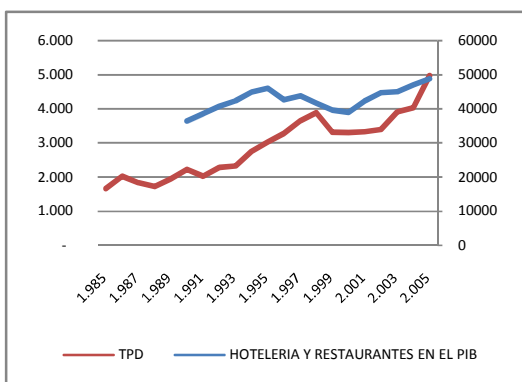
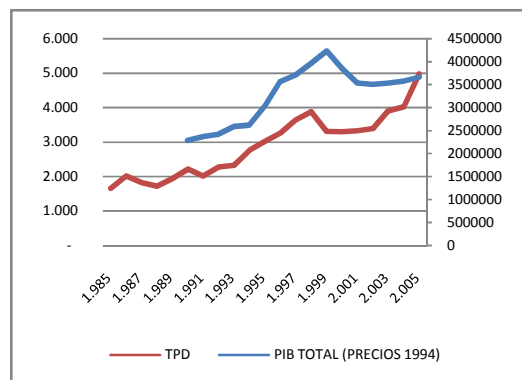
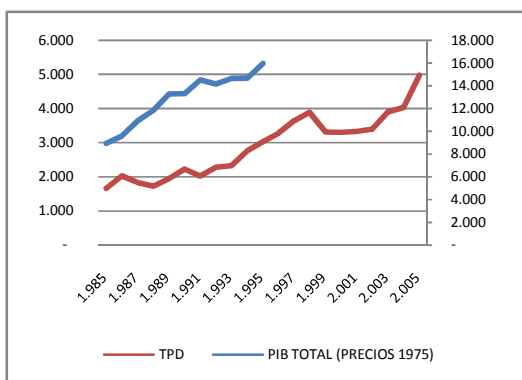
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CESAR



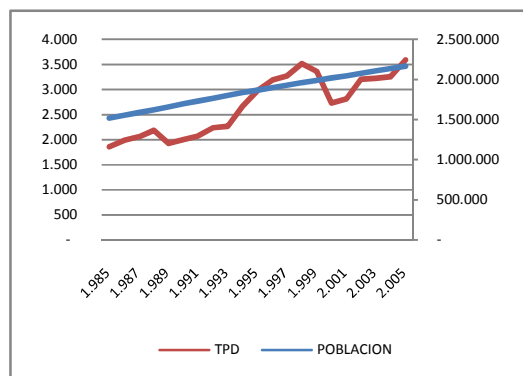
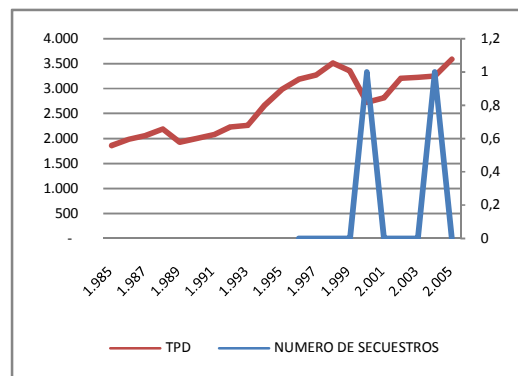
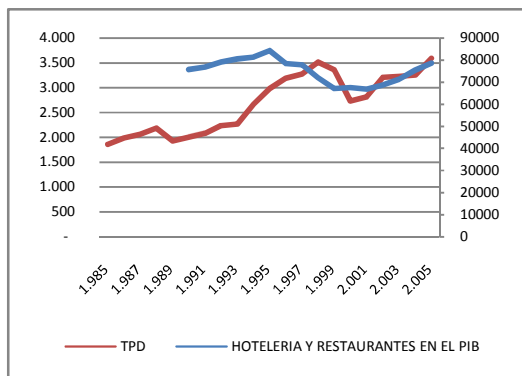
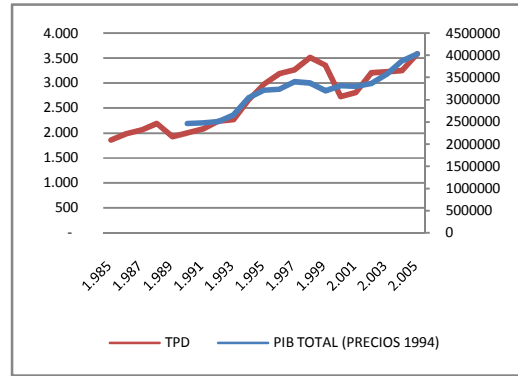
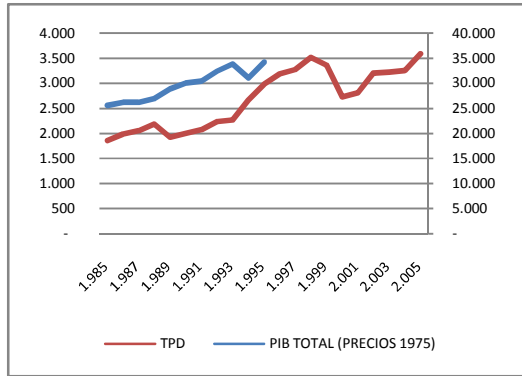
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA



## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD REGIÓN DE LOS LLANOS ORIENTALES

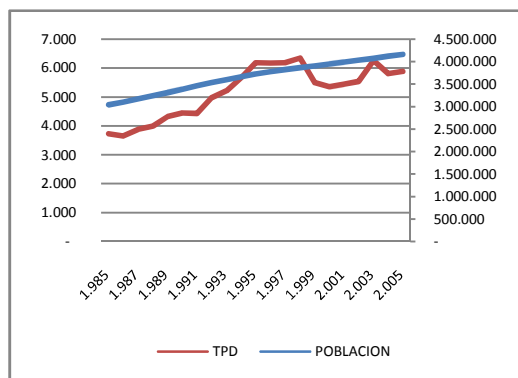
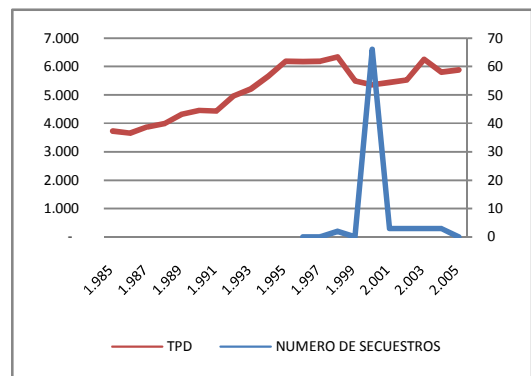
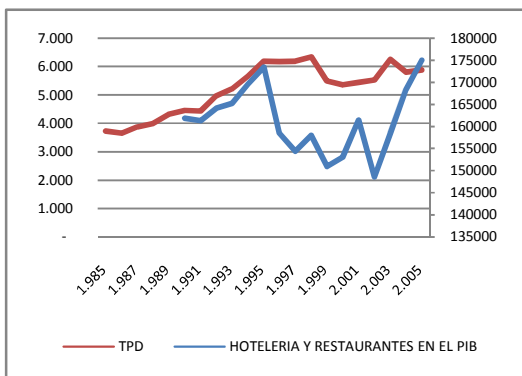
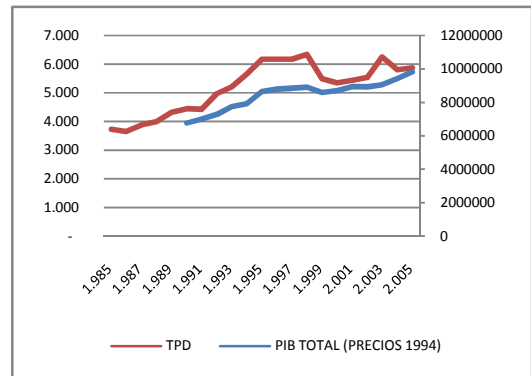
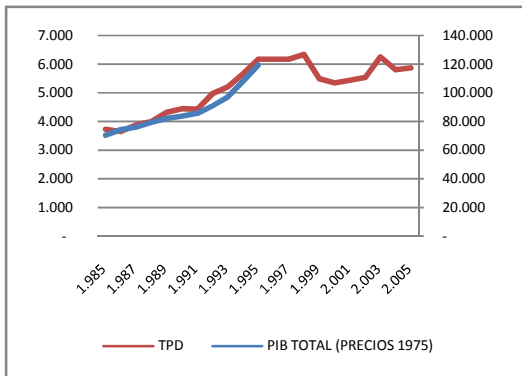


## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE ATLÁNTICO

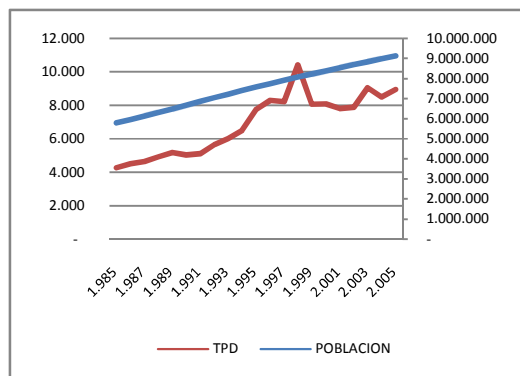
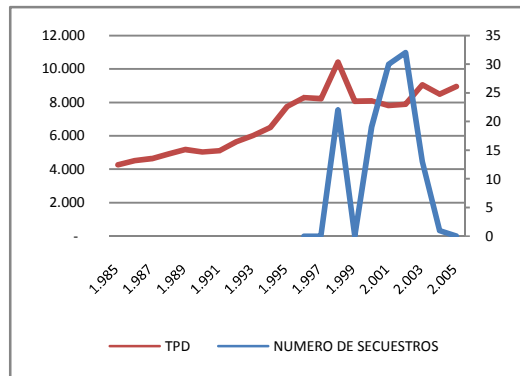
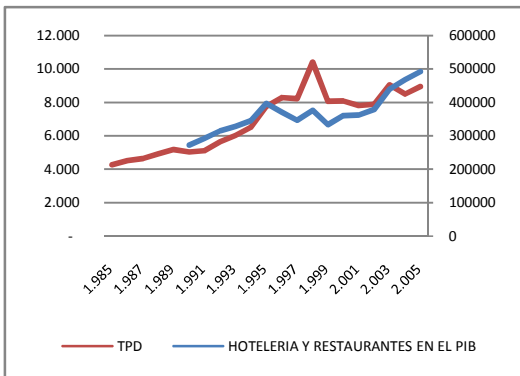
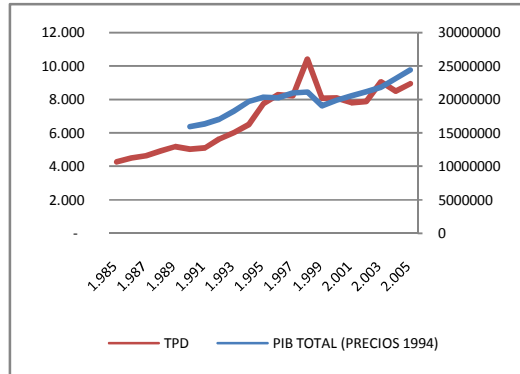
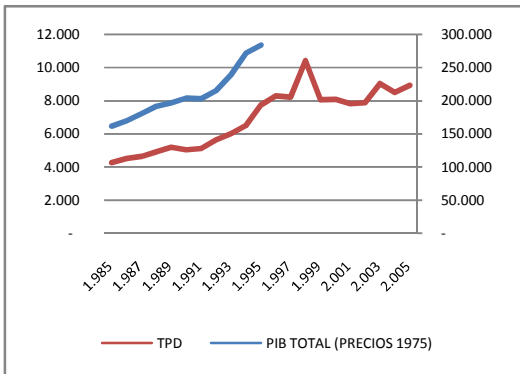




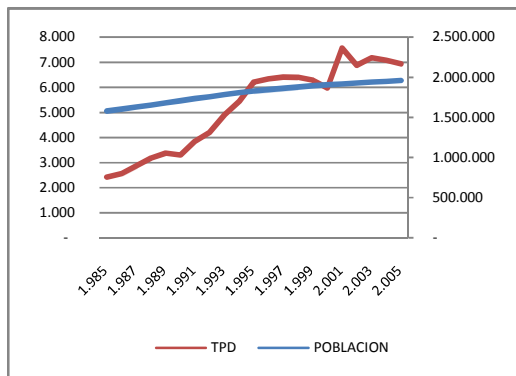
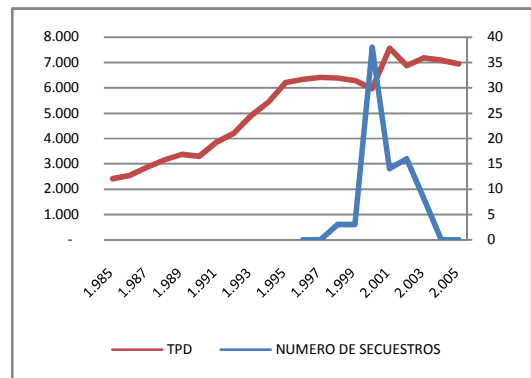
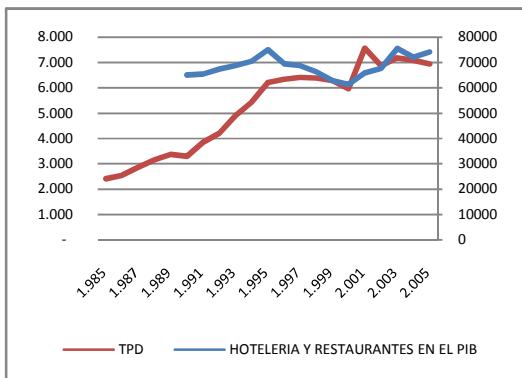
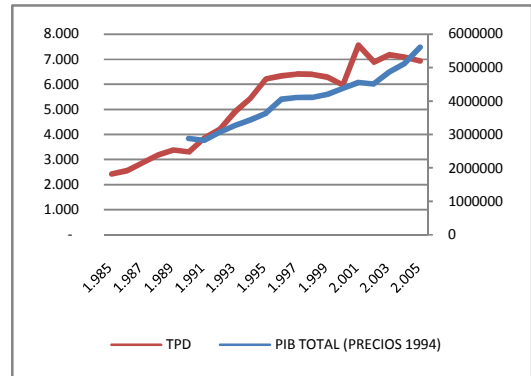
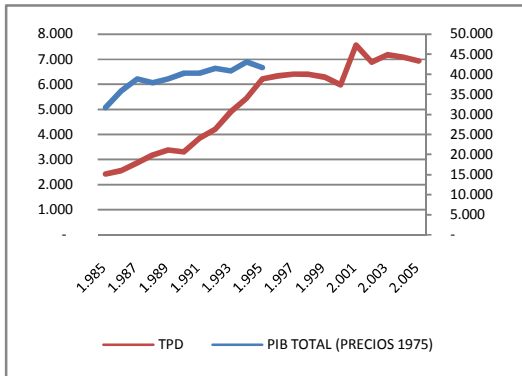
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE VALLE DEL CAUCA



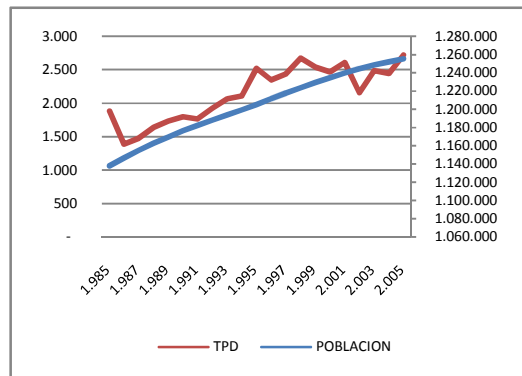
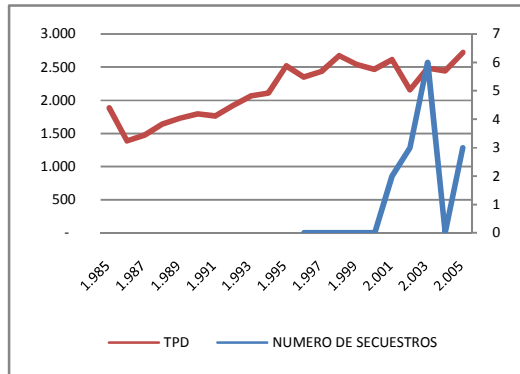
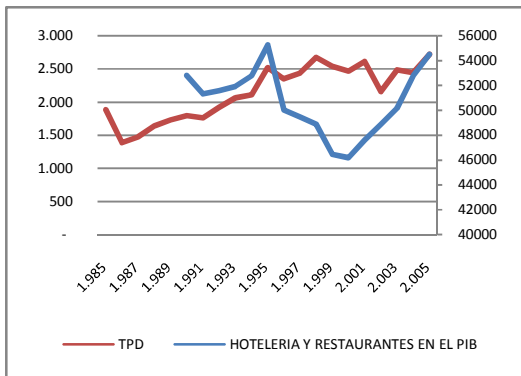
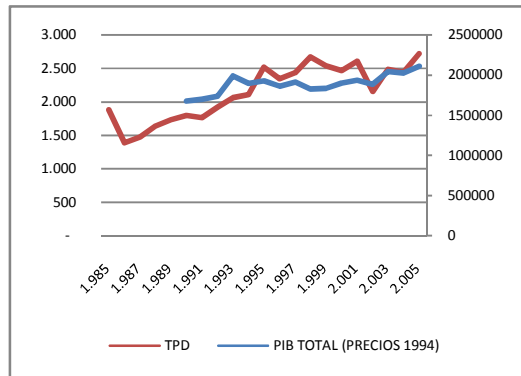
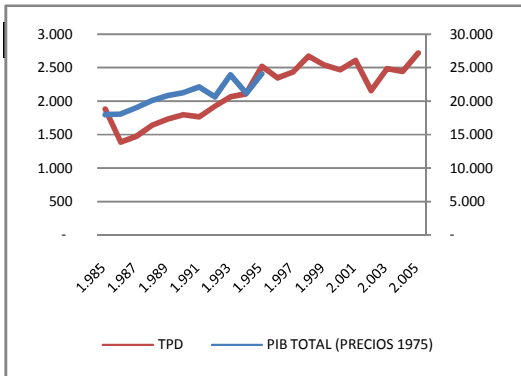
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA



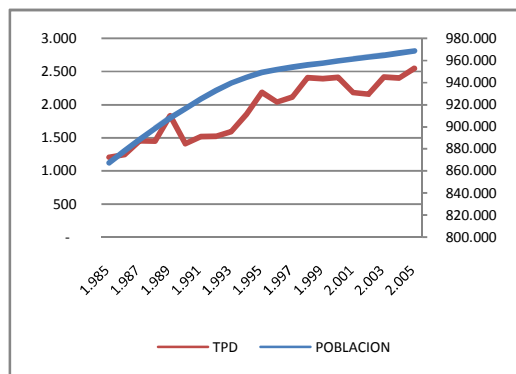
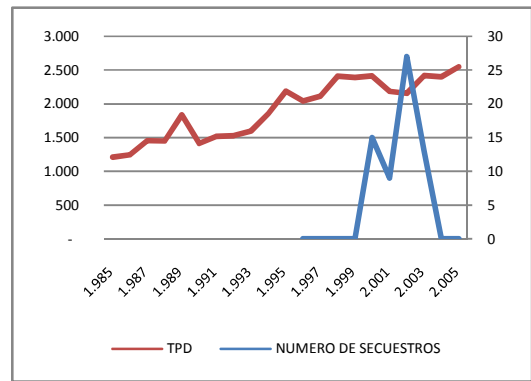
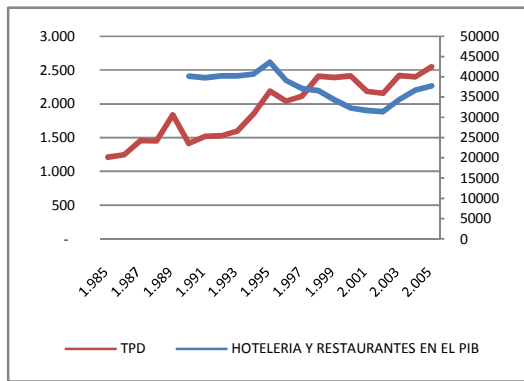
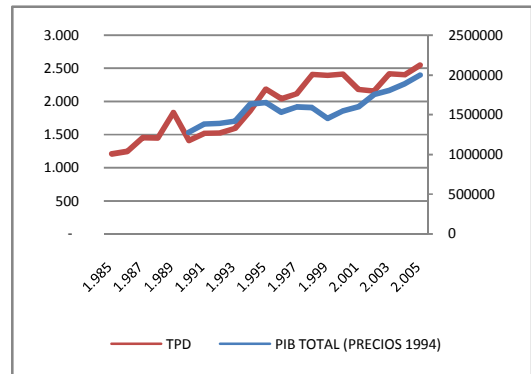
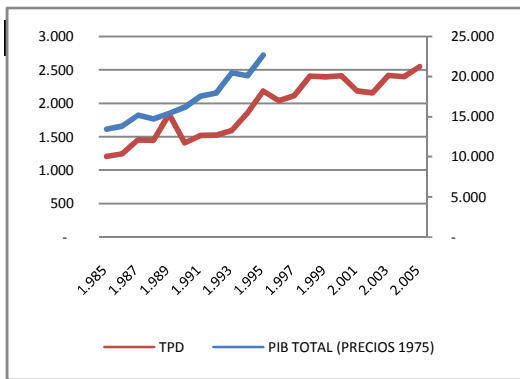
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE SANTANDER



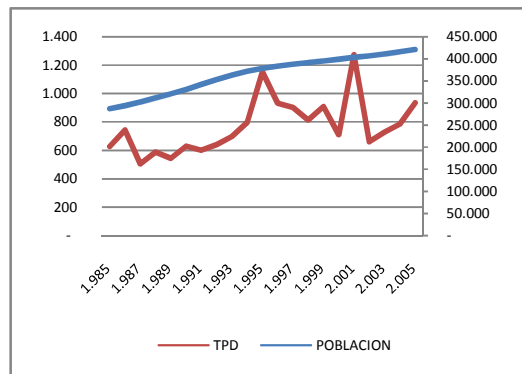
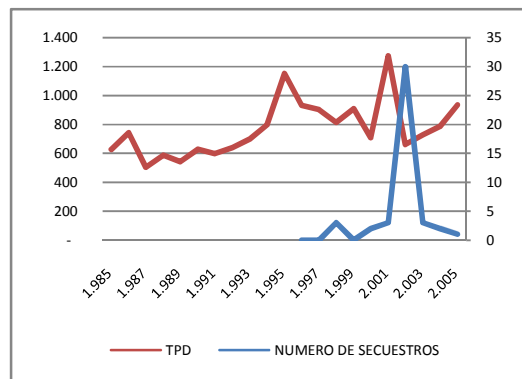
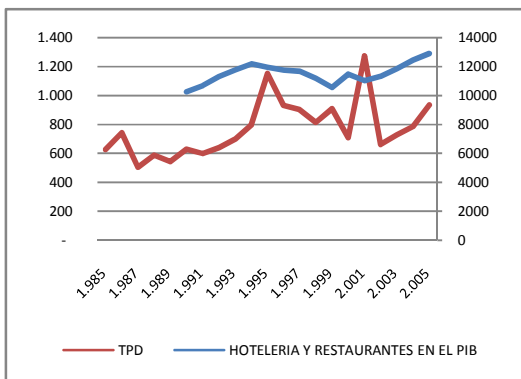
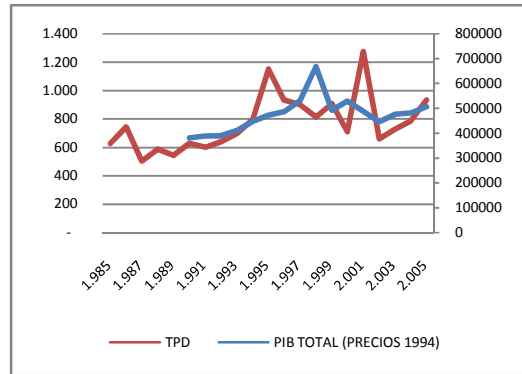
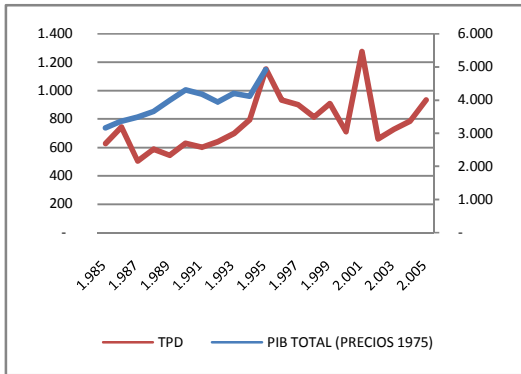
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE BOYACÁ



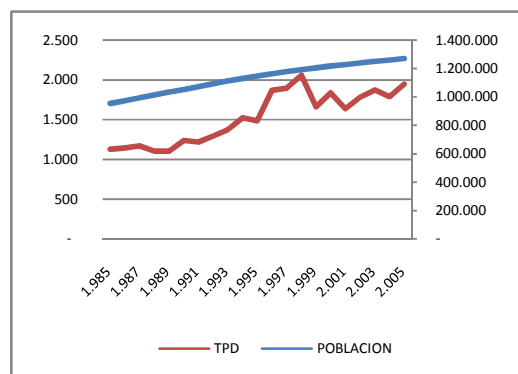
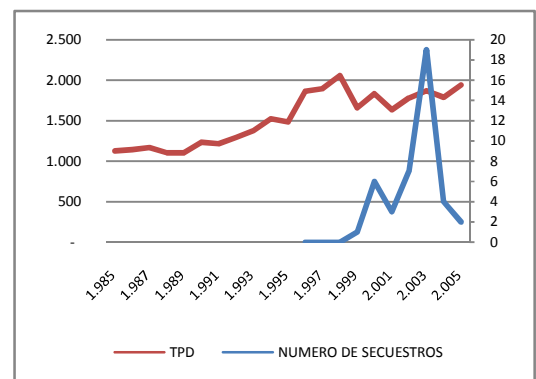
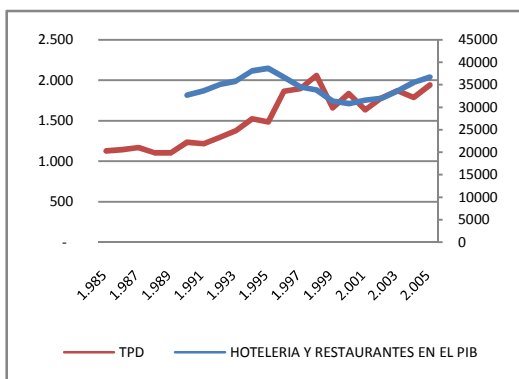
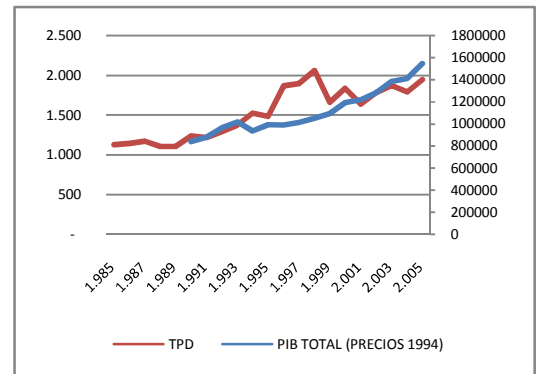
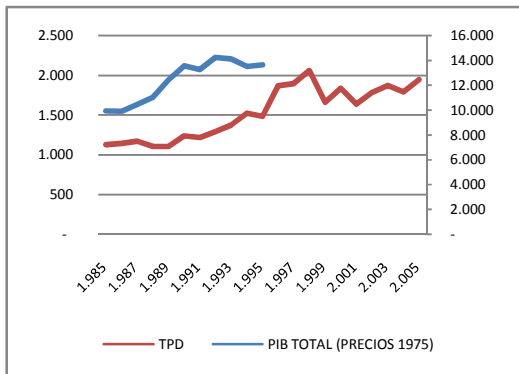
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CALDAS



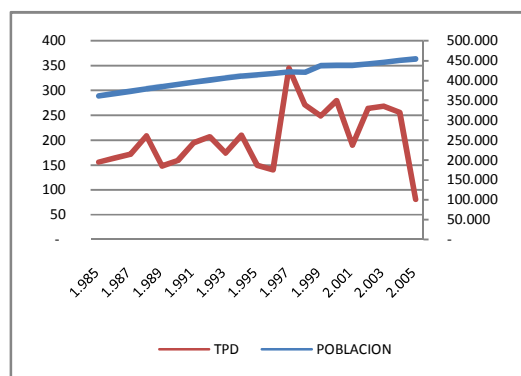
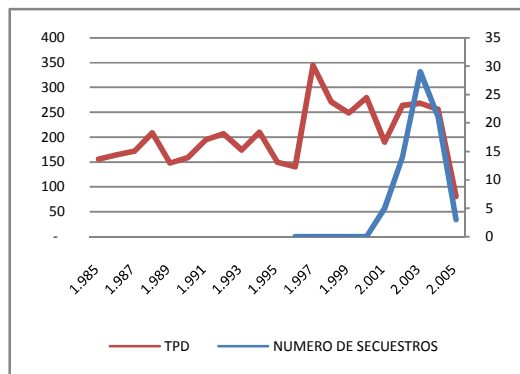
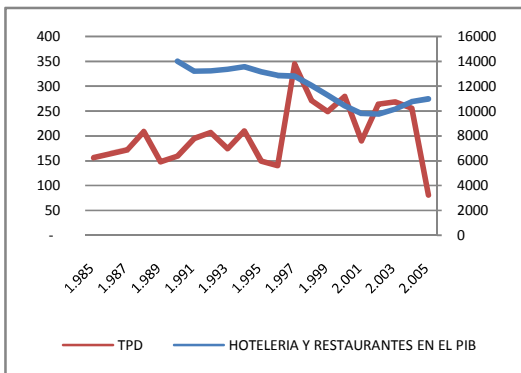
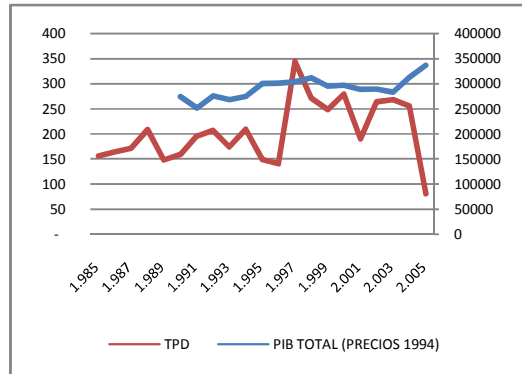
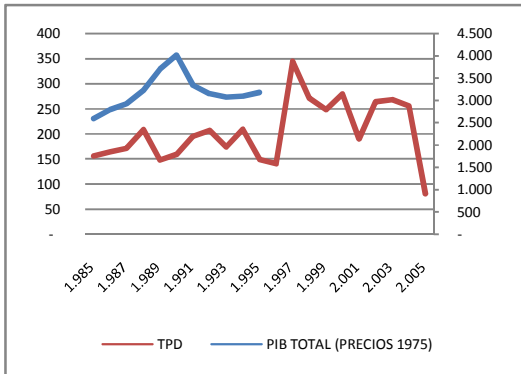
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ



## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CAUCA

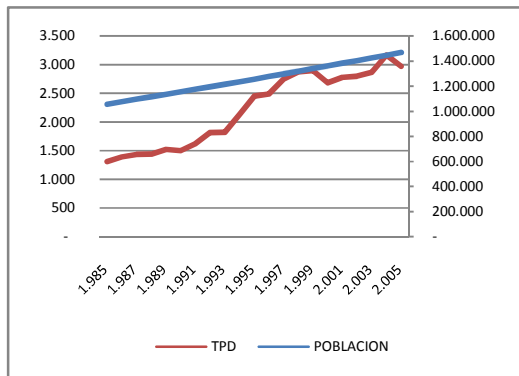
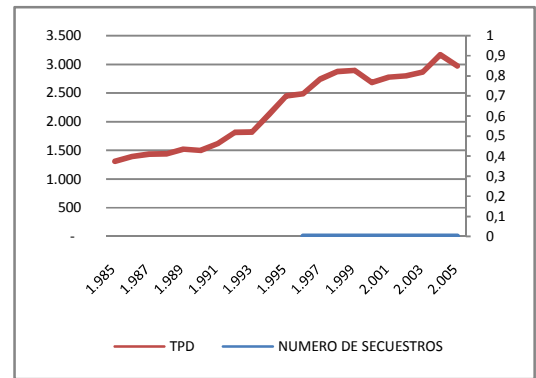
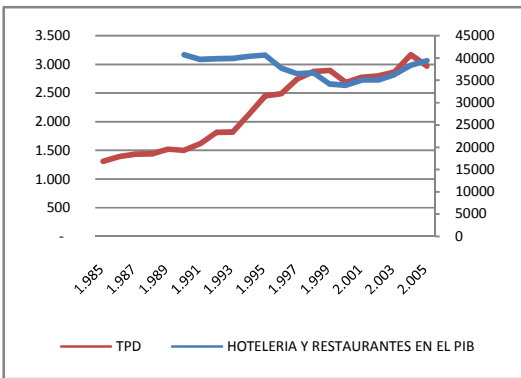
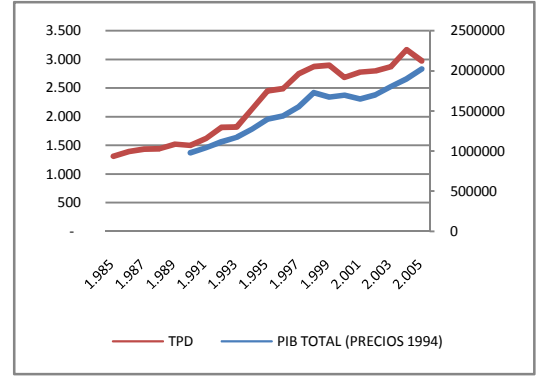
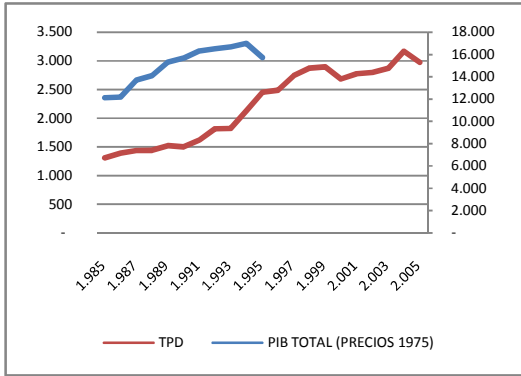


## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CHOCO

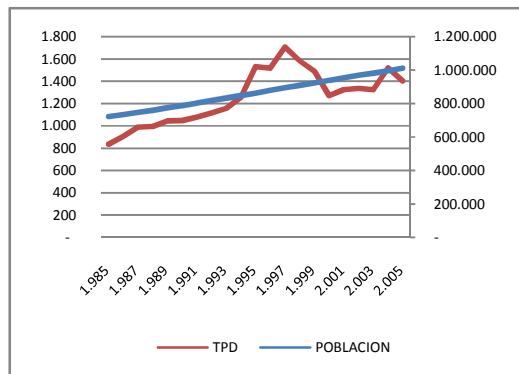
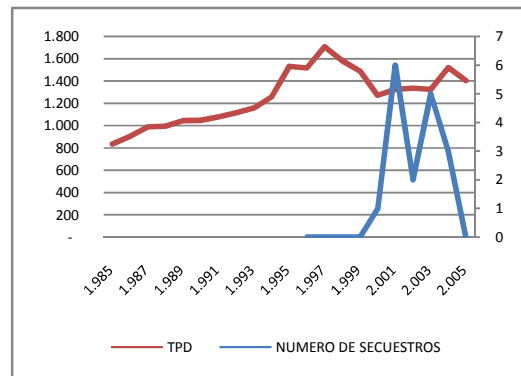
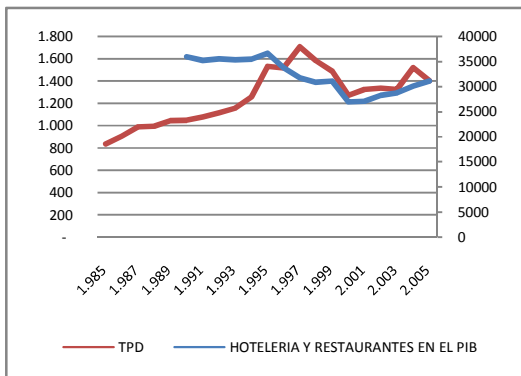
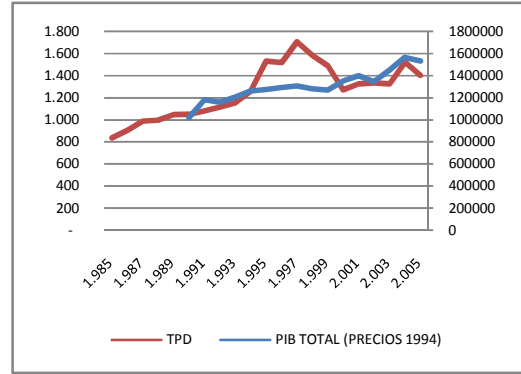
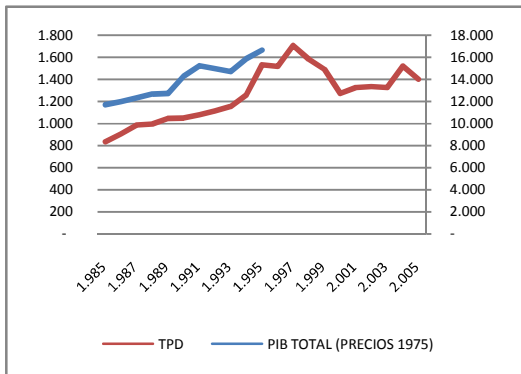




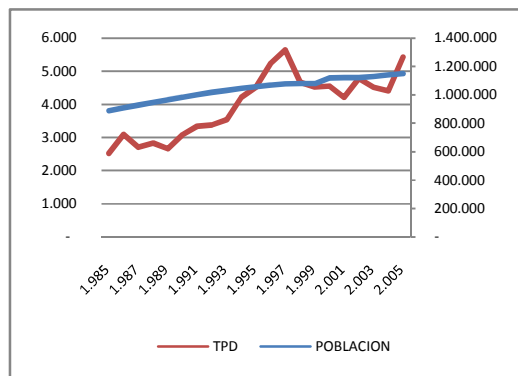
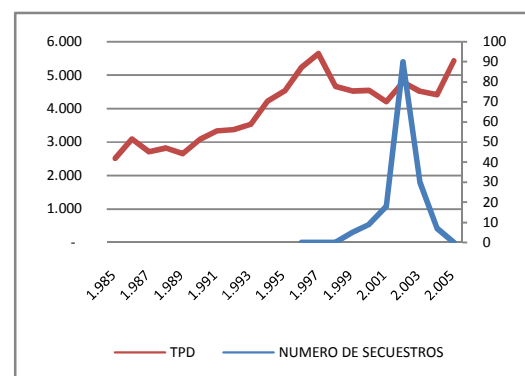
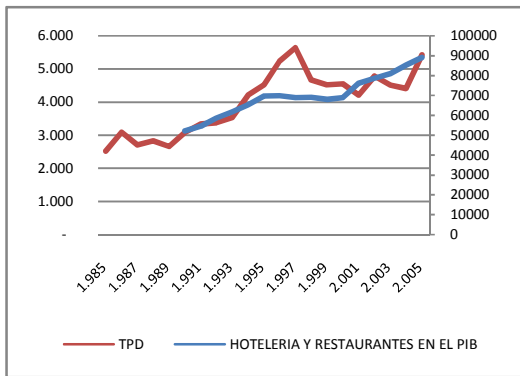
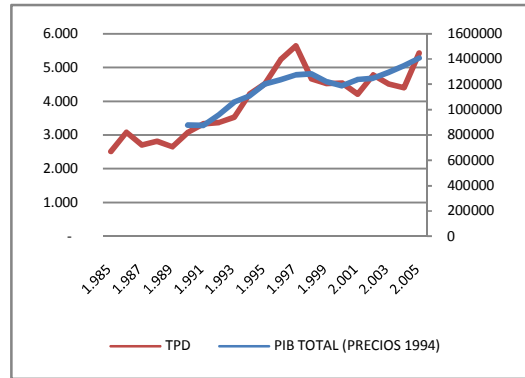
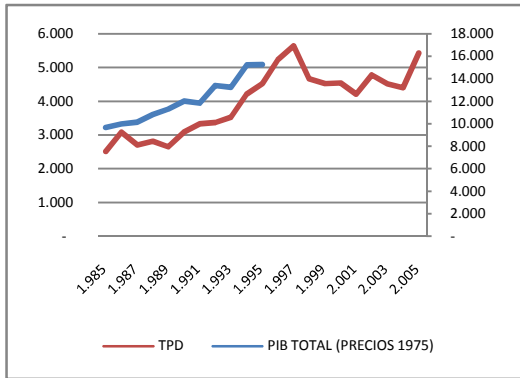
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA



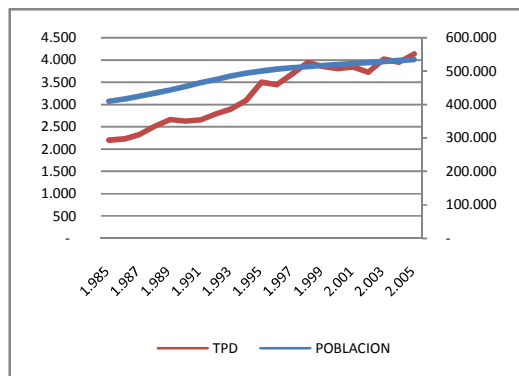
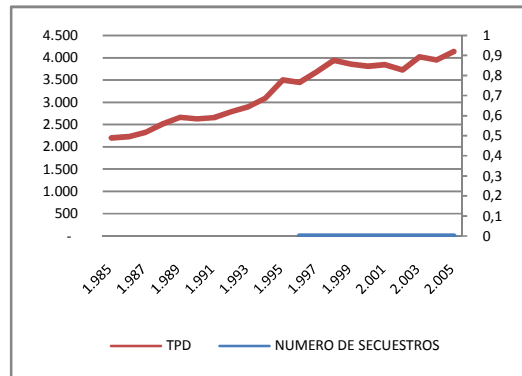
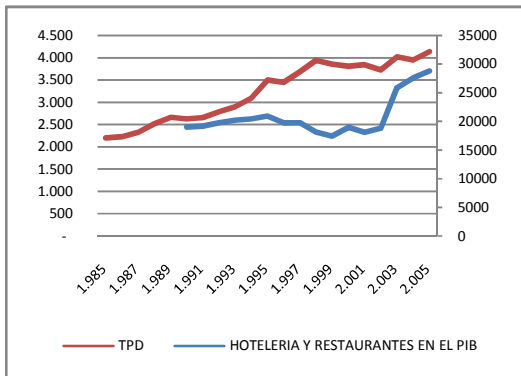
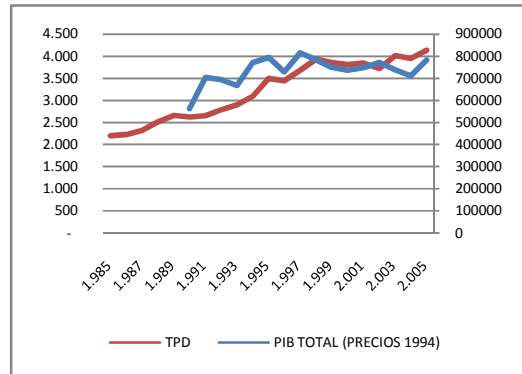
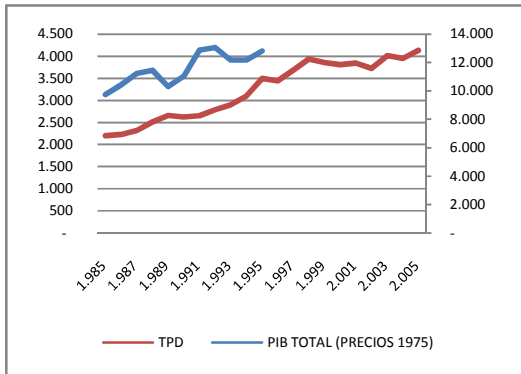
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE HUILA



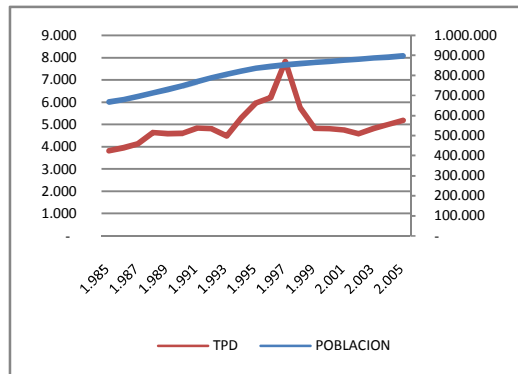
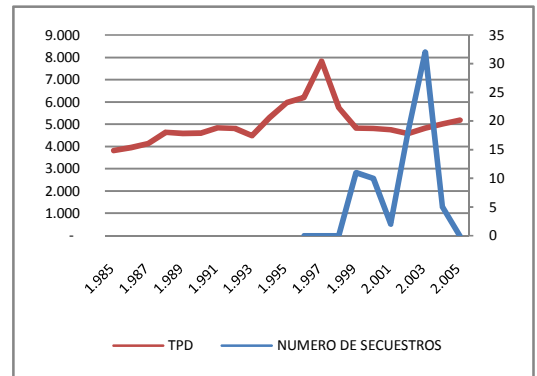
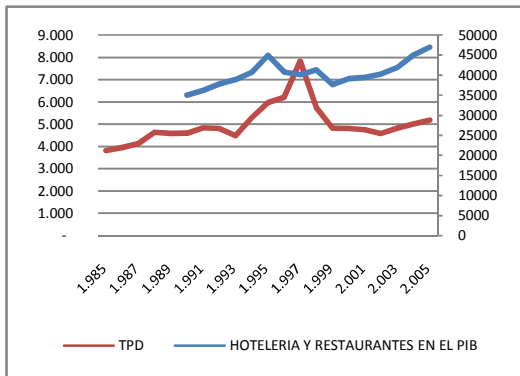
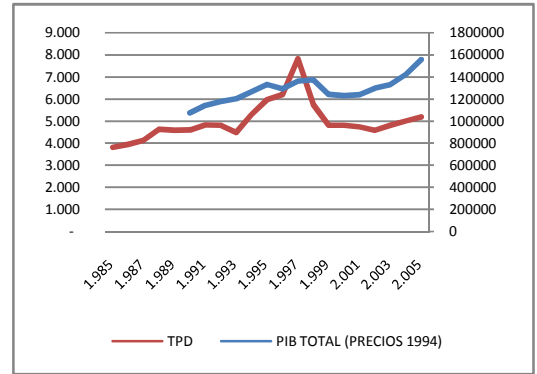
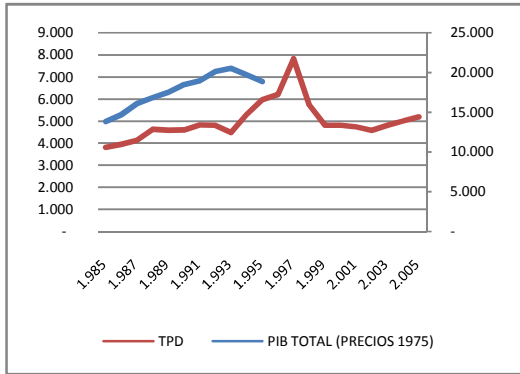
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE MAGDALENA



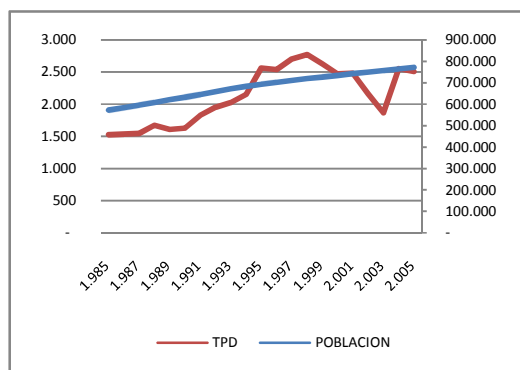
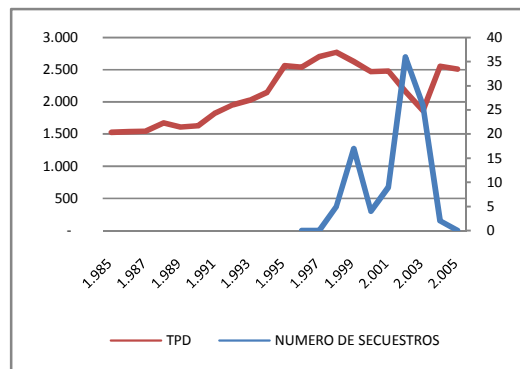
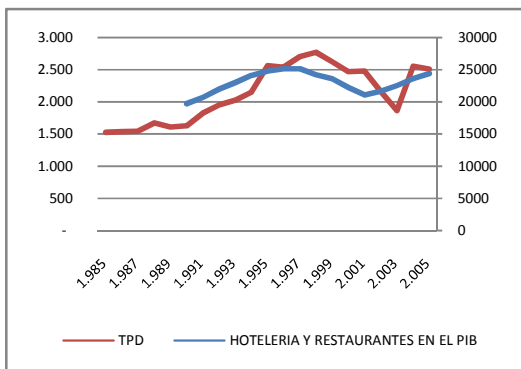
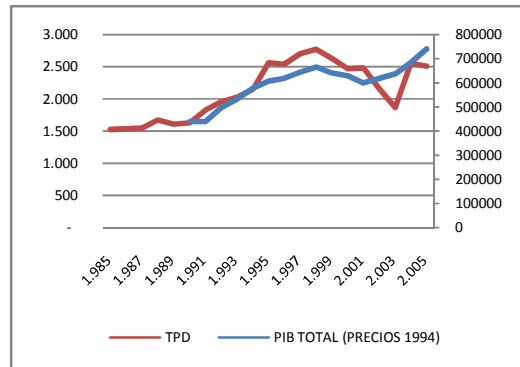
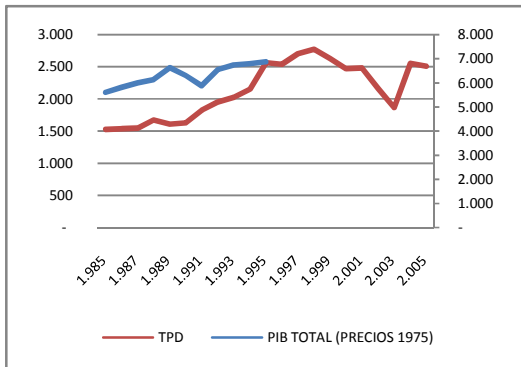
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE QUINDÍO



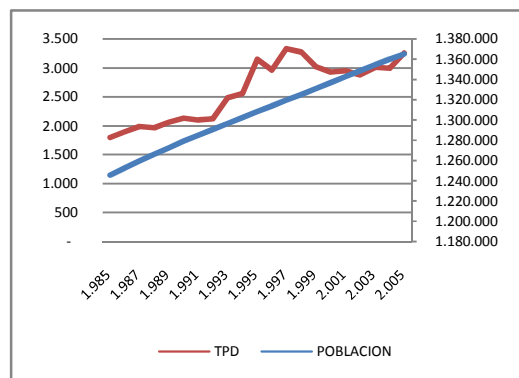
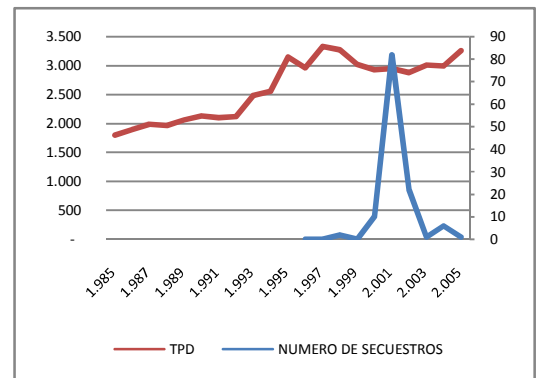
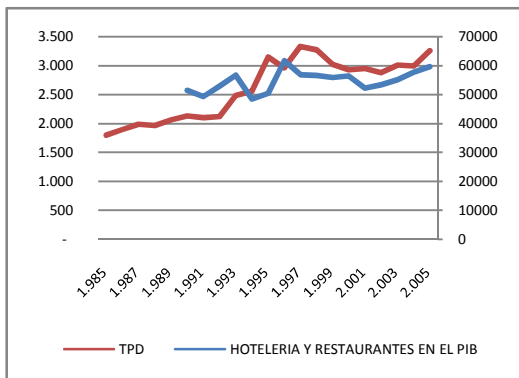
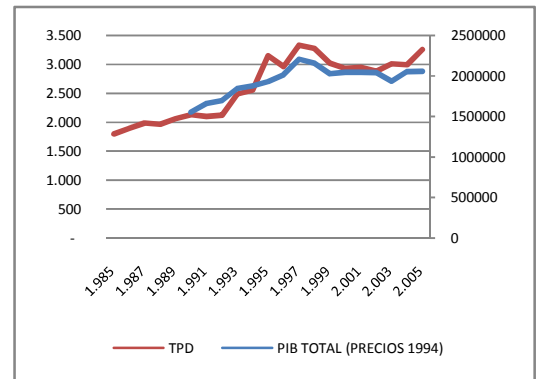
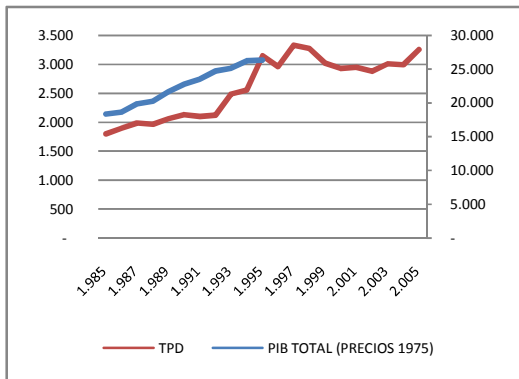
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE RISARALDA



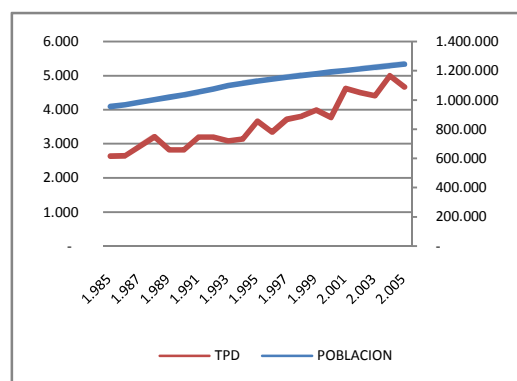
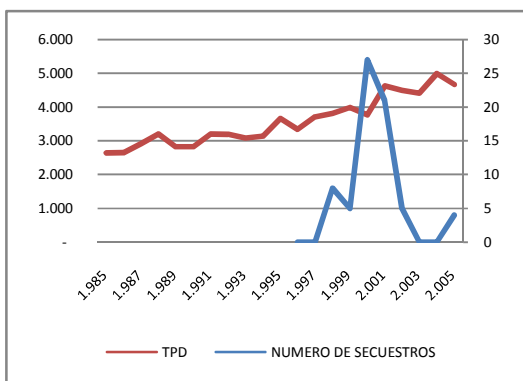
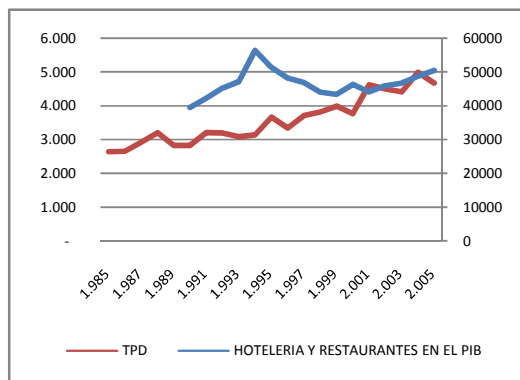
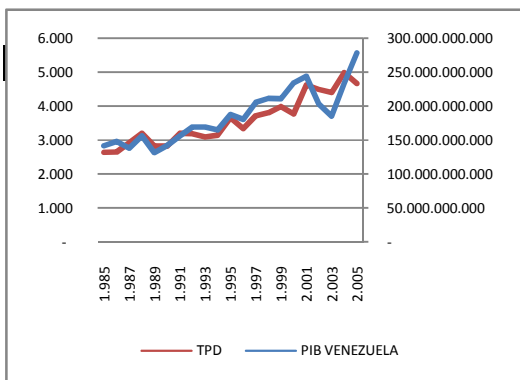
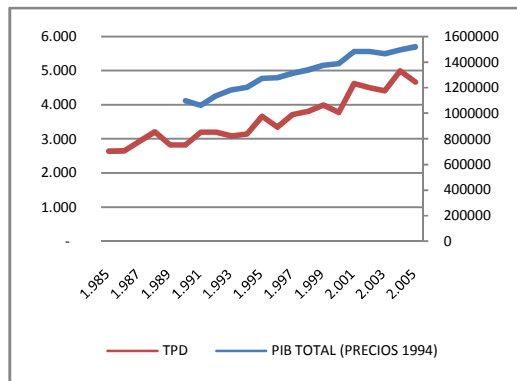
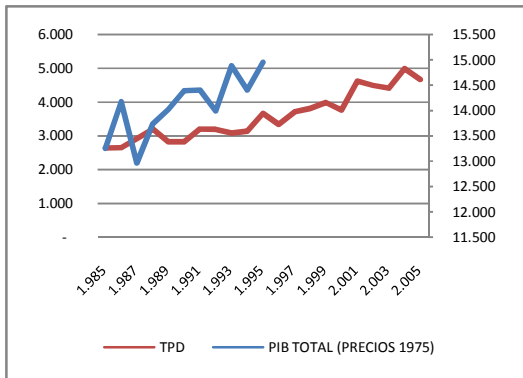
## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE SUCRE



## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE TOLIMA

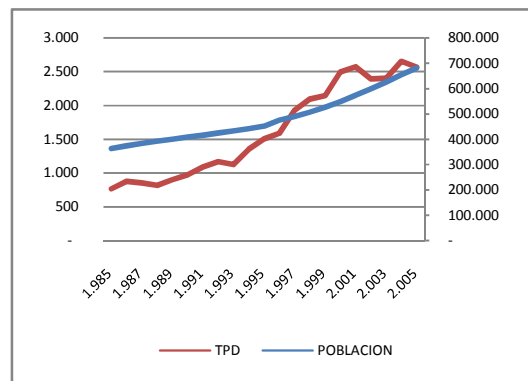
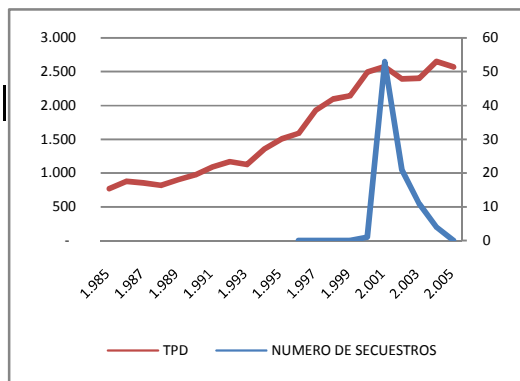
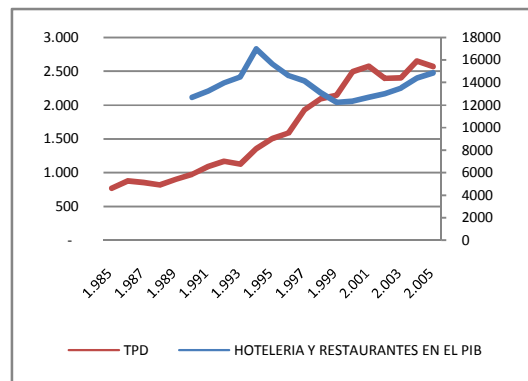
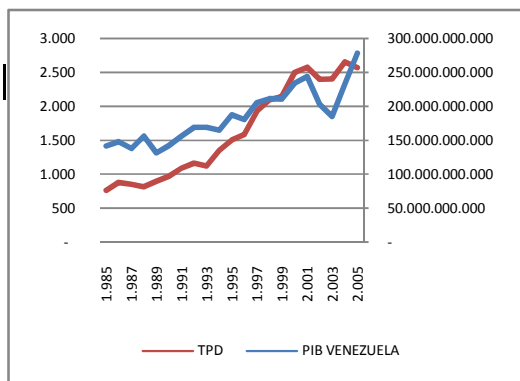
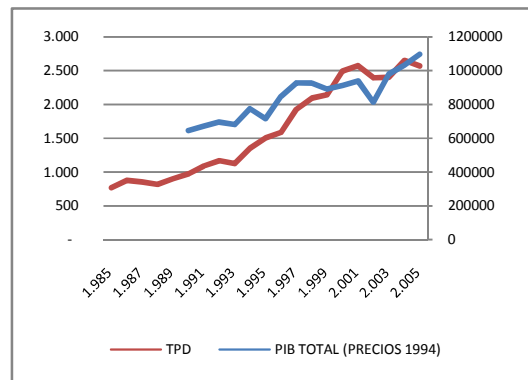
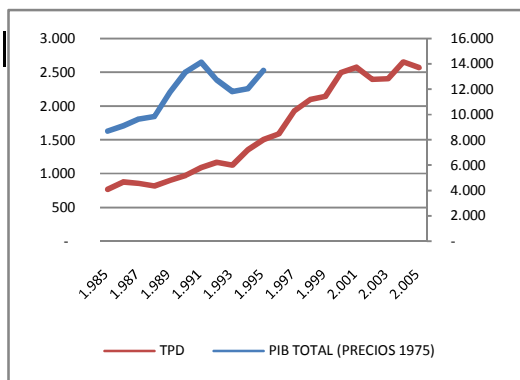


## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

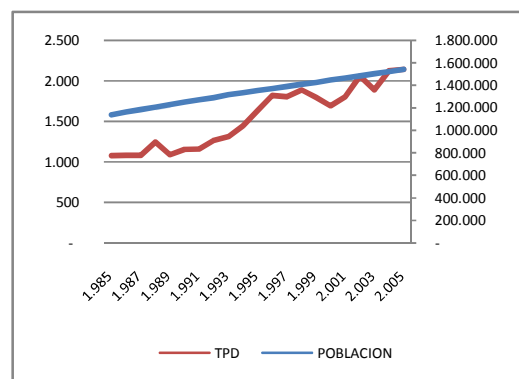
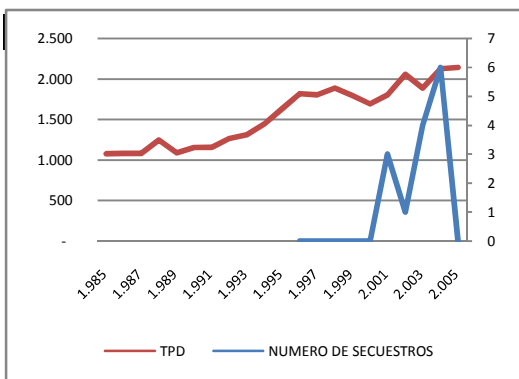
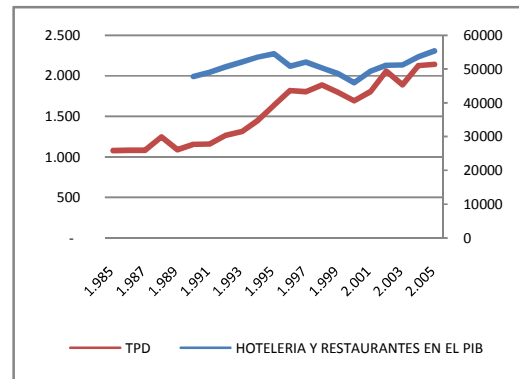
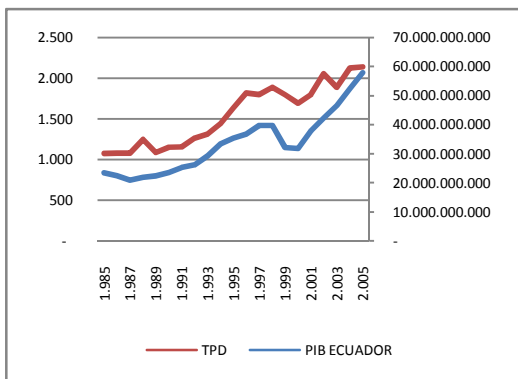
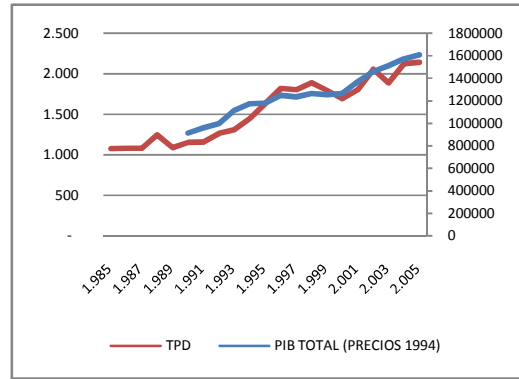
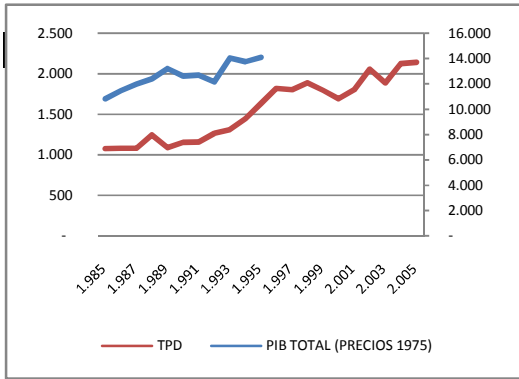




## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA



## RELACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS, CULTURALES Y DE CONFLICTO CON EL TPD DEPARTAMENTO DE NARIÑO



## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, O., Rozas P. y Silva, A. (2008) Desarrollo vial e impacto fiscal del sistema de concesiones en Colombia. CEPAL.
- Baeza, M. de los A. (2008) Planificación económico – Financiera de las concesiones de Autopistas de peaje. Granada: Universidad de Granada.
- Benavides, J. (2010) Reformas para atraer la inversión privada en infraestructura vial. Bogotá: CAF-FEDESARROLLO.
- Bierlaire, M., Chen, J., & Newman, J. (2013). A probabilistic map matching method for smartphone GPS data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 78–98. doi:10.1016/j.trc.2012.08.001
- boletín No. 96 de Gerencia (2012) Logística e Infraestructura de la ANDI
- Chen, C., Wang, Y., Li, L., Hu, J., & Zhang, Z. (2012). The retrieval of intra-day trend and its influence on traffic prediction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 22, 103–118. doi:10.1016/j.trc.2011.12.006
- Chen, M.-X., & Wang, Y.-D. (2009). An efficient location tracking structure for wireless sensor networks. *Computer Communications*, 32(13–14), 1495–1504. doi:10.1016/j.comcom.2009.05.005
- Concesiones viales de cuarta generación para Colombia. (n.d.). Retrieved June 10, 2013, from <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/articulo/-concesiones-viales-de-cuarta-generacion-para-colombia.html>
- Constitución Política de Colombia (1991) República de Colombia: Asamblea Nacional Constituyente.

- Documento CONPES 2775 (1995) Bogotá: Consejo Nacional de Política económica y social, Departamento Nacional de Planeación.
- Documento CONPES 3045 (1999) Bogotá: Consejo Nacional de Política económica y social, Departamento Nacional de Planeación.
- Documento CONPES 3413 (2006) Bogotá: Consejo Nacional de Política económica y social, Departamento Nacional de Planeación.
- Documento CONPES 3615 (2009) Bogotá: Consejo Nacional de Política económica y social, Departamento Nacional de Planeación.
- El secuestro en Colombia caracterización y costos económicos (2004) Departamento Nacional de Planeación.
- Fitch (2003) Bliss, Heartburn, and Toll Road Forecasts. Project Finance Special Report, Fitch Ratings, Noviembre 2003.
- High Capacity Manual (2000) Washington D.C: Transportation Research Board. ISBN: 0-309-06681-6.
- Hugosson, M. B. (2005). Quantifying uncertainties in a national forecasting model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6), 531–547. doi:10.1016/j.tra.2005.02.010
- Jiménez Contreras Evaristo, Los métodos bibliométricos Estado de la cuestión y aplicaciones, Universidad de Granada (2000)
- Jong, G., Daly, A., Pieters, M., Miller, S., Plasmeijer, R., & Hofman, F. (2006). Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for The Netherlands. *Transportation*, 34(4), 375–395. doi:10.1007/s11116-006-9110-8
- KRIGER, D., SHIU, S., NAYLOR, S., (2006), NCHRP Synthesis 364: Estimating Toll Road Demand and Revenue. Transportation Research Board. Washington, D.C. 2006
- Ley 105 (1993) República de Colombia: Bogotá, Congreso de la República, Bogotá, 1993

- Ley 80 (1993) República de Colombia: Bogotá, Congreso de la República.
- Martínez, L. M., Viegas, J. M., & Silva, E. A. (2009). A traffic analysis zone definition: a new methodology and algorithm. *Transportation*, 36(5), 581–599. doi:10.1007/s11116-009-9214-z
- Mínguez, R., Sánchez-Cambronero, S., Castillo, E., & Jiménez, P. (2010). Optimal traffic plate scanning location for OD trip matrix and route estimation in road networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(2), 282–298. doi:10.1016/j.trb.2009.07.008
- Morgan, J.P, (1997) Examining Toll Road Feasibility Studies. *Municipal Finance Journal*, Vol 18, No 1, Spring.
- Participación privada en infraestructura el caso Colombiano (2007) Departamento Nacional de Planeación.
- Requisitos técnicos en la elaboración de estudios y diseños Fase I (2011) INVIAS
- Requisitos técnicos en la elaboración de estudios y diseños Fase II (2011) INVIAS
- Requisitos técnicos en la elaboración de estudios y diseños Fase III (2011) INVIAS
- Requisitos técnicos en la elaboración de estudios y diseños para proyectos de Mejoramiento de carreteras (2011) INVIAS
- Requisitos técnicos en la elaboración de estudios y diseños para proyectos de Rehabilitación de carreteras (2011) INVIAS
- Sammour, G., Bellemans, T., Vanhoof, K., Janssens, D., Kochan, B., & Wets, G. (2012). The usefulness of the Sequence Alignment Methods in validating rule-based activity-based forecasting models. *Transportation*, 39(4), 773–789. doi:10.1007/s11116-012-9406-9
- Standard & Poor's (2002) Credit Implications of Traffic Risk in Start-Up Toll Facilities. *Infrastructure Finance, Ratings Direct*, Agosto 2002

- Standard & Poor's (2004) Traffic Forecasting Risk: Study Update 2004. Infrastructure Finance, Ratings Direct, Octubre 2004.
- Standard & Poor's (2005) Traffic Forecasting Risk Study Update 2005: Through Ramp-Up and Beyond. Corporates. Agosto 2005.
- Thierry Blayac, Anne Causse, Value of travel time: a theoretical legitimization of some nonlinear representative utility in discrete choice models, *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 35, Issue 4, May 2001, Pages 391-400, ISSN 0191-2615, [http://dx.doi.org/10.1016/S0191-2615\(99\)00056-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0191-2615(99)00056-9).
- Tsai, H.-W., Chu, C.-P., & Chen, T.-S. (2007). Mobile object tracking in wireless sensor networks. *ComputerCommunications*, 30(8), 1811–1825. doi:10.1016/j.comcom.2007.02.018
- Universidad Manuela Beltrán (2010) Estudio de errores y aciertos de los peajes en Colombia. Bogotá: Universidad Manuela Beltrán.
- Viegas, J., Martínez, L., Silva, E.: modificables areal efectos de problemas de la unidad de análisis de tráfico las zonas de delimitación. *Environ.Plan. B* (2008). doi: 10.1068/b34033