FUNDACION PARA LA EDUCACION SUPERIOR Y EL DESARROLLO



Infraestructura, Crecimiento y Productividad en Colombia: 1950-1994

(Informe final presentado por Fedesarrollo a Fonade)

Mauricio Cárdenas S.
Andrés Escobar A.
Catalina Gutiérrez S.

Santafé de Bogotá, mayo de 1995

INFRAESTRUCTURA, CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD EN COLOMBIA: 1950-1994

Informe Final presentado por Fedesarrollo a Fonade

Mauricio Cárdenas S.
Andrés Escobar A.
Catalina Gutiérrez S.[1]

1. Introducción

El estado de la infraestructura en Colombia es, según la sabiduría convencional, el principal obstáculo al crecimiento económico en el actual modelo de desarrollo. Es ya un lugar común en las discusiones sobre la materia hacer referencia al precario estado de la infraestructura existente, a la insuficiencia de vías, aeropuertos, puertos, así como a la permanente amenaza de racionamientos en la prestación de los principales servicios públicos. Virtualmente todos los documentos que se han realizado sobre la competitividad del aparato productivo colombiano, así como sobre sus posibilidades futuras, provengan ellos del gobierno, los gremios o firmas de consultoría hacen referencia a este punto.

Sin embargo, con notables excepciones como el trabajo de Sánchez (1993), el tema no ha despertado igual interés por parte de los economistas. Por ello, en la mayoría de los casos los planteamientos carecen de estimaciones rigurosas que establezcan de manera empírica la relación entre inversión en infraestructura, crecimiento económico y productividad. No existe un estudio, por ejemplo, que compare los beneficios derivados de un mayor gasto en infraestructura versus aquellos obtenidos de una mayor inversión en otros sectores, como la formación de capital humano.

---

[1] Investigadores de Fedesarrollo.

En un país con grandes restricciones presupuestales se hacen imprescindibles este tipo de estimaciones.

El presente trabajo tiene como propósito analizar desde una perspectiva económica la problemática de la infraestructura en Colombia. El objetivo es ofrecer una serie de estimaciones que permitan cuantificar el impacto sobre el crecimiento y la productividad del stock y la inversión en infraestructura, particularmente en los sectores de energía eléctrica, transporte (carreteras y vías férreas), telecomunicaciones, acueductos y alcantarillados[2]. Para realizar estas estimaciones se utiliza una gama amplia de metodologías e información, que abarcan series de tiempo nacionales, así como series de tiempo y datos de corte transversal a nivel departamental e industrial.

El estudio está organizado de la siguiente manera. En la segunda sección se presenta el marco teórico, basado en una tecnología Cobb-Douglas en la que se introduce explícitamente el capital público como insumo en la producción del sector privado. La tercera sección sintetiza la ya extensa literatura empírica internacional sobre la materia. Allí se discuten las principales conclusiones que se desprenden del análisis de los datos (nacionales y regionales) en los Estados Unidos, así como las obtenidas del análisis de la información para muestras de países en desarrollo. La cuarta sección presenta la base de datos construida para el presente trabajo que reúne todas las fuentes de información existentes en Colombia. Esta sección describe los 'hechos estilizados' que caracterizan el comportamiento de las series. Es decir, se ofrece una primera visión de la evolución de la infraestructura en Colombia durante la posguerra. La quinta sección está dedicada a la

---

[2] Desde una perspectiva económica se trata de monopolios naturales altamente intensivos en capital, los cuales no necesariamente son controlados por el Estado.

estimación de las relaciones entre infraestructura, crecimiento y productividad a partir de los datos descritos en la sección anterior. Las estimaciones están divididas en cuatro partes: i. ejercicios a partir de las series de tiempo nacionales para el período 1950-1994; ii. estimaciones con datos departamentales de corte transversal; iii. cálculos a partir de paneles que combinan series de tiempo y datos de corte transversal para los departamentos durante el período 1980-1992; y, iv. ejercicios con un panel de datos para 98 sectores de la industria manufacturera durante el periodo 1974-1992. El trabajo termina con una sección de conclusiones.

2. Marco Teórico

La gran mayoría de los estudios que estiman la relación entre infraestructura, crecimiento y productividad, parten de la especificación de la tecnología de acuerdo con una función de producción Cobb-Douglas de la siguiente forma:

$$Y_t = A_t K_t^{\alpha} L_t^{\beta} G_t^{\gamma} H_t^{\phi} \qquad (1)$$

donde **Y** es el producto del sector privado (aunque por disponibilidad de información casi siempre se utiliza el producto total), **K** es el stock de capital privado no residencial, **L** es el empleo total o empleo no agrícola, **G** es el stock de capital público y **H** es el stock de capital humano, definidos de diversas maneras. **A** es un parámetro tecnológico que, en caso de cambiar a través del tiempo, capta el progreso técnico neutral (en el sentido de Hicks).

La ecuación anterior puede expresarse en logaritmos (que se denominan con minúsculas):

$$y_t = a_t + \alpha k_t + \beta l_t + \gamma g_t + \phi h_t \qquad (2)$$

donde los coeficientes α, β y γ miden las elasticidades del producto con respecto a los factores de producción. En la estimación de la ecuación anterior es necesario tener en cuenta que en el comportamiento del producto se presentan fluctuaciones de corto plazo que no pueden ser completamente explicadas por cambios en la utilización de los factores productivos. Por ello, se hace necesario introducir alguna variable que capte el ciclo económico, de forma tal que para su estimación la ecuación anterior se transforma en:

$$y_t = a_t + \alpha k_t + \beta l_t + \gamma g_t + \phi h_t + \delta u_t + \varepsilon_t, \qquad (3)$$

donde $\mathbf{a_t}$ normalmente se define como $\mathbf{a_0+\lambda t}$, **u** es el grado de utilización de la capacidad instalada (también pueden utilizarse la tasa de desempleo o las desviaciones del producto frente a su tendencia)[3]. Sin embargo, es probable que en la ecuación anterior se presenten problemas de colinealidad entre el empleo y el ciclo económico, dos variables que están estrechamente relacionadas. Una forma de corregir este problema consiste en ajustar los stocks de capital privado y público de acuerdo con su utilización. Esto implica estimar la ecuación:

$$y_t = a_t + \alpha ku_t + \beta l_t + \gamma gu_t + \phi h_t + \varepsilon_t, \qquad (4)$$

donde **ku** es el stock de capital privado ajustado por utilización, que equivale en logaritmos a **k + u** (análogamente para **gu**).

---

[3] Nótese que u = Y / Ypot, de forma que ln (KU) = k + y - ypot = k + u

Adicionalmente, la ecuación 3 puede expresarse en términos de producto por unidad de capital, i.e.

$$y_t - k_t = a_t + (\alpha - 1)k_t + \beta l_t + \gamma g_t + \phi h_t + \delta u_t + \varepsilon_t, \qquad (5)$$

o en términos del producto por trabajador:

$$y_t - l_t = a_t + \alpha k_t + (\beta - 1)l_t + \gamma g_t + \phi h_t + \delta u_t + \varepsilon_t. \qquad (6)$$

De otra parte, la estimación de la ecuación 4 puede imponer algún tipo de restricciones a los valores de los parámetros (e.g. $\alpha+\beta=1$ implica suponer rendimientos constantes a escala en los factores privados y $\alpha+\beta+\gamma+\phi=1$ supone rendimientos constantes a escala sobre todos los factores privados y públicos).

Es posible que en la estimación de las ecuaciones (3)-(6) se presenten problemas que resultan de la presencia de tendencias comunes entre la variable dependiente y las independientes, especialmente cuando se utilizan series de tiempo. En estos caso, resulta apropiado estimar las ecuaciones en primeras diferencias, que para el caso de la ecuación 4 se pueden escribir como:

$$\Delta y_t = \lambda + \alpha \Delta ku_t + \beta \Delta l_t + \gamma \Delta gu_t + \phi \Delta h_t + \xi_t, \qquad (7)$$

donde Δ denota las primeras diferencias de la variable (en logaritmos) o, lo que es igual, el cambio porcentual de la variable en niveles[4]. Por supuesto, en este caso $\lambda+\xi_t$ mide el cambio en la PTF o 'Residuo de Solow' (la parte del cambio en el producto no atribuible a los factores de producción).

[4] Más aún, esta transformación es necesaria para obtener estimaciones estadísticamente válidas de los coeficientes cuando las variables originales no son estacionarias.

Finalmente, las estimaciones pueden realizarse con datos nacionales, regionales, departamentales, municipales e incluso a nivel de la firma (o la industria a nivel de cuatro dígitos). Se pueden realizar regresiones con series de tiempo (para un país, región, industria, etc., a través del tiempo) o, alternativamente, se pueden tomar varios países, regiones, industrias, etc., en un mismo punto del tiempo para hacer una estimación de corte transversal (aquí el subíndice t en las ecuaciones anteriores indicaría los diferentes países, regiones o industrias). Por supuesto, también pueden realizarse estimaciones de paneles, que combinan los dos tipos de regresiones ya mencionados.

Cuando se combinan series de tiempo y datos de corte transversal la ecuación básica debe escribirse como:

$$y_{it} = a_0 + \alpha k_{it} + \beta l_{it} + \gamma g_{it} + \phi h_{it} + \varepsilon_{it}, \qquad (8)$$

donde i denota los departamentos (o los sectores industriales) y t el tiempo. A su vez, el término de error econométrico se descompone en:

$$\varepsilon_{it} = f_i + \kappa_t + \mu_{st}, \qquad (9)$$

donde f_i es el componente específico al departamento, k_t es el componente específico al tiempo y μ_{it} es un término de error i.i.d.; f_i capta las características de la función de producción que no se observan y que son específicas a cada departamento (no cambian a través del tiempo); k_t capta los

shocks a la función de producción que son comunes a todos los estados en cada período del tiempo (i.e. el ciclo económico)[5].

Existen tres formas de estimar el modelo de la ecuación anterior de acuerdo con los supuestos que se adopten sobre los términos de error y los interceptos. En primer lugar, la ecuación se puede estimar mediante un procedimiento simple de MCO cuando se supone que el intercepto a_0 y el término de error ε_{it} son comunes a todos los sectores. Esto equivale a decir que tanto la tecnología como las variables que se omiten son las mismas en todos los sectores.

En segundo lugar, cuando se supone que el intercepto es diferente en cada sector (i.e. hay diferencias tecnológicas) se debe introducir explícitamente el termino f_i en la ecuación. Esto se logra al incluir variables dummy para cada estado (o al restar a cada observación la media de ese estado). También se puede optar por utilizar un sólo dato por estado, correspondiente al crecimiento de cada variable durante todo el período muestral. Este tipo de estimación, denominada "efectos fijos"[6], tiene la ventaja de reducir los problemas de heteroscedasticidad de la regresión. Por supuesto, es posible determinar cual tipo de estimación es más apropiado para un determinado panel de datos. La hipótesis nula (e.g. todas las variables dummy y/o los interceptos son estadísticamente iguales entre sí) puede verificarse mediante un estadístico F que compara las sumas de los errores al cuadrado de los modelos con y sin efectos fijos[7].

---

[5] En la práctica este efecto se capta con la inclusión de la variable u en la ecuación 3 (como en Munnell, 1990b) o con las variables dummy para cada año (García-Milà y McGuire, 1992).

[6] "Fixed effects" en la terminología anglosajona.

[7] Ver Judge et al . (1988), página 475.

En tercer lugar, se puede considerar que los efectos específicos a cada estado son parte del error. En este caso, se requiere de estimadores Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG o GLS) para obtener estimadores eficientes (aunque sesgados e inconsistentes si las variables del lado derecho de la ecuación están correlacionadas con los efectos específicos[8]. Este modelo, denominado 'componente de error', se utiliza cuando cada unidad de corte transversal es una muestra aleatoria de la población completa y se desea estimar los coeficientes de dicha población. .

3. La Literatura Empírica Internacional

- *Estados Unidos*

El análisis de la relación entre infraestructura y crecimiento económico ha sido un tema recurrente entre los historiadores económicos, así como entre los estudiosos de ciencias urbanas y regionales. En contraste, el interés por parte de los (macro)economistas es relativamente reciente.

Por ejemplo, la literatura de los años sesenta sobre los determinantes del crecimiento de la economía estadounidense durante el siglo XIX, le dio un papel protagónico a la infraestructura (particularmente en transporte)[9]. Por su parte, el enfoque espacial del desarrollo regional (e.g. Hansen (1965), Hirschman (1958)) argumenta que el impacto de infraestructura es diferente en regiones congestionadas, intermedias y atrasadas (el mayor impacto se da en las intermedias)[10].

---

[8] Este fue el caso con los datos colombianos ya que al utilizar la prueba de Hausman se rechazó sistematicamente la independencia entre las variables independientes y el error.

[9] Los mejores ejemplos son Fishlow (1965) para la primera mitad del siglo XIX y Fogel (1964) para la segunda mitad.

[10] Trabajos como los de Mera (1975), Costa et al. (1987), Eberts (1986) prueban esta hipótesis con relativo éxito. Looney y Frederiksen (1981) utilizan datos para México.

Con todo, el auge reciente en la literatura no tiene antecedentes. En los últimos años se han publicado múltiples artículos que examinan (con mayor rigor) la relación entre la acumulación de capital público y la producción (o la productividad) en el sector privado. Sin duda, el auge reciente está asociado, en buena parte, a la publicación de los controvertidos trabajos de Aschauer (1989a, 1989b). En ellos, en síntesis, se argumenta que la inversión en capital público contribuye significativamente al aumento de la producción y la productividad (así como a la competitividad internacional). El efecto estimado del capital público sobre la productividad es cuantitativamente tan grande que la falta de inversión en infraestructura (la llamada "crisis de la infraestructura") explica, según el autor, buena parte del desaceleramiento en el crecimiento de la productividad en los Estados Unidos a partir de 1973.

Aschauer (1989a) estima la ecuación 5 a partir de los datos anuales para los EE.UU. durante el período 1949-1985. Los resultados indican que un aumento de 1% en la relación capital público - capital privado esta asociado a un aumento de 0.39% en la productividad del capital privado. Este resultado es robusto a la escogencia del período muestral lo cual permite justificar la necesidad de mayor inversión en capital público para acelerar el crecimiento de la productividad[11]. Otros estudios que también utilizan series anuales para los EE.UU. (e.g., Munnell (1990a)) han obtenido resultados similares[12].

---

[11] Al desagregar las series de capital público Aschauer encuentra que la mayor contribución a la productividad se deriva de la inversión pública en estructuras (más que en equipo). Dentro de estas, la infraestructura núcleo (que incluye carreteras, puertos y aeropuertos, centrales de generación eléctrica, instalaciones de gas y acueductos y alcantarillados) explica cerca de 55% del coeficiente estimado.

[12] Sin embargo, estos resultados son implausibles ya que implican un producto marginal del capital público superior al 100% por año. En efecto, $\gamma = dY/dG \times G/Y$ de manera que la productividad marginal del capital público es igual a

Aparte de los problemas impuestos por el tamaño del coeficiente, los ejercicios basados en series anuales no permiten establecer una relación de causalidad entre dos fenómenos concomitantes en la economía norteamericana: la reducción a mediados de los años setenta en el ritmo de crecimiento tanto de la productividad total de los factores como de la inversión pública en infraestructura. Según Eisner (1991), es fácil imaginarse un escenario en el que el menor aumento de la productividad ocasiona un reducción en el crecimiento del capital público. De hecho, Tatom (1993) reporta pruebas de causalidad de Granger donde concluye que la causalidad va de la productividad del sector privado hacia la formación de capital público, y no a la inversa. Con todo, Flores de Frutos y Pereira (1993) desarrollan un modelo macro de crecimiento en el que corrigen por tendencias comunes y simultaneidad de las variables. Pese a las correcciones, la productividad del capital público es tan alta como en las estimaciones originales de Aschauer.

Estas dificultades econométricas se mitigan cuando se utilizan 'pools' de series de tiempo (i.e. paneles), y más aún datos de corte transversal. Por esta razón, la mayor parte de los estudios recientes se han volcado sobre la información disponible a nivel regional, estatal (departamental) o sectorial. Los resultados obtenidos a partir de este tipo de información no han permitido, sin embargo, lograr un consenso en la materia.

En uno de los primeros estudios con datos subnacionales, Munnell (1990b) estimó la ecuación 3 con un 'pool' de datos de 48 estados durante el período 1970-1986[13]. El coeficiente γ

$\gamma \times Y/G$, o lo que es igual $(0.4)(2.5) \approx 1$. Aaron (1990) cuestiona el que esta tasa real de retorno sea cinco veces superior a la del capital privado.

[13] Como se discute en la siguiente sección la construcción de las series regionales de capital público requiere de una metodología para repartir el agregado nacional (de capital público al nivel estatal y local) entre los diferentes Estados.

estimado es 0.15, el cual pese a ser inferior al obtenido con datos anuales, confirma el impacto positivo y significativo del capital público sobre el producto. Cuando se desagrega el capital público el mayor impacto proviene del capital público en acueductos y alcantarillados (0.12), seguido de las autopistas (0.06). Los demás componentes tienen muy poca incidencia sobre el producto privado. Cuando los estados se agregan en (4) regiones los coeficientes estimados son positivos y significativos, pero diferentes entre regiones (sin una clara justificación)[14].

Eisner (1991) utiliza la misma información de Munnell (1990b) pera estimar una versión modificada de la ecuación 3 en la que se le resta a cada observación el valor promedio en ese estado durante todo el período muestral. Así, las varianzas y covarianzas son exclusivamente atribuibles al tiempo ya que las diferencias entre estados no juegan ningún papel. En este caso, el coeficiente estimado para el capital público no es estadísticamente diferente de cero. De otra parte, cuando se le resta a cada observación el valor promedio para ese año de las observaciones de todos los estados, el efecto puro de corte transversal, el coeficiente γ estimado es 0.165, muy similar al obtenido por Munnell (1990b). La conclusión es, entonces, que los estados con mayor capital público tienen mayor producto, aún después de incluir el empleo y el capital privado. Sin embargo, no es posible establecer una relación de causalidad. De otra parte, no es cierto que en los años con mayor capital público los estados tengan mayor producto que en los demás años. Esto quiere decir que los efectos

[14] Para determinar el grado de complementariedad o sustituibilidad entre los factores productivos, Munnell (1990b) estimó la ecuación 3 en forma translogaritmica. Los resultados indican que los factores son sustitutos entre sí, excepto en el caso del trabajo y el capital público que son aparentemente complementos.

de la inversión en infraestructura no son inmediatos. Incluso, es posible que se presenten con rezagos considerables.

García-Milà y McGuire (1992), a partir de la ecuación 3 desagregan el capital privado en equipos (**kq**) y estructuras (**ks**), utilizan el stock de autopistas por unidad de área (dólares de 1974 por milla^2) como índice del capital público (**g**) y añaden el gasto en educación durante los últimos cinco años (**e**) como indicador del capital humano[15]. Es decir, estiman a partir de información anual para 48 estados de los EE.UU. durante el período 1969-1983 la siguiente versión de la ecuación 3:

$$y_t = a_t + \alpha_1 ks_t + \alpha_2 kq_t + \beta l_t + \gamma g_t + \phi e_t + \varepsilon_t. \qquad \textbf{(10)}$$

En la regresión se incluyen otras variables como la población (para controlar efectos de escala), los años promedio de escolaridad, la participación de la industria en la producción (para captar cambios en productividad) y 13 variables dummy para cada año entre 1970 y 1982 que controlan los efectos del ciclo económico y del cambio técnico que depende del tiempo (i.e., aíslan los efectos de las variaciones de corte transversal).

Los resultados indican que la educación juega un papel importante en la determinación del producto, mientras que las autopistas no parecen tener un impacto considerable (el coeficiente γ estimado es tan sólo 0.044). La población tiene un coeficiente positivo, lo cual sugiere que en los estados más grandes la productividad de los factores es mayor. El grado de industrialización tiene un impacto negativo sobre el producto. Las variables educativas tienen el signo positivo esperado.

---

[15] El uso del gasto en educación en una función de producción no es ideal ya que la población puede educarse en un estado y moverse a otro. Además el gasto en educación puede depender del nivel de ingreso (que determina la demanda por servicios educativos) lo cual ocasiona problemas de endogeneidad.

Con todo, los trabajos más críticos de la supuesta relación entre la acumulación de capital público y el nivel de actividad económica del sector privado son los de Hulten y Schwab (1984) y Holtz-Eakin (1994) quienes encuentran que el patrón de acumulación de infraestructura no explica los diferenciales de productividad entre estados.

Hulten y Schwab (1984) aplican la metodología Denison-Kendrick-Jorgenson y Griliches para la descomposición de las fuentes de crecimiento del producto. Utilizan datos de valor agregado en la industria manufacturera agrupados en nueve regiones de los Estados Unidos. Los resultados indican que las diferencias en el crecimiento del producto entre regiones son atribuibles a diferencias en la utilización de trabajo y capital (privado) y no a variaciones en la productividad entre regiones (que incluyen el efecto de diferencias en el estado de la infraestructura).

Por su parte, Holtz-Eakin (1994) argumenta que la inclusión de los efectos fijos, como en la ecuación 8, en las estimaciones con paneles estatales para los EE.UU. acaba con la relación entre capital público y producción privada. En las estimaciones utiliza el producto del sector privado (y no el PIB estatal como en los casos anteriores), además de una nueva serie del stock de capital construida de acuerdo con la metodología descrita en Holtz-Eakin (1993a). Pese a la utilización de información ligeramente diferente los resultados son muy parecidos a los de Aschauer (1990b) y Munnell (1990b) cuando se estima la ecuación 8 por medio de un procedimiento de MCO en el que no se corrige por los efectos específicos a cada estado (f_i). De hecho, la elasticidad del producto privado con respecto al capital público es de 0.23.

Sin embargo, una vez se incluyen los efectos fijos, específicos a cada estado los resultados se deterioran considerablemente. En efecto, el coeficiente γ estimado es negativo (-0.0517) y

significativo, cuando se utilizan las desviaciones frente a los promedios específicos a cada estado. Asimismo, cuando se utiliza un único dato por estado (correspondiente al crecimiento de cada variable entre 1969 y 1986) los resultados no permiten establecer una relación entre capital público y crecimiento económico.

Una alternativa es la de tratar los efectos específicos como aleatorios y utilizar un estimador de MCG. En este caso, el efecto del capital público sobre el producto privado es marginal (0.008), aunque significativo. La conclusión es obvia. La presencia de efectos específicos a cada estado (fijos o aleatorios) en la estructura del error de la ecuación 3, elimina la importancia del capital público en la producción privada. Según Holtz-Eakin (1994) los resultados anteriores, según los cuales existe una relación fuerte y positiva entre capital público y producto son un artefacto de las restricciones impuestas a la estructura de los errores. Cuando se utilizan técnicas más apropiadas los resultados se desvanecen y no es posible encontrar una elasticidad diferente de cero. Esto no quiere decir que el capital público no sea importante (de hecho afecta el producto total de la economía en un monto equivalente a los servicios que genera). Lo que indican los resultados es que la elasticidad del producto **privado** (o la productividad) con respecto al capital público es cercana a cero[16]. La inversión pública es importante en sí misma (hay proyectos públicos con un valor presente neto positivo), pero no debido a los posibles efectos indirectos sobre la productividad del sector privado[17].

---

[16] Este resultado es similar al obtenido por Hulten y Schwab (1991) y Tatom (1991b).

[17] Por lo tanto, el nexo que se ha tratado de establecer entre el estancamiento de la productividad en los Estados Unidos y el deterioro de la infraestructura no parece tener fundamento en la evidencia empírica.

Otro ejercicio interesante es el de Duffy-Deno y Eberts (1991), quienes estiman un modelo de dos ecuaciones simultáneas a partir de información anual para 28 áreas metropolitanas de los Estados Unidos durante el período 1980-1984. Una de las ecuaciones explica el ingreso per cápita en función del stock de capital público y de la inversión pública, mientras que la otra explica la inversión pública como función del ingreso personal. Las elasticidades (del producto) obtenidas son de 0.094 para el stock de capital público y 0.037 para la inversión pública.

En un trabajo reciente, Nadiri y Mamuneas (1994) desarrollan un marco analítico diferente para medir la contribución del capital público en infraestructura e I&D al crecimiento de la productividad total de los factores en doce sectores industriales de los Estados Unidos durante el período 1956-1986[18]. En la metodología propuesta un incremento en la infraestructura pública eleva la PTF al reducir el costo privado de producción, lo que a su turno conduce a un menor precio del producto y a un mayor crecimiento de la producción. De acuerdo con las estimaciones presentadas, la contribución directa de la infraestructura pública es del orden de 30 a 35% del crecimiento de la PTF, aunque se presentan diferencias importantes entre industrias (su contribución indirecta es una décima parte de esto). Con todo, este efecto es inferior al de otros factores, especialmente la demanda agregada, los precios reales de los insumos y el cambio técnico que son los principales actores en la determinación de la PTF al nivel industrial.

---

[18] También analizan la contribución de la demanda, los precios relativos de los insumos y el cambio técnico.

- ***Los Estudios Internacionales***

Algunos estudios han utilizado datos de varios países para estimar versiones de la ecuación 3. Aschauer (1989b) realizó estimaciones para el Grupo de los Siete. Por su parte, Ford y Poret (1991) estimaron una elasticidad de la PTF con respecto a cambios en infraestructura de alrededor de 0.45 para nueve países miembros de la OCDE. Canning y Fay (1993a, 1993b) realizaron estudios con datos para 100 países durante el período 1960-1985. El coeficiente γ estimado a partir de esta muestra (que utiliza unidades físicas de infraestructura y no series en dólares constantes con una adecuada depreciación) es cercano a 0.10. Regresiones de crecimiento del producto contra cambios en la infraestructura durante el mismo período no producen coeficientes significativos, aunque los niveles iniciales de infraestructura si tienen una relación positiva y significativa con el crecimiento. Cuando se separan los efectos por nivel de desarrollo de los países en cuestión se obtiene un patrón similar al planteado por Hansen (1965) en los trabajos de localización espacial. La tasa de retorno a la inversión en infraestructura es mayor en los países en desarrollo que en los países industrializados. En los países más pobres (subdesarrollados) la rentabilidad es apenas moderada.

- ***Síntesis***

Es difícil extraer conclusiones definitivas a partir de los trabajos reseñados en esta sección. Sin embargo, queda claro que el papel de la infraestructura en la producción del sector privado probablemente fue subestimado durante muchos años por los macroeconomistas. El énfasis reciente en el tema, no obstante, se ha concentrado en aspectos econométricos, con poca atención a

preguntas fundamentales relacionadas con las políticas adecuadas para resolver la crisis de la infraestructura. No es claro cual es la mejor política para generar el cambio en la oferta de capital público, si es que un cambio en la política es necesario. Sobre estos puntos regresaremos más adelante.

4. Evolución de la Infraestructura en Colombia: 1950-1994

Reconstruir la historia de la infraestructura colombiana es una tarea difícil dada la gran escasez de información. Con la notable excepción de los datos disponibles en los Censos Nacionales de Población y Vivienda, así como en los trabajos de Bateman (1986) y Cuervo (1992), la información se caracteriza por tener mala cobertura y periodicidad.

Esta sección tiene dos objetivos. Por una parte, busca recopilar y aglutinar en una sola fuente la mayor cantidad posible de series y fuentes, de forma tal que futuras investigaciones sobre el tema cuenten con una base de datos apropiada. En segundo lugar, se hace una descripción de la información obtenida, con el propósito de extraer los 'hechos estilizados' que caracterizan la evolución de la infraestructura en Colombia tanto a través del tiempo (en comparación con otras naciones) como al interior de sus regiones (comparaciones interdepartamentales).

La información disponible se clasifica de acuerdo a la técnica de medición de la infraestructura, que puede expresarse tanto en unidades monetarias como físicas. En el primer caso, se especifica un stock construido con base en inversiones anteriores y ajustado por depreciación (técnica del *inventario perpetuo*). En este caso es necesario suponer que el precio de compra de una unidad de capital refleja el valor descontado de sus productos marginales presente y futuros, lo cual

no coincide con los criterios de asignación de la inversión pública. Asimismo, se supone que una proporción constante de la inversión reemplaza al capital viejo (tasa de depreciación fija), lo cual es válido sólo cuando existen estimativos apropiados de la vida media útil del activo. También existen los inconvenientes asociados a la escogencia de un deflactor correcto que aísle de manera efectiva la magnitud real que se quiere estudiar[19].

El análisis de las series obtenidas para este trabajo se hace en dos partes. La primera trata las series nacionales y hace una comparación internacional a partir de la información disponible en el World Development Report 1994, expresada en unidades físicas por millón de habitantes en 1970, 1980 y 1990.[20] La segunda parte se ocupa de las series referentes a las diferentes entidades territoriales del país.

A. Series Nacionales y Comparaciones Internacionales

Unidades Monetarias

La construcción del stock de capital público para el período 1950-1994 se realizó con base en las series de formación bruta de capital de las Cuentas Nacionales del Banco de la República (1950-1969), de las Cuentas Nacionales del DANE (1970-1992), así como de cifras preliminares del DNP (1993 y 1994). La series de formación bruta de capital privado, compuesta por la inversión

---

[19] Por su parte, el enfoque basado en unidades físicas tiene el inconveniente que para poder separar la cantidad de la calidad del flujo de servicios que presta la infraestructura se deben escoger unidades que pueden llegar a ser más arbitrarias que los precios.

[20] La muestra aquí seleccionada buscó, por una parte, abarcar países en diferentes etapas de desarrollo con el fin de verificar que la cobertura de la infraestructura y el desarrollo van de la mano, y, por otra parte, ubicar a Colombia frente a otros países latinoamericanos. De acuerdo con la categorización que realiza el Banco Mundial, se escogieron 12 naciones: una que pertenece a los países de ingreso bajo (Egipto); 5 pertenecientes al grupo de ingreso mediano-bajo/mediano (Bolivia, Perú, Ecuador, Turquía y Chile); 2 con ingreso mediano-alto (Venezuela y México); cuatro con ingreso alto (España, Alemania, Estados Unidos y Japón).

de las empresas privadas, la inversión de las instituciones financieras y la inversión de los hogares (discriminado en vivienda y resto), y de formación de capital publico, compuesta por la inversión de las empresas públicas y la inversión de las administraciones públicas, fueron expresadas en precios constantes por medio del deflactor implícito de la inversión total.

La construcción de los stocks de capital privado y público se hizo con base en la metodología utilizada por Posada et al. (1993), la cual se explica más adelante en la ecuación 17. El stock privado resultó de la construcción de un stock para la inversión en vivienda y otro para el resto de la inversión privada. En el primer caso se supuso una tasa de depreciación del 2% (50 años), mientras que para el segundo se utilizó una del 5% (20 años). En las estimaciones que contiene el presente trabajo el stock de capital privado relevante es el que excluye la inversión en vivienda. En cuanto al stock público, se supuso una tasa intermedia entre las dos anteriores: 3.5% ($\approx$ 30 años).

Para tener una idea de la evolución durante el período 1950-1994 del stock de capital público (G) que se construyó, el Gráfico 1 muestra la evolución de la productividad aparente de este stock (ln(Y/G)). En ella se aprecia una primera etapa en la que permanece relativamente constante, entre 1950 y 1973. A partir de este año el deterioro de la productividad del capital público a nivel nacional es muy marcada, en especial durante el período 1979-1984. Los últimos diez años han observado una estabilización del indicador e incluso se han registrado ligeros aumentos en los últimos tres años.

Unidades Físicas

Esta sección examina la evolución de la infraestructura de ferrocarriles, carreteras, telecomunicaciones y energía medida en unidades físicas. El deterioro de los ferrocarriles se aprecia en toda su dimensión en el Cuadro 1. Allí se observa que las vías férreas nacionales en operación se redujeron de 3.353 km. en 1971 a solo 1.600 km. en 1993, mientras que la carga transportada cayó en más de un 80% entre 1953 y 1991 (de 3'396 a 595 miles de toneladas). Sin embargo, como se aprecia en el Cuadro 2, la disminución absoluta del kilometraje total de las vías férreas es un fenómeno común a otros países del mundo.

De acuerdo con dicho cuadro y el Gráfico 2, en 1970 Colombia ocupaba dentro del grupo de 13 países el antepenúltimo lugar en km. de ferrocarril por millón de habitantes (kmdh), en contraste con Chile y Bolivia que superaban a naciones como Alemania y Japón. Las cifras de 1990 muestran un deterioro del indicador y confirman la pésima situación relativa de nuestro país.

De otra parte, las carreteras si bien no han tenido retrocesos en términos absolutos no han tenido el dinamismo de las variables demográficas y de producción (Cuadro 3). En efecto, la Red Vial Nacional paso de 16.500 km. de carreteras en 1962 a 26.500 Km. en 1993 (un incremento de 65%, mientras que el PIB se multiplico por 2.5). El permanente crecimiento de la red vial *pavimentada* es un fenómeno común a los demás países analizados durante el período 1970-1990. Según los datos del Cuadro 4, Colombia ocupó un modesto antepenúltimo lugar con 320 kmdh y 310 kmdh en 1980 y 1990, respectivamente. El Gráfico 3 ilustra las inmensas diferencias entre países.

Quizás el frente con mejor comportamiento relativo ha sido el de las telecomunicaciones. Las líneas telefónicas nacionales instaladas en el país entre 1957 y 1992 se multiplicaron más de 14 veces (Cuadro 5), mientras que la población aumentó 1.5 veces y el PIB casi cuatro veces en el mismo periodo. En el contexto internacional (Cuadro 6 y Gráfico 4) Colombia ha ocupado el 6° lugar entre las 13 naciones aquí analizadas, con más de 45.000 líneas por millón de habitante (lmdh).

La energía eléctrica ha sido también un servicio público con gran dinámica en el país. Según el Cuadro 7, la capacidad instalada en MW aumentó más de 80 veces entre 1940 y 1993. Con todo, este acelerado crecimiento fue mayor durante la primera mitad del período (1940-1966) que en la segunda (1967-1993). En términos relativos (Cuadro 8), Ecuador era en 1970 el país de la muestra con menor cobertura de energía eléctrica, seguido por Bolivia (62 mwmdh), Turquía (66 mwmdh) y Colombia (97 mwmdh).

Todo lo anterior permite concluir que para los cuatro servicios escogidos y en relación con otras naciones del mundo, la evolución de la infraestructura en Colombia se puede diferenciar claramente en dos grupos. Por una parte, la infraestructura de transporte (ferrocarriles y carreteras) ha tenido una pobre evolución, inclusive frente a otros países de desarrollo similar. El deterioro de los ferrocarriles ha sido más acentuado que en otros países, y peor aun, no ha estado acompañado de un incremento en la red vial. Por otra parte, en los servicios públicos de telefonía y energía eléctrica la evolución ha sido más satisfactoria, especialmente en el campo de las telecomunicaciones en el cual el país es líder a nivel regional.

B. Series Departamentales

Colombia está formada en la actualidad por 32 Departamentos y un Distrito Capital (Santafé de Bogotá). Sin embargo, la división política del país ha sufrido múltiples cambios a través de los años. En el Anexo A se hace una breve reseña de dichos cambios y los ajustes que fue necesario hacer para efectos del presente trabajo.

Con propósitos ilustrativos, el Cuadro 9 establece ordena a los Departamentos de acuerdo con el logaritmo natural del PIB real per cápita en 1950, 1960, 1970 y 1992. Es notorio que esta variable ha aumentado ininterrumpidamente durante los últimos 42 años, lo que refleja un mejoramiento continuo del promedio del nivel de vida. Adicionalmente, la diferencia entre ricos y pobres se ha acortado de manera notoria. En 1950, la relación entre el departamento más rico (Bogotá) y el más pobre (Choco) era cercana a 10. En 1992, el más rico (Intendencias y Comisarías) superaba al más pobre (Choco) en sólo 4.4 veces. Por otra parte, la desviación estándar con respecto al promedio cayó entre 1950 y 1980, lo cual indica un cierre de la brecha existente entre los departamentos más ricos y los más pobres. Sin embargo, entre 1980 y 1992 aumento la dispersión al interior de las entidades territoriales del país (aunque todavía es menor de lo que era en 1950).

Si bien la información sobre la producción departamental del DANE no diferencia los llamados 'nuevos departamentos' (que en el presente trabajo aparecen como "Intendencias y Comisarías"), el grupo por ellos formado constituye la economía regional de mayor ingreso en el país. Sin embargo, el ranking ha presentado fuertes variaciones entre 1950 y 1992. La Guajira era en 1950 uno de los tres departamentos más pobres del país y las Intendencias y Comisarías

ocupaban un modesto puesto 16. De manera paralela, los departamentos inicialmente más ricos han cedido posiciones dentro de esta jerarquía nacional. Santafé de Bogotá, primero de la lista hasta 1970 ocupa hoy la quinta posición; Valle del Cauca, segundo en 1960 está hoy en el puesto séptimo; Atlántico, segundo en 1950, descendió a la posición quince en 1992.

Pese a que las tasas de crecimiento han sido mayores en los departamentos más pobres, estos todavía tienen un nivel de ingreso inferior a los de los departamentos inicialmente más ricos (con la excepción de la Guajira).

Unidades Monetarias

La base para la construcción de los stocks departamentales de capital son las series departamentales de formación bruta de capital fijo público a precios corrientes, recopiladas por el Banco de la República para el período 1980-1992. La transformación de estas cifras a pesos constantes de 1975 se hizo por medio del deflactor implícito de las producciones departamentales del DANE. Para construir las series de stock de capital público se utilizo la metodología del "inventario perpetuo", i.e.

$$K_t = K_{t-1}(1+\delta) + I_t \qquad (11)$$

donde K es el stock de capital, δ es la tasa de depreciación lineal e I es la formación bruta de capital fijo. Para construir la serie es necesario conocer el stock inicial en cada departamento (K_0), pero en nuestro caso existe siquiera una cifra sobre el monto del stock de capital público agregado de los departamentos. Para construir el stock nacional inicial se recurrió a la metodología empleada por Posada et al. (1993), de acuerdo con la cual:

$$K_0 = \frac{I_0}{\dot{Y}_0 + \delta} \qquad (12)$$

donde $\dot{Y}_0$ es el crecimiento del PIB total en el año 0, I_0 es la suma de la formación bruta de capital de los departamentos en 1980. Una vez obtenido el stock inicial es necesario repartirlo entre los departamentos (o "regionalizarlo"). Para ello, se utilizó la metodología propuesta por Holtz-Eakin (1993) que tiene en cuenta, como criterio de regionalización, la participación del departamento *i* en la inversión pública total en el año *t*. Es decir:

$$K_{i,t} = K_t \frac{I_{i,t}}{\sum_i I_{i,t}} \qquad (13)$$

Por obvias razones, los stocks más grandes corresponden a aquellos departamentos que invirtieron más en el año inicial, supuesto que sin embargo se espera refleje las magnitudes relativas de los verdaderos stocks iniciales. En cuanto a la tasa de depreciación, se decidió tomar un valor intermedio entre los valores que utilizaron Posada et al. (1993) para la Maquinaria y Equipo (5% ó 20 años) y para la Vivienda (2% ó 50 años), ya que el stock de capital público se compone de ambos tipos de bienes. Por lo tanto, δ se supuso equivalente a 3.5% ó 28.5 años. Los stocks departamentales obtenidos se encuentran en el Apéndice estadístico. El Gráfico 5 compara la relación Y/G de cada departamento en 1980 y 1991. Allí se aprecia como en casi todos los departamentos ha disminuido esta relación que refleja la productividad aparente del capital público, con la excepción de dos de los departamentos más dinámicos del país (Guajira y Cundinamarca).

Unidades Físicas

Los datos departamentales sobre el estado de la infraestructura son fragmentarios. Unas de las pocas series que es posible reconstruir de manera continua para el periodo 1975-1992 son el número de suscriptores del sector eléctrico (por tipo de usuario) y el nivel de pérdidas de las empresas departamentales. De otra parte, los censos nacionales de población y vivienda permiten obtener información discreta sobre la cobertura de energía, acueducto y alcantarillado para 1938, 1951, 1964, 1973 y 1985[21]. El aumento de la cobertura ha sido significativo entre 1938 y 1985, especialmente para los servicios de energía y acueducto: en ambos casos se pasó de coberturas inferiores al 15% (para todo el país) a superiores al 70% de las viviendas. El caso del alcantarillado ha sido menos exitoso, en la medida en que para el censo de 1985 la cobertura aún no sobrepasaba el 60%.

Las Intendencias y Comisarías muestran, sin embargo, un particular rezago en este campo, fenómeno que está evidentemente ligado con la dispersión de las viviendas allí ubicadas. La cobertura de energía y acueducto para esta región no ha llegado al 50%, mientras que el alcantarillado apenas llega al 18% de las viviendas. Santafé de Bogotá es quien encabeza la lista nacional con una cobertura superior al 95% en los tres servicios. El caso del Chocó es, por otra parte, preocupante: para 1985 la cobertura de alcantarillado se encontraba en el 11%, la de energía en 34% y la acueducto en 20%. Las anteriores cifras se encuentran consignadas en los Cuadros 10a, 10b y 10c.

---

[21] Las cifras de cobertura de servicios publicos del Censo de 1993 no se encuentran disponibles.

Otras fuentes permitieron obtener información para carreteras y telefonía (cuadros 11 y 12) a nivel departamental. Por una parte, la Red Vial Nacional pasó de 2.642 km. a 26.517 km. entre 1930 y 1990. El conjunto de las carreteras controladas por los departamentos, mucho más extenso que la Red Vial Nacional, presentó sin embargo un crecimiento mucho menor durante el mismo período. Es así como la red departamental contaba con 21.633 km. en 1930 y 60 años más tarde totalizaba tan sólo el doble (43.688 km.), evolución que contrasta con el multiplicador de 10 que tuvo la extensión de la red en manos del Gobierno Central.

Por otra parte, la infraestructura telefónica tuvo un rápido crecimiento entre 1976 y 1992, en la medida en que el número de líneas telefónicas locales en el promedio departamental se multiplicó aproximadamente tres veces. Hay no obstante una gran heterogeneidad al interior del conjunto regional, donde sobresalen casos como el de la Guajira (donde el número de líneas se multiplicó más de diez veces) o el de Chocó (donde se multiplicaron más de 7 veces).

5. Infraestructura, Crecimiento y Productividad: Evidencia para Colombia

Esta sección tiene como propósito presentar alguna evidencia sobre la relación entre infraestructura, crecimiento y productividad en Colombia a partir de la metodología descrita en las secciones 2 y 3, y de la información presentada en la sección anterior. En una primera instancia se discuten los resultados de la estimación de la ecuación 4 cuando se utilizan series de tiempo para los datos agregados nacionales durante el período 1950-1994. En la segunda parte, se realizan algunos ejercicios con la información de corte transversal disponible a nivel departamental desde 1950. La tercera parte introduce la metodología de "Panel" al utilizar la información de todos los

departamentos colombianos durante el período 1980-1991. Por último, se evalúa el impacto de la infraestructura sobre la producción del sector privado a partir de la información disponible en la Encuesta Anual Manufacturera para 98 sectores industriales durante el período 1974-1992.

A. Series de Tiempo Nacionales: 1950-1994

Esta sección presenta los resultados de la estimación de la ecuación 4 a partir de los datos anuales agregados para la economía colombiana durante el período 1950-1994. Las variables utilizadas (en logaritmos) fueron: el PIB total en millones de pesos de 1975 (**y**); los stocks de capital privado y público en millones de pesos de 1975 (**k** y **g**, respectivamente); el empleo total según las series construidas por Posada et al. [1993] (**l**); el capital humano (**h**) definido como el número de estudiantes en secundaria como proporción de la población en edad de trabajar [Londoño (1990) y cálculos de Fedesarrollo][22]. En algunas regresiones se reemplazó el stock de capital publico por las series de capital publico medido en unidades físicas. Tal es el caso de los kilómetros de carretera de la Red Vial Nacional (DNP), las líneas telefónicas locales (encuesta anual de la Unidad de Infraestructura-DNP) y los MW de capacidad instalada de energía eléctrica (ISA).

El Cuadro 13 muestra los resultados de la estimación de la ecuación 4 para dos especificaciones del parámetro tecnológico (constante y creciente a través del tiempo). Se utilizaron

---

[22] Alternativamente, se pueden utilizar otros indicadores como la tasa bruta de mortalidad (total e infantil), la esperanza de vida y las tasa de matrícula (primaria, secundaria y superior). Sin embargo, estos indicadores de capital humano no estan disponibles para el período completo bajo análisis en este trabajo. Para una discusión acerca de la evolución de estos indicadores durante el período 1954-1990 véase Urrutia (1993).

dos mediciones diferentes del grado de utilización de la capacidad instalada (**u**) basadas en la metodología de Beveridge-Nelson para separar los componentes permanentes y transitorios del PIB (el componente permanente corresponde al PIB potencial y el transitorio se asimila al ciclo económico).

En el Gráfico 6 se observan los ciclos correspondientes a dos modelos ARIMA que representan el comportamiento observado del PIB[23]. Los modelos producen residuos que son ruido blanco, en el sentido de estar distribuidos idéntica e independientemente, para los cuales los shocks afectan en parte el componente transitorio y en parte el componente permanente del PIB[24].

Los resultados de las regresiones[25] indican que las elasticidades del producto con respecto a cada uno de los factores (α, β y γ) se ubican dentro de los rangos obtenidos en la literatura internacional. En el caso del capital público, la elasticidad estimada fluctúa entre 0.5 y 0.12 dependiendo de la metodología para medir el ciclo económico. La elasticidad del producto frente al empleo oscila entre 0.35 y 0.54, de acuerdo con resultados previos que corresponden en términos generales a la participación de la masa salarial en el valor agregado de la economía. Las estimaciones también muestran los resultados de evaluar la hipótesis de rendimientos constantes a

---

[23] Existen otras metodologías para realizar el cálculo del PIB potencial. Recientemente se ha aplicado el procedimiento del Filtro de Kalman (Misas et al., 1994) con resultados poco intuitivos. Por ejemplo, el ciclo estimado con esta metodología muestra una gran recesión en 1978 (el año de mayor crecimiento económico en la posguerra) y un gran auge en 1980 (el año en que terminó la bonanza cafetera de ese entonces). Estos resultados implican que los shocks tienen un efecto más que proporcional sobre el PIB potencial, lo cual no parece estar muy en línea con la naturaleza de los mismos. Por supuesto, los estudios que utilizan este indicador como medida de utilización de capacidad instalada llevan incorporada esta visión del ciclo económico colombiano, la cual -por decir lo menos- es controvertible.

[24] Los modelos seleccionados corresponden a las especificaciones ARIMA(0,1,1) y ARIMA(0,1,4).

[25] Las estimaciones en niveles se corrieron utilizando el procedimiento para corregir problemas de autocorrelación serial de los errores de primer orden.

escala ($\alpha+\beta+\gamma=1$) por medio de la prueba de Wald (ver Anexo B). En todas las estimaciones la hipótesis de rendimientos constantes a escala se rechaza.

El modelo anterior también se estimó en primeras diferencias, de acuerdo con la ecuación 7 (ver Cuadro 14). Con ello, se busca solucionar parcialmente algunos de los problemas que resultan de la estimación de la regresión a partir de series de tiempo. Por supuesto, los residuos de esta ecuación son la parte del cambio en y (el crecimiento del producto) que no puede explicarse mediante variaciones en el empleo de factores productivos. Es decir, los residuos de esta ecuación son, en otras palabras, el cambio tecnológico estimado. Los Gráficos 7a y 7b muestran el comportamiento de la productividad total de los factores mediante un índice anclado en 1951; el cual año a año incorpora dicho cambio tecnológico. Estos Gráficos permiten caracterizar cuatro fases claramente diferenciadas. Después de un período de crecimiento que se prolongó hasta 1974 aproximadamente, la productividad total de los factores en cayó de manera importante hasta mediados de la década de los ochenta; los últimos cinco años de la década anterior revelan un aumento de la PTF, el cual se explica por la ausencia de inversión privada y un ritmo débil pero positivo de crecimiento económico[26]. Los primeros años del presente decenio, por otra parte, se han caracterizado por un aumento espectacular la inversión privada, el cual explica el renovado crecimiento del producto y la caída de la PTF. Lo anterior no quiere decir que el presente auge de inversión esté atacando la productividad en Colombia, sino que los empresarios y demás agentes

---

[26] De acuerdo con el modelo presentado en el marco teórico, hay dos posibles fuentes básicas de crecimiento del producto: una mayor PTF o una cantidad mayor de insumos utilizados (K y L). Dado que durante el período 1985-1990 el producto aumentó y la inversión (y por lo tanto K) se estancó, es lógico que la PTF haya mostrado un aumento significativo.

económicos han visto en la apertura una oportunidad de renovar su plataforma productiva, decisión que arrojará frutos en términos de productividad en los años venideros. Esta reciente dinámica de la inversión permite, además, poner en entredicho el argumento de que la economía colombiana pudiera estar recalentada.

Los Gráficos 7a y 7b muestran la evolución de la PTF cuando se excluye la variable Δ**gu** de la ecuación 7. Por supuesto, al excluir una variable el residuo no explicado se hace mayor, de manera que la diferencia corresponde al cambio en la PTF atribuible al capital público. De esta forma, el cambio en la PTF se "purga" por lo que en realidad corresponde al efecto del aumento en el capital público.

Los Gráficos 7c y 7d muestran los resultados del mismo tipo de ejercicio, pero realizado esta vez con el fin de cuantificar el aporte que el capital humano ha hecho al crecimiento de la PTF[27]. En ellos se aprecia el importantísimo rol que jugó la formación de capital humano en el crecimiento de la PTF, especialmente durante el período 1950-1980. Este efecto, sin embargo, ha perdido fuerza durante el último decenio.

Los Cuadros 15 y 16 reportan las estimaciones en las cuales se utilizaron unidades físicas de infraestructura en lugar del stock de capital público en unidades monetarias. La telefonía aparece con una elasticidad de 0.07, mientras que la energía tiene una ligeramente más alta (0.1). Se construyó, además, un índice de unidades físicas de infraestructura que recogiera, con las

---

[27] Es necesario aclarar que cuando se excluye el capital público (gráficos 7a y 7b) el capital humano se incluye como variable explicativa. De la misma forma, las PTF reportadas sin capital humano (gráficos 7c y 7d) incluyen en su estimación al capital público como variable explicativa.

ponderaciones adecuadas, las variaciones en la construcción de carreteras, de instalación de nuevas líneas telefónicas y la generación de MW adicionales de energía. Dichas ponderaciones se construyeron con base en el peso relativo promedio de la inversión pública en cada uno de estos campos para el período 1991-1994 y la que se proyecta hacer durante el cuatrienio 1995-1998[28]. El índice resultó significativo, con una elasticidad cercana a 0.18.

B. Datos de Corte Transversal a nivel Departamental: 1950-1992

Como se mencionó en la sección 3, la estimación de la ecuación 7 con datos de corte transversal que corresponden al crecimiento de las variables durante periodos largos de tiempo (o 'diferencias largas') permite obtener estimadores eficientes y consistentes. En la estimación de la ecuación 3 se omitió el cambio en el stock de capital privado (por inexistencia de información) pero se incluyó el producto per cápita departamental al inicio del periodo en la lista de regresores. La razón para incluir esta variable es que se supone que cada economía departamental se encuentra en un sendero que tiende hacia un nivel de ingreso por habitante estacionario, y^*. A su vez, el estado estacionario depende de la inversión en capital físico, capital humano y capital público. La distancia entre el ingreso inicial (y_0) y su nivel al final del período bajo análisis (y_t) es una fracción de la distancia entre el nivel inicial y el estado estacionario. Así,

$$y_t - y_0 = \phi(y^* - y_0), \quad \phi > 0, \qquad \textbf{(14)}$$

[28] El peso relativo de las carreteras es de 40%, el de la energía eléctrica es de 34% y el de telefonía es de 26%. La información para la construcción de las ponderaciones fue suministrada por el DNP.

donde ϕ está relacionado con el tipo de retornos a escala que exhiba la función de producción. Si la economía no ha alcanzado el estado estacionario ($\phi<1$), el coeficiente de la variable y_0 es negativo, lo cual indica que existe convergencia en los niveles de ingreso en economías con iguales tasas de inversión, capital humano y crecimiento de la población.

Sin embargo, las estimaciones de este tipo de modelos presentan grandes limitaciones. De una parte, existen graves problemas de endogeneidad entre las variables explicativas[29]. De otra parte, es difícil establecer relaciones de causalidad en los casos en los que el crecimiento puede considerarse como un determinante de la variable en cuestión. Adicionalmente, en algunos casos las correlaciones obtenidas pueden ser de carácter espúreo mas que el resultado de relaciones económicas teóricamente fundamentadas[30].

Los ejercicios realizados en esta sección complementan los obtenidos en Cárdenas y Pontón (1993) con una base de datos similar para el período 1950-1989. En ese trabajo, se muestra cómo los diferenciales de crecimiento entre departamentos son atribuibles a los niveles iniciales de ingreso (el efecto de convergencia tipo β) y, de manera significativa y robusta estadísticamente, a la inversión en capital humano (educación). En Cárdenas, Pontón y Trujillo (1993), por su parte, se establece empíricamente una tasa de convergencia interdepartamental del orden del 4% por año y se estima la contribución (marginal) de las migraciones laborales al proceso de homogeneización del ingreso entre departamentos. La literatura disponible permite establecer con una alto grado de

---

[29] Por ejemplo, los departamentos con mayor nivel de ingreso per cápita son los que poseen un mayor nivel de educación, menor participación de la minería y son más abiertos.

[30] De otra parte, la decisión de incluir o excluir una variable puede tener efectos dramáticos sobre la significancia estadística de otras variables. Por supuesto, la existencia y la calidad de los datos determina también su escogencia.

confianza que los departamentos que invierten más en educación son los que más creoen, independientemente de su posición inicial[31].

Para cuantificar el efecto de la infraestructura sobre le crecimiento se estimó la siguiente ecuación (todas las variables en logaritmos):

$$\dot{y}_{o,t} = \alpha_o + \alpha_1 y_o + \alpha_2 g_o + \alpha_3 h_0$$

donde la variable dependiente es el crecimiento anual promedio en el PIB per cápita departamental entre 1950 y 1992 (definido como $(y_t-y_0)/t$). Como variables explicativas se utilizan el PIB per cápita en el año inicial (1950), y_0, un indicador del capital en infraestructura en el año inicial, g_0, y un indicador de capital humano al inicio del período, h_0.

Las variables utilizadas para medir el stock de infraestructura son las tasas de cobertura de los servicios de energía (ENE), acueducto (ACU) y alcantarillado (ALC) definidas como el porcentaje de viviendas (dentro del total) con el correspondiente servicio. Como se mencionó en la sección 4, estas tasas de cobertura pueden construirse a partir de la información de los Censos de Población para los años 1938, 1951, 1964, 1973 y 1985. Adicionalmente, se utilizó información sobre el (ln) número de líneas telefónicas por habitante (TELP), así como el número de suscriptores al servicio de energía eléctrica por habitante (SUSP). Sin embargo, en estos dos casos sólo es posible construir una serie a partir de 1976. También se utilizó la serie de km. de carreteras (CAR) por área (CARA) y por población (CARP) disponible para los años 1930, 1966, etc.

---

[31] Los resultados también indican la importancia de la inversión en seguridad nacional (un tema abordado en detalle por Montenegro y Posada (1994) a partir de los datos departamentales). Otras caracteristicas estructurales, tales como la

Como indicador de capital humano se utilizó la tasa de analfabetismo para la población mayor a 7 años (ANF) (1951, 1964, 1985) calculada a partir de los Censos de Población de los años correspondientes. También se incluyó la tasa de cobertura bruta de la educación primaria (PR), definida como el total de alumnos matriculados sobre la población entre 7 y 14 años (disponibles para 1950 y 1960-1975 a partir de los Anuarios Generales de Estadística de la Contraloría General de la República y para el período 1975-1990 a partir de cifras del Ministerio de Educación[32]).

En la estimación de la ecuación 18 se obtuvo una baja significancia del coeficiente α_2 debido a la alta correlación existente entre las variables $\mathbf{y_0}$ y $\mathbf{g_0}$. Sin ninguna ambigüedad, los departamentos con alto nivel de ingreso en 1950 son exactamente los mismos con mayores índices de cobertura de la infraestructura. Por ello, se hizo necesario omitir una de los dos variables. Para cuantificar el efecto del capital público inicial se optó por excluir el nivel de ingreso inicial.

Los resultados se aprecian en el Cuadro 17. Es interesante que el nivel inicial de infraestructura (independientemente del indicador utilizado) guarda una correlación negativa con el crecimiento económico posterior. Por su parte, la relación entre analfabetismo en 1951 y crecimiento económico durante las cuatro décadas siguientes es negativa, lo que reitera un resultado anterior según el cual a mayor capital humano inicial (menor analfabetismo) mayor crecimiento en el producto. Los coeficientes estimados indican que un aumento de 1 punto porcentual en la tasa

---

composición sectorial del producto y el grado de apertura no parecen tener mayor importancia en la explicación de los diferenciales de crecimiento.

[32] Estas dos fuentes son incompatibles pues presentan diferencias difíciles de reconciliar para 1975. Se optó por aplicar a la serie de los Anuarios las tasas de crecimiento según los datos del Ministerio de Educación. Los datos de población se obtuvieron a partir de los Censos de Población.

inicial de cobertura de energía está asociado a una *reducción* de 0.6 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento del PIB per cápita (cuyo crecimiento promedio durante el período fue de 2%). El coeficiente estimado es similar en le caso de los alcantarillados y algo menor para la cobertura de acueductos (0.5). Es de anotar que lo que se gana en crecimiento por un punto más de analfabetismo es similar a lo que se pierde con un punto más de cubrimiento *inicial* en los servicios públicos básicos. La relación entre telefonía y crecimiento indica que un aumento de 1% en el número de líneas por habitante en 1976 esta asociado a una reducción en el crecimiento subsiguiente en un porcentaje equivalente. En todos los casos, sólo dos variables explican cerca de una tercera parte de la varianza en el crecimiento interdepartamental.

El Cuadro 18 muestra los resultados cuando el período de análisis se reduce a 1960-1992, eliminando los problemas asociados con la calidad de la información para 1950. De nuevo, los niveles iniciales de infraestructura tienen una relación negativa con el crecimiento y los coeficientes indican un efecto cuantitativamente similar. En este caso, se utiliza la tasa de cobertura de la educación primaria como indicador de capital humano inicial, con los resultados esperados. El ajuste de las regresiones es superior. Incluso en algunos casos esta sencilla ecuación explica más de la mitad en la varianza del crecimiento entre departamentos.

En síntesis, los Cuadros 17 y 18 ponen en evidencia que el stock inicial de capital público tiene una relación *negativa* con el crecimiento. Este resultado, contrario al obtenido por Canning y Fay, es explicable en razón del proceso de convergencia interdepartamental registrado en Colombia durante las últimas cuatro décadas. Los departamentos más pobres (en ingreso y en capital) han crecido a tasas más altas que los departamentos ricos. Cabe preguntarse, eso sí, si el desarrollo de la

infraestructura a lo largo del a posguerra ha ayudado a ese proceso de convergencia. Para ello, es necesario establecer hasta que punto la convergencia ha sido el resultado de una política de inversiones públicas con mayor énfasis en los departamentos más pobres del país. De ser esto cierto, se observaría una convergencia en la infraestructura entre departamentos (o lo que es igual, una tendencia hacia su nivelación).

Esto es precisamente lo que se analiza en el Cuadro 19 que contiene 14 regresiones donde la mejoría en la infraestructura (e.g. ENE8551 mide el cambio absoluto en la tasa de cobertura de la energía entre 1951 y 1981) frente a su nivel inicial (i.e. ENE51). En todos los casos, con la única excepción de los alcantarillados, se observa que la mejoría absoluta (y con mayor razón la relativa) ha sido mayor en los departamentos con menores niveles iniciales. Como hecho curioso, el aumento en las tasas de cobertura del servicio de alcantarillado ha sido mayor en los departamentos con una mejor situación inicial.

Por último, el Cuadro 20 muestra algo interesante. Pese a la convergencia en los niveles de infraestructura, el nivel más reciente todavía mantiene una relación negativa con el crecimiento. Es decir, los departamentos que más han crecido en los últimos 40 años no son aquellos que *hoy* tienen mejor dotación de capital público. La conclusión es entonces que la inversión pública ha ayudado el proceso de convergencia en el país. Sin embargo, la brecha en los niveles de infraestructura no se ha cerrado, de forma tal que los departamentos más dinámicos en los últimos años todavía se encuentran rezagados en materia de cobertura de la infraestructura.

C. Panel departamental: 1980-1991

Esta sección muestra los resultados de la estimación de la ecuación 8 a partir del panel de datos departamentales para el periodo 1980-1991. Las series especificas a cada departamento son el producto por habitante, el nivel de empleo[33] y el stock de capital publico. Como no fue posible construir a nivel departamental series de capital privado y humano, se optó por incluir en las estimaciones panel las series nacionales de estas dos variables. También se incluyó en las estimaciones el número de suscriptores al servicio de energía como medida física de infraestructura. El panel se estimó con y sin efectos fijos, tanto en niveles como en diferencias.

- Estimaciones en Niveles

De acuerdo con los resultados que se resumen en el Cuadro 21, los efectos fijos son significativos en todas las estimaciones, de forma que es necesario incluir las variables dummy para cada departamento. Existen, por lo tanto, efectos específicos a cada departamento que es necesario introducir explícitamente en la ecuación. Asimismo, el coeficiente λ estimado (la tendencia lineal) no es significativo en todos los casos y presenta cambios de signo de una ecuación a otra, de forma que el progreso técnico no es lineal. Por su parte, las series nacionales de capital privado y humano no resultaron significativas en la ecuación estimada.

Por el contrario, las variables especificas a cada departamento resultaron altamente significativas y con signos esperados. La elasticidad del empleo se ubica entre 0.6 y 0.9 en la estimación de efectos fijos. El capital público, en cambio, presenta elasticidades de 0.25, similar a lo obtenido para los Estados Unidos. Resulta muy interesante que a diferencia de los resultados

---

[33] La metodología para la construcción de las series de empleo departamentales se encuentra en el Anexo C.

reportados por Holtz-Eakin (1994) para los Estados Unidos, la presencia de efectos fijos no elimina la significancia del capital público en las estimaciones ya que la confiabilidad de estos coeficientes es igual o mayor al 95%. Al utilizar el número de suscriptores absoluto al servicio de energía como proxy del capital público (Cuadro 22), se obtienen elasticidades cercanas 0.12.

- Estimaciones en Diferencias

La estimación de la ecuación 8 en diferencias corrige los posibles inconvenientes asociados con tendencias comunes entre las variables, a la vez que constituye la metodología para calcular la productividad total de los factores (PTF). No obstante, las PTF que aquí se presentan están sobrestimadas, ya que sólo se utilizan dos factores de producción (aunque se corrige por el ciclo económico).

Para las estimaciones en diferencias (Cuadro 23) el modelo básico (sin efectos fijos) resulta apropiado. Por otra parte, el modelo básico sí arrojó resultados satisfactorios, ya que tanto el empleo como el capital público resultaron significativos[34]. Los coeficientes para el empleo se ubicaron entre 0.4 y 0.55, mientras que los correspondientes al capital público estuvieron entre 0.07 y 0.17[35].

Los resultados del modelo básico en diferencias se utilizaron para la construcción del comportamiento de la PTF a nivel departamental para el período 1981-1991. El Cuadro 24 compara la evolución de ésta con el crecimiento del PIB departamental para el período en cuestión. Por una parte, sólo ocho departamentos tuvieron un crecimiento total de la PTF por encima del 10%,

---

[34] De nuevo, ni los stocks de capital privado ni humano, tal como se midieron en este trabajo, resultaron significativos.
[35] Los suscriptores al servicio de energía resultaron muy poco significativos en las estimaciones en diferencias.

mientras que seis presentaron crecimientos positivos pero menores a 10%. Los once departamentos restantes sufrieron una caída en la PTF entre 1980 y 1991. Por otra parte, aquellos departamentos en los que la PTF fue más dinámica son los mismos en los que el producto creció a tasas más altas. Sin embargo, estos departamentos coinciden con los que registraron una mayor inestabilidad en dicho crecimiento.

D. Panel de Datos para la Industria: 1974-1992.

Por último, para complementar el estudio del impacto de la infraestructura pública sobre la producción del sector privado se estimó la ecuación (8), a partir de un panel de datos de la industria colombiana. En la estimación, i denota los 94 sectores de la industria manufacturera (correspondientes a la clasificación CIIU a 4 dígitos) y t abarca el período 1974-1992.

El panel de datos se basa en la información disponible en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). Para la construcción del stock de capital se utilizó 1975 como año base, y se calculó su crecimiento a partir de las series de inversión neta registradas en la encuesta. De otra parte, las series de capital público utilizadas corresponden a los agregados nacionales descritos en la sección 4 (tanto las series monetarias para el stock de capital público total como de las medidas en unidades físicas de kilómetros de carreteras, número de líneas telefónicas y capacidad eléctrica instalada). Estas series son comunes a todos los sectores y no permiten diferenciar el tipo de infraestructura pública disponible en cada uno de ellos (lo cual es virtualmente imposible de realizar para un bien público).

Al igual que en el ejercicio anterior, los stocks de capital (público y privado) se ajustaron de acuerdo con su nivel de utilización. Como medida de utilización de la capacidad instalada se uso el componente cíclico de la producción en cada sector, estimado a partir de un modelo AR(1). De otra parte, la variable empleo (l_{it}), se desagregó en empleo calificado (l_{it}^{c}) y no calificado (l_{it}^{n}), de acuerdo a la clasificación de la EAM[36]. Esta desagregación resulta útil ya que la diferencia entre las elasticidades de ambos tipos de trabajo, se puede interpretar como la contribución del capital humano a la producción.

Los resultados de la estimación en niveles se muestran en el Cuadro 25. Allí se aprecia que la elasticidad del capital privado es sensible a la especificación de la ecuación. En efecto, esta se reduce de 0.64 a 0.36 al incluir el capital público en la regresión. Por el contrario, la elasticidad del trabajo, tanto obrero como calificado, presenta una elasticidad relativamente estable frente a la especificación de la ecuación (0.19 y 0.28 respectivamente). Lo anterior sugiere que una parte esencial del crecimiento del producto no es atribuible a los factores tradicionales y puede por el contrario, obedecer a un mayor acervo de capital público. En todos los casos el trabajo calificado presenta una elasticidad mayor que el trabajo obrero.

El capital público corregido por el nivel de utilización resulta positivo y significativo en todos los casos (con elasticidades superiores a las de los demás factores). Los resultados indican que la elasticidad del capital público total es de 0.41, lo cual concuerda con los resultados anteriores obtenidos por procedimientos enteramente diferentes. Cuando se utilizan las unidades físicas de

---

[36] Se definió como empleo no calificado el número de obreros empleados, como empleo no calificado se utilizó el resto de ocupados.

infraestructura, las elasticidades son 0.42 para carreteras, 0.40 para telefonía y 0.39 para capacidad de generación de energía eléctrica. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sánchez (1993) para Colombia, quien también encontró una mayor contribución relativa de las carreteras a través de una base de datos diferente.

Cuando se utiliza el índice de infraestructura en unidades físicas como indicador del acervo de capital público, la elasticidad de este es 0.41, muy similar a la registrada con las otras medidas. Lo anterior sugiere que las unidades físicas para los diferentes tipos de infraestructura, tienen un comportamiento paralelo[37].

6. Conclusiones

Como se mencionó en la introducción, el principal objetivo del presente trabajo es cuantificar el impacto que ha tenido la infraestructura sobre la producción y la productividad en Colombia. Dicha cuantificación es de gran importancia, ya que permite darle sustento a las decisiones relacionadas con la composición de la inversión pública (particularmente entre inversión en capital humano e inversión en capital público físico). Adicionalmente, el estudio compara los rendimientos de la inversión en capital privado con los resultantes de la inversión en infraestructura pública. Con ello, se aportan elementos de juicio que pueden ilustrar los efectos (sobre el

[37] Por ejemplo, la variación en los kilómetros de carreteras puede estar asociada a la variación en el número de líneas telefónicas. Esto implica que el coeficiente registrado por la infraestructura en kilómetros de carretera capta también el efecto de los demás componentes de la inversión pública.

crecimiento y la productividad) de desplazar al sector privado a través de un gasto público excesivo.

Luego de construir una completa base de datos sobre la infraestructura en Colombia (que puede resultar útil para futuras investigaciones) el trabajo compara el estado de la infraestructura en el país, en términos de cobertura, en relación con otra naciones similares y con las consideradas como más avanzadas en este campo. La infraestructura colombiana vista desde esta última perspectiva muestra serios rezagos, hecho que subraya los grandes esfuerzos que se deben hacer aún para lograr una posición inclusive promedio en el ámbito internacional.

La base de datos le otorga especial atención a las cifras departamentales que constituyen una rica fuente de información. Los datos departamentales ponen en evidencia las fuertes disparidades que aún subsisten en el país tanto en materia de cobertura de servicios públicos (especialmente alcantarillado) como en infraestructura de transporte. Los contrastes al interior del país resultan comparables con las brechas entre naciones ricas y pobres.

Desde el punto de vista analítico, el trabajo desarrolla un marco conceptual para medir la elasticidad del producto con respecto al capital publico (así como frente a los demás factores productivos que incluyen el empleo, el capital privado y el capital humano o grado de calificación de la mano de obra). También se presenta la metodología de cálculo de la productividad total de los factores o PTF, que constituye el concepto relevante para analizar el grado de eficiencia global del aparato productivo.

El cálculo de las elasticidades y de la PTF se hizo a partir de las series de tiempo con datos nacionales (1950-1994), así como con lo paneles con información departamental (1980-1991) e

industrial (1974-1992). Los procedimientos estadísticos utilizados corrigen buena parte de los inconvenientes encontrados en la literatura internacional para ejercicios similares. Los resultados que se reportan son estadísticamente robustos y constituyen una fuente confiable de información.

Las elasticidades obtenidas a nivel nacional indican que, en promedio para el período 1950 1994, todo lo demás constante, un aumento del 8% del stock de capital público está asociado a un incremento de 1% en el PIB. De las estimaciones realizadas con datos nacionales se concluye además que la PTF, medida más apropiada de la evolución de la productividad de una economía, creció a tasas aceleradas hasta mediados de la década de los setenta, para luego decaer hasta mediados de la década de los ochenta. Los últimos años se han caracterizado por una nueva mejoría de la productividad de la economía, la cual aunada al acelerado ritmo actual de inversión *privada* sin duda continuará mejorando hacia el futuro. Sin embargo, las estimaciones realizadas dejan clara la importancia de que la inversión en infraestructura también continúe activa.

Los ejercicios a nivel departamental refuerzan el punto anterior. Las estimaciones de corte transversal indican que la inversión pública en Colombia ha sido un factor decisivo en el proceso de convergencia interdepartamental durante las últimas cuatro décadas. Por otra parte, el panel departamental revela que en promedio para el período 1980-1991, la elasticidad del PIB departamental a la inversión pública *local* se encuentra alrededor de 0.25, es decir, es dos veces mayor que la estimada a nivel nacional. Lo anterior es una clara señal del papel que han jugado y pueden jugar hacia el futuro los procesos de descentralización de las decisiones de inversión en infraestructura.

Las estimaciones panel realizadas para 98 sectores de la industria nacional revelan que la infraestructura pública tiene un impacto significativo sobre el crecimiento del producto, presentando elasticidades inclusive superiores a las del trabajo y el capital. Los resultados sugieren que un aumento de 10% en el stock de capital público se refleja en un incremento de 4% en el PIB industrial. De igual forma sugiere que el trabajo calificado contribuye más que el trabajo obrero al crecimiento del producto. En efecto, un incremento de 10% del trabajo no obrero genera un incremento en el producto industrial, superior en 6 puntos porcentuales (como mínimo), a el efecto que produce el mismo crecimiento del trabajo obrero.

Los resultados obtenidos permiten establecer una estrecha relación de largo plazo entre el crecimiento del producto y la inversión en infraestructura. Los coeficientes son altos en términos internacionales y robustos al tipo de información y grado de agregación. En síntesis, las elasticidades obtenidas reiteran la importancia de invertir en infraestructura para aumentar la eficiencia del aparato productivo. Buena parte de las ganancias en productividad a nivel de la firma pueden explicarse a partir del capital público.

Sin embargo, la toma de decisiones de política debe consultar no sólo las elasticidades correspondientes a cada factor de producción sino también su respectiva productividad marginal. Como se mencionó en la nota (12), la relación entre estos dos conceptos es estrecha.

La construcción de las productividades de los stocks de capital privado y público a los diferentes niveles de agregación se encuentra consignada en el Cuadro 26. Si se toman en cuenta sólo las productividades marginales más altas encontradas, se ve que a nivel nacional es más productivo en el margen el capital privado (0.55) que el público (0.41), mientras que es mucho más

productivo en el margen el capital público *local* a nivel departamental (1.64). A nivel industrial, por otra parte, la productividad marginal del capital privado es equivalente a la encontrada a nivel nacional (0.55); sin embargo, la productividad marginal del capital público a nivel industrial (0.12) es inferior a la reportada a nivel nacional, ya que los beneficios de la inversión en infraestructura para la economía exceden los de un sector en particular, en este caso la industria manufacturera.

En resumen, la inversión privada es más productiva (tiene un retorno económico más alto). Por ello, no debe perderse de vista que el aumento de la infraestructura no puede hacerse a expensas de la inversión privada, lo cual probablemente resultaría más costoso desde el punto de vista del crecimiento económico. De esta manera, la inversión pública en infraestructura no debe conducir a la elevación de los precios relativos de los bienes de capital, las tasas de tributación y las tasas de interés que son los factores claves para explicar el comportamiento de la inversión privada. Si la inversión pública se hace a expensas de la inversión privada los costos bien pueden exceder los beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

Aaron, H., "Discussion," in A. Munnell (ed.), Is There a Shortfall in Public Investment? Boston: Federal Reserve Bank of Boston, 1990, pp.51-63.

Aschauer, David A. "Is Public Expenditure Productive?" Journal of Monetary Economics, 1989a, 23(2), pp.177-200.

_____. "Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven," Economic Perspectives, 1989b, 13(5), pp.17-25.

_____. "Genuine Economic Returns to Infrastructure Investment," Policy Studies Journal, 1993, 21, pp. 380-90.

Canning, David and Marianne Fay, 1993a. "The Effect of Infrastructure Networks on Economic Growth". Columbia University Working Paper. New York.

_____. 1993b. "The Effect of Transportation Networks on Economic Growth". Columbia University Working Paper. New York.

Costa, Jose da Silva, Richard Ellson, and Randolph C. Martin. "Public Capital, Regional Output, and Development: Some Empirical Evidence", Journal of Regional Science, Vol. 27, No. 3 August 1987, pp. 419-37.

Duffy-Deno, Kevin T. and Eberts, Randall W. "Public Infrastructure and Regional Economic Development: A Simultaneous Equations Approach," Journal Urban Economics, Nov. 1991, 30(3), pp. 329-43.

Eberts, Randall W. "Estimating the Contribution of Urban Public Infrastructure to Regional Economic Growth." Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper No. 8610, Dec. 1986.

_____. "Public Infrastructure and Regional Economic Development," Economic Review, Federal Reserve Bank of Cleveland, Quarter 1, 1990, pp. 15-27.

_____. "Public Infrastructure and Regional Economic Development," Fedr. Res. Bank of Cleveland Econ. Rev., 1990, 26, pp. 15-27.

_____. "Estimating the Contribution of Urban Public Infrastructure to Regional Growth", Federal Reserve Bank of Cleveland, Working Paper 8620, 1986.

Eisner, Robert. "Infrastructure and Regional Economic Performance," New Eng. Econ. Rev. Fed. Res. Bank of Boston, Sept./Oct. 1991, pp. 47-58.

Fernald, John. " How Productive is Infrastructure? Distinguishing Reality and Illusion with a Panel of U.S. Industries." Federal Reserve Board Discussion Paper, Aug. 1993.

Fishlow, Albert, 1965. American Railroads and the Transformation of the Ante-bellum Economy. Cambridge, Harvard University Press.

Flores de Frutos, Rafael and Pereira, Alfredo. "Public Capital and Aggregate Growth in the United States: Is Public Capital Productive?" U. of California at San Diego Discussion Paper 93-31, July 1993.

Fogel, Robert, 1964. Railroads and American Economic Growth: Essay in Econometric History. Baltimore, Johns Hopkins Press.

Ford, Robert y Pierre Poret, "Infrastructure and Private Sector Productivity", OECD Economic Studies, 17, 1991, Autumn, pp.63-89.

Garcia-Milá, T. and T. McGuire, "The Contribution of Publicly Provided Inputs to States' Economies," Regional Science and Urban Economics, Vol. 22, No. 2, June 1992.

Hansen, Niles M. "Unbalanced Growth and Regional Development", Western Economic Journal, Vol. 4, Fall 1965, pp.3-14.

Hirschman, Albert O. The Strategy of Economic Development, New Haven, CT: Yale University Press, 1958.

Holtz-Eakin, D., "State-Specific Estimates of State and Local Government Capital," Regional Science and Urban Economics, 1993a, pp. 185-209.

Holtz-Eakin, D., "Solow and the States: Capital Accumulation, Productivity, and Economic Growth," National Tax Journal, forthcoming, 1993b.

Holtz-Eakin, D., "Public Sector Capital and the Productivity Puzzle," Review of Economics and Statistics, february, 1994. pp. 12-21.

Hulten, C. and R. Schwab, "Regional Productivity Growth in U.S. Manufacturing: 1951-1978," American Economic Review, 74, 1984, pp. 152-162.

Hulten, C. and R. Schwab, "Public Capital Formation and the Growth of Regional Manufacturing Industries," National Tax Journal, December 1991, pp. 121-134.

Ingram, Gregory, 1994. "Infrastructure and Economic Growth". Prepared for the Latin American Seminar on Economic Growth. World Bank.

Looney, Robert, and Peter Frederiksen. "The Regional Impact of Infrastructure in Mexico", Regional Studies, Vol. 15, No. 4, 1981, pp. 285-96.

Mera, Koichi. "Regional Production Functions and Social Overhead Capital: An Analysis of the Japanese Case", Regional and Urban Economics, Vol. 3, No. 2, May 1973, pp. 157-85.

_____. Income Distribution and Regional Development. Tokyo: University of Tokyo Press, 1975.

Munnell, Alicia H. "How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance?", ed., 1990b, pp. 69-103. "Is there a shortfall in public capital investmant?". Conference Series No. 34. Boston: Federal Reserve Bank of Boston, 1990b.

_____. " Why Has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment," New England Economic Review, January/February 1990a, pp. 3-22.

_____. Infrastructure Investment and Economic Growth," J. Econ. Perspectives, Fall 1992, 6(4), pp.189-98.

Nadiri, M. Ishaq, y Theofanis P. Mamuneas. "Infrastructure and Public R&D Investments, and the Growth of Factor Productivity in US Manufacturing Industries", National Bureau of Economic Research, INC., Working Paper No. 4845, August 1994.

Sánchez, Fabio, 1993. "El Papel del Capital Público en la Producción, la Inversión y el Crecimiento Económico en Colombia". Documento 18 Archivos de Macroeconomía, Departamento Nacional de Planeación. Santafé de Bogotá D.C.

Tatom, John A. "Should Government Spending on Capital Goods Be Raised?" Fed. Res. Bank of St. Louis Rev., Mar./Apr., 1991a, pp. 3-15.

_____. "Public Capital and Private Sector Performance," Fed. Res. Bank of St. louis Rev., May/June 1991b, 73(3), pp. 3-15.

_____. "Shifting Perspectives on the Role of Public Capital Formation," Fed. Res. Bank of St. Louis Rev., Forthcoming.

_____. 1993, "Is an Infrastructure Crisis Lowering the Nations Productivity?" Federal Reserve Bank of St. Louis Review, November/December, pp. 3-21.

Urrutia, Miguel, 1993, "Distribución del ingreso y la pobreza en Colombia: evolución reciente" Revista del Banco dela República, Agosto.

Winston, Clifford and Bosworth, Barry. "Public Infrastructure," in Setting domestic priorities: What can government do? Eds.: Henry J. Aaron and Charles L. Schultze. Washington, DC: Brookings Institution, 1992, pp.267-93.

Gráfico 1

PRODUCTIVIDAD APARENTE DEL CAPITAL PUBLICO

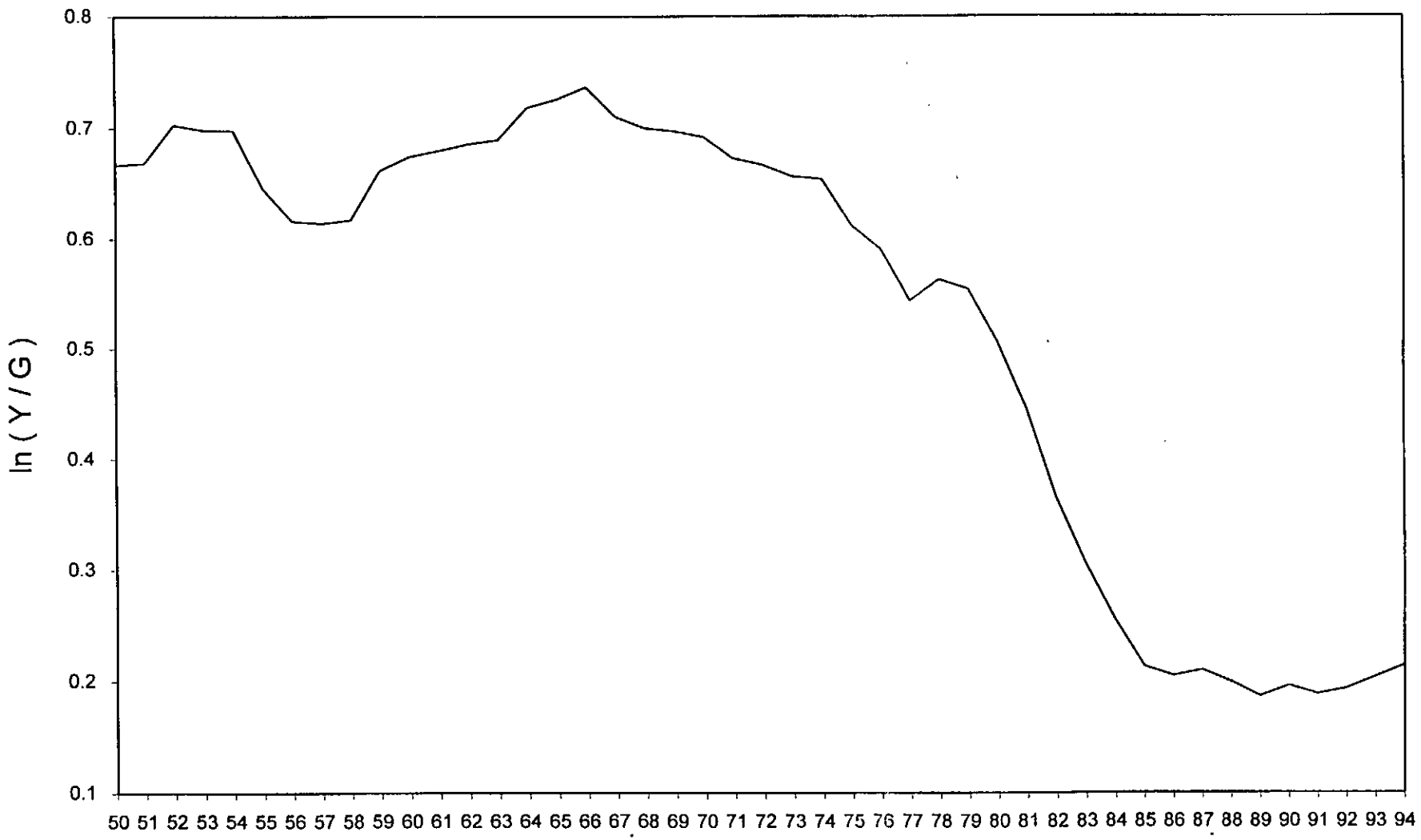


Gráfico 2

KM. DE VIA FERREA POR MILLON DE HABITANTE

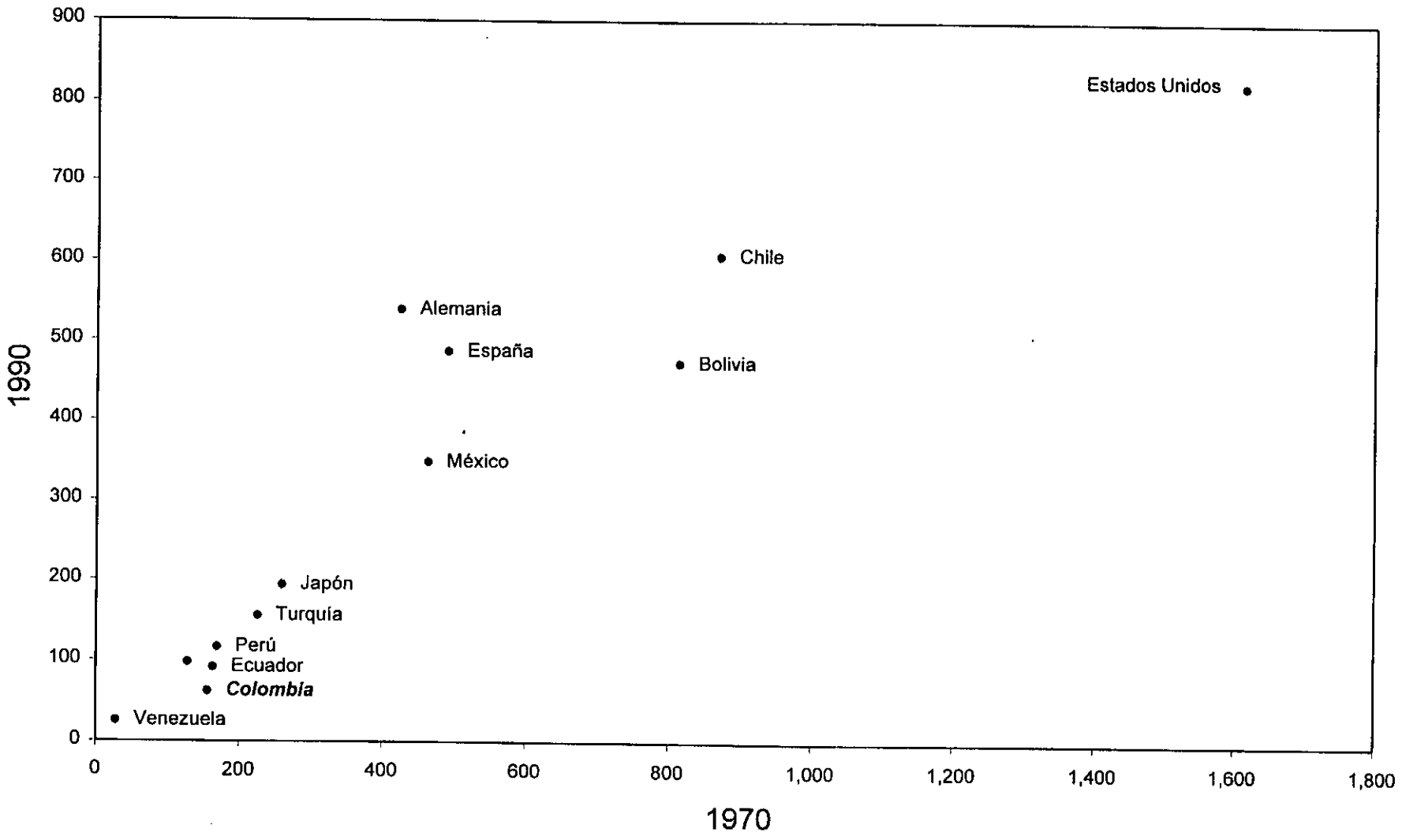


Gráfico 3

KM. DE CARRETERA POR MILLON DE HABITANTE

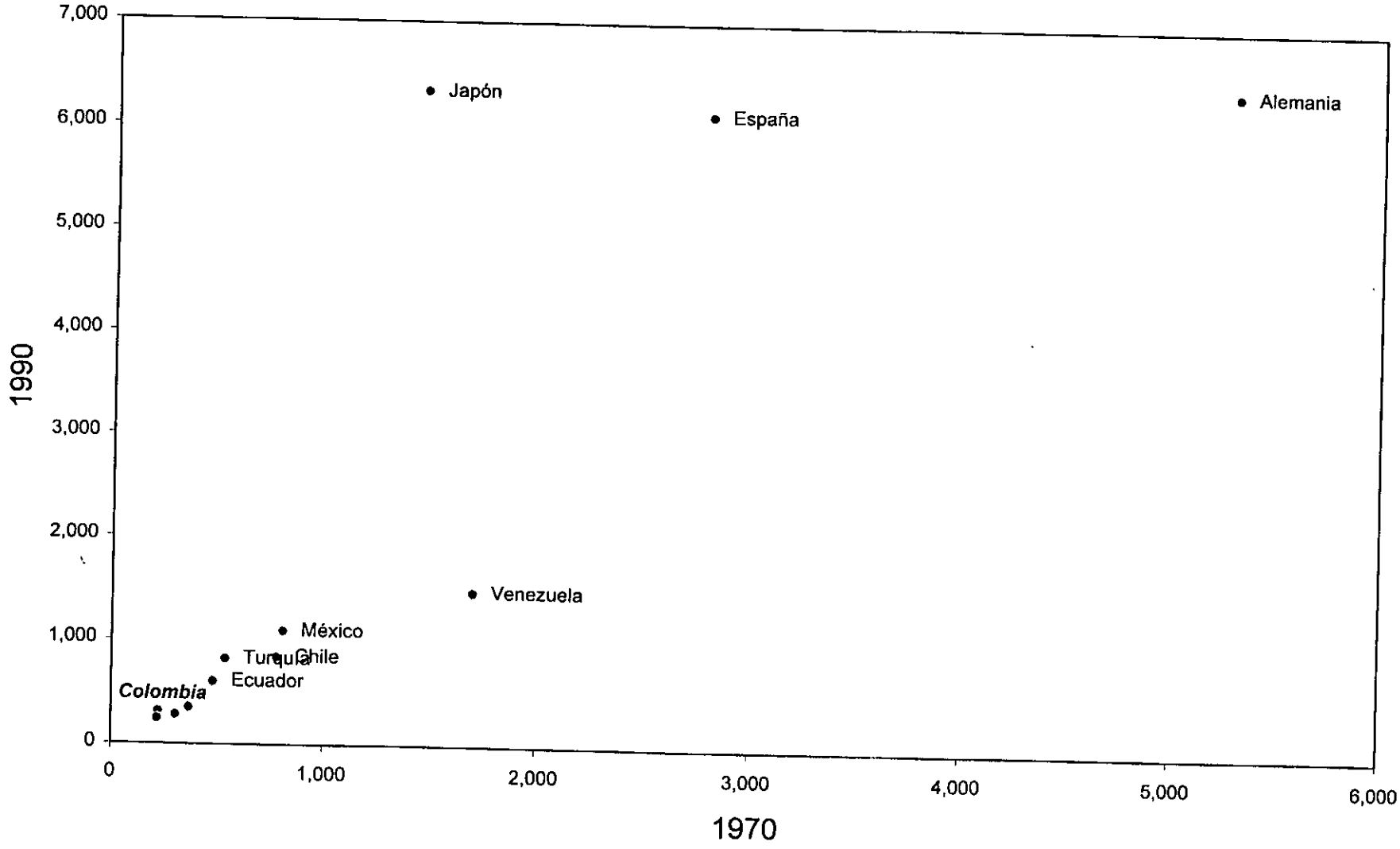


Gráfico 4

LINEAS TELEFONICAS POR MILLON DE HABITANTE

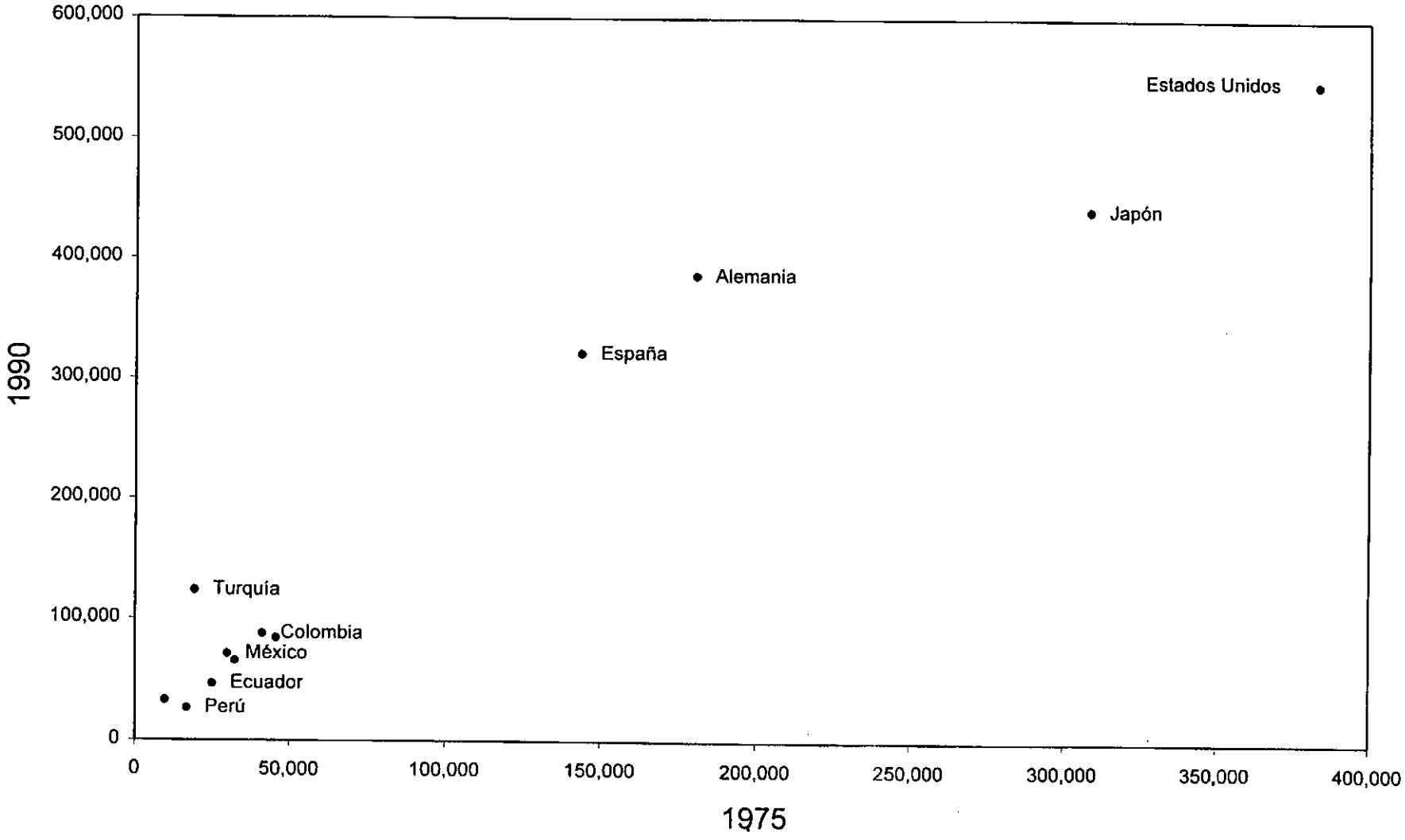


Gráfico 5

PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL PUBLICO
ln (Y / G)

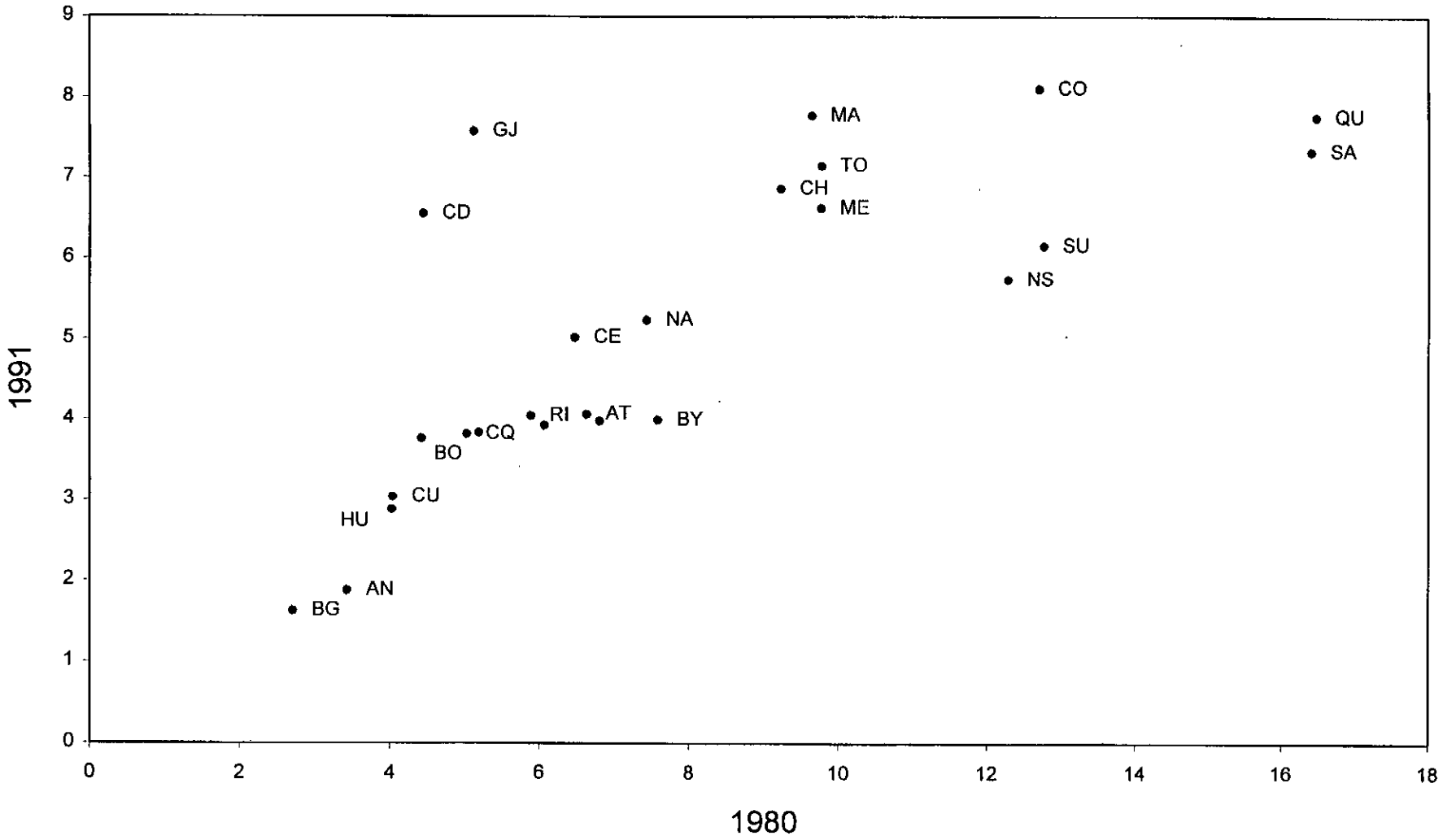


Gráfico 6

CICLO ECONOMICO

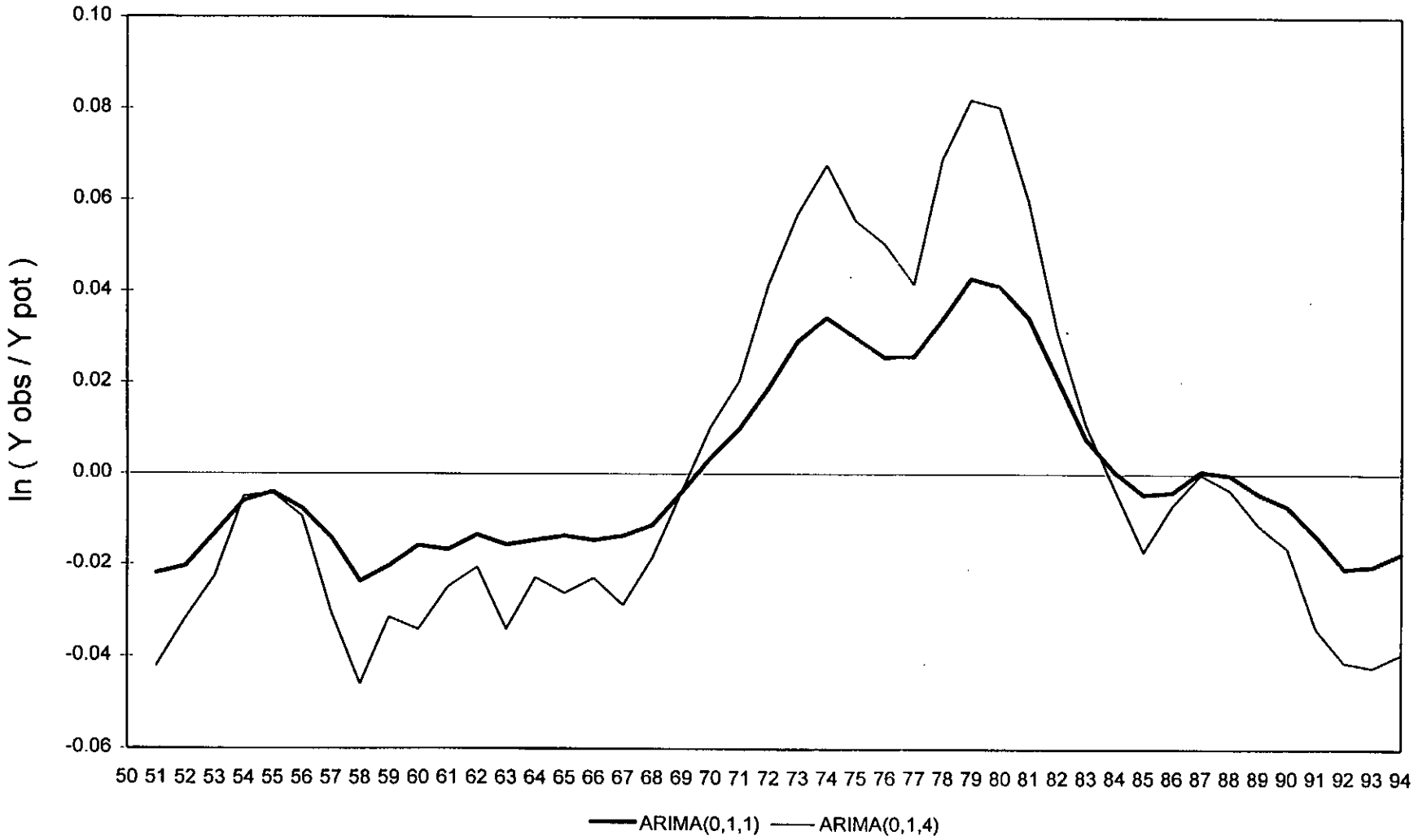
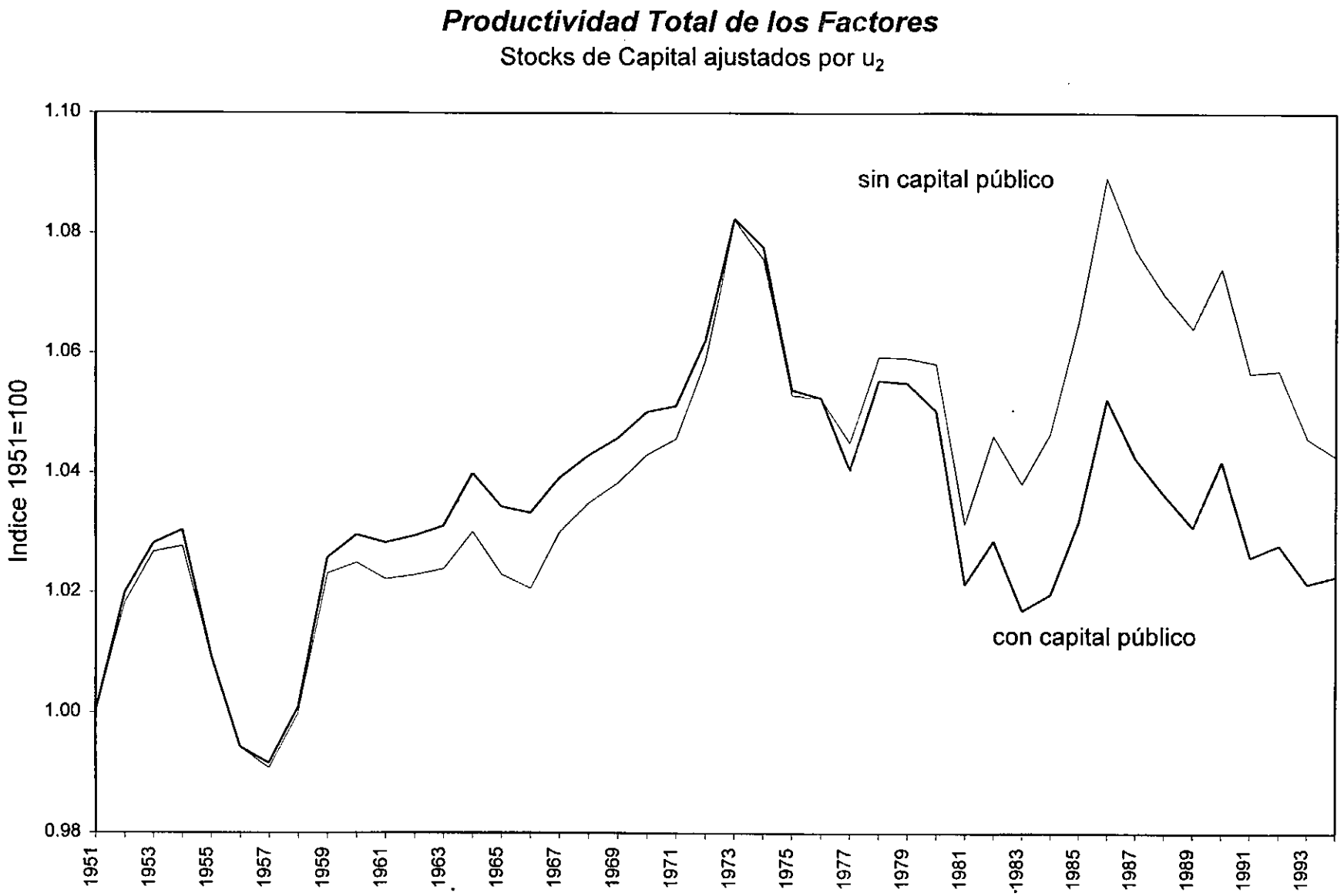


Gráfico 7a

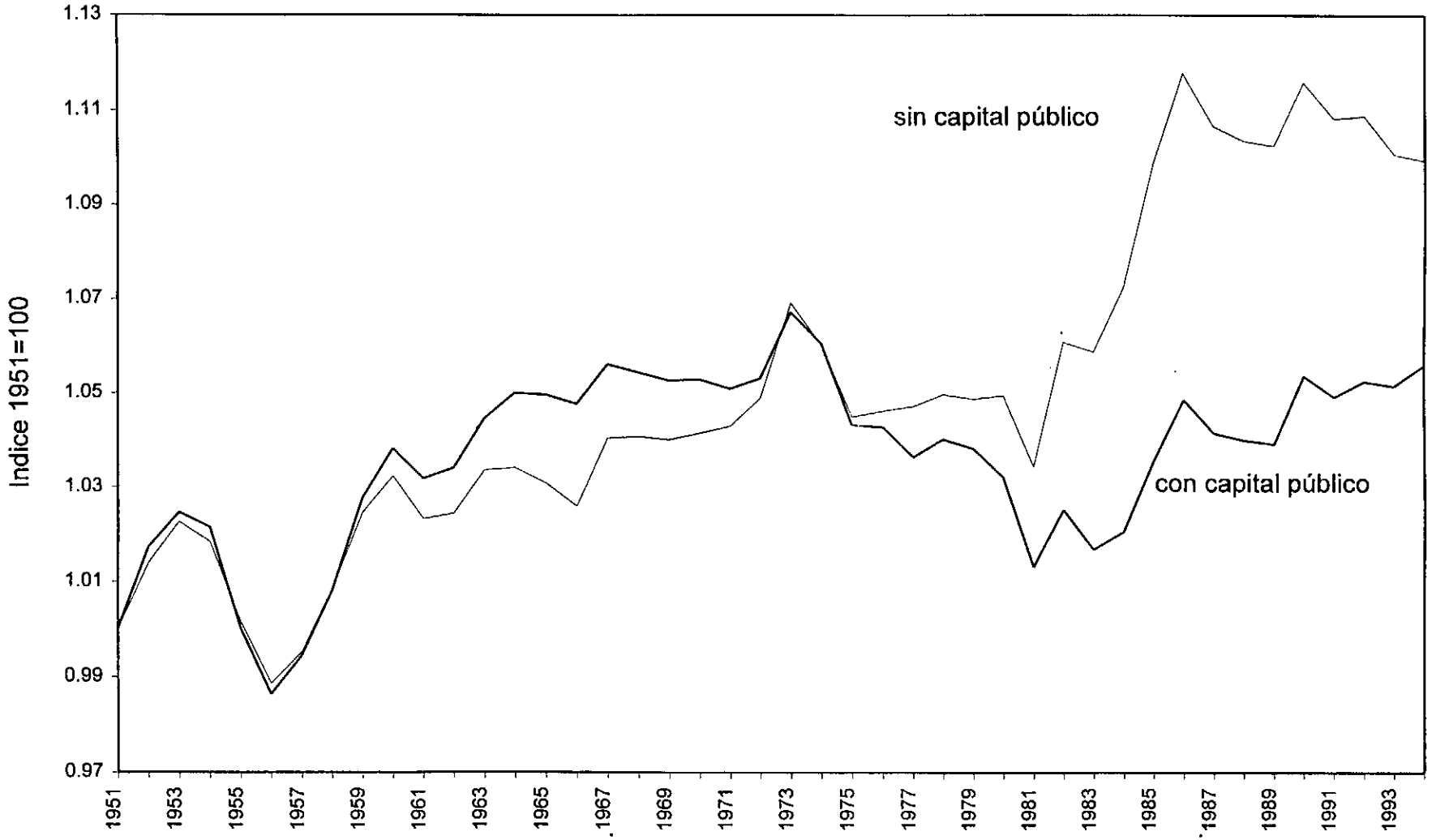


Nota: u_2 corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)

Gráfico 7b

Productividad Total de los Factores

Stocks de Capital ajustados por u_3

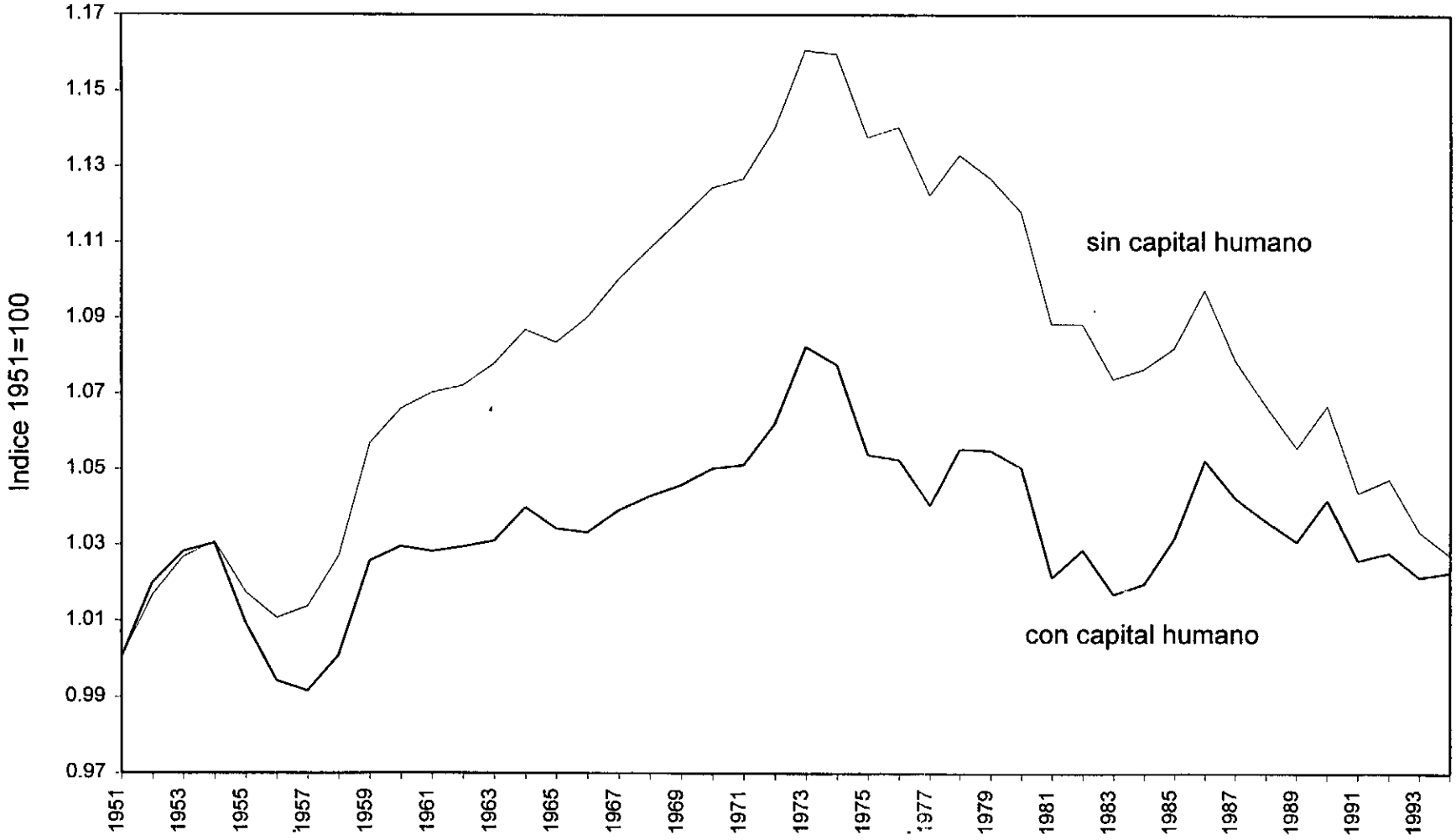


Nota: u_3 corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)

Gráfico 7c

Productividad Total de los Factores

Stocks de Capital ajustados por u_2

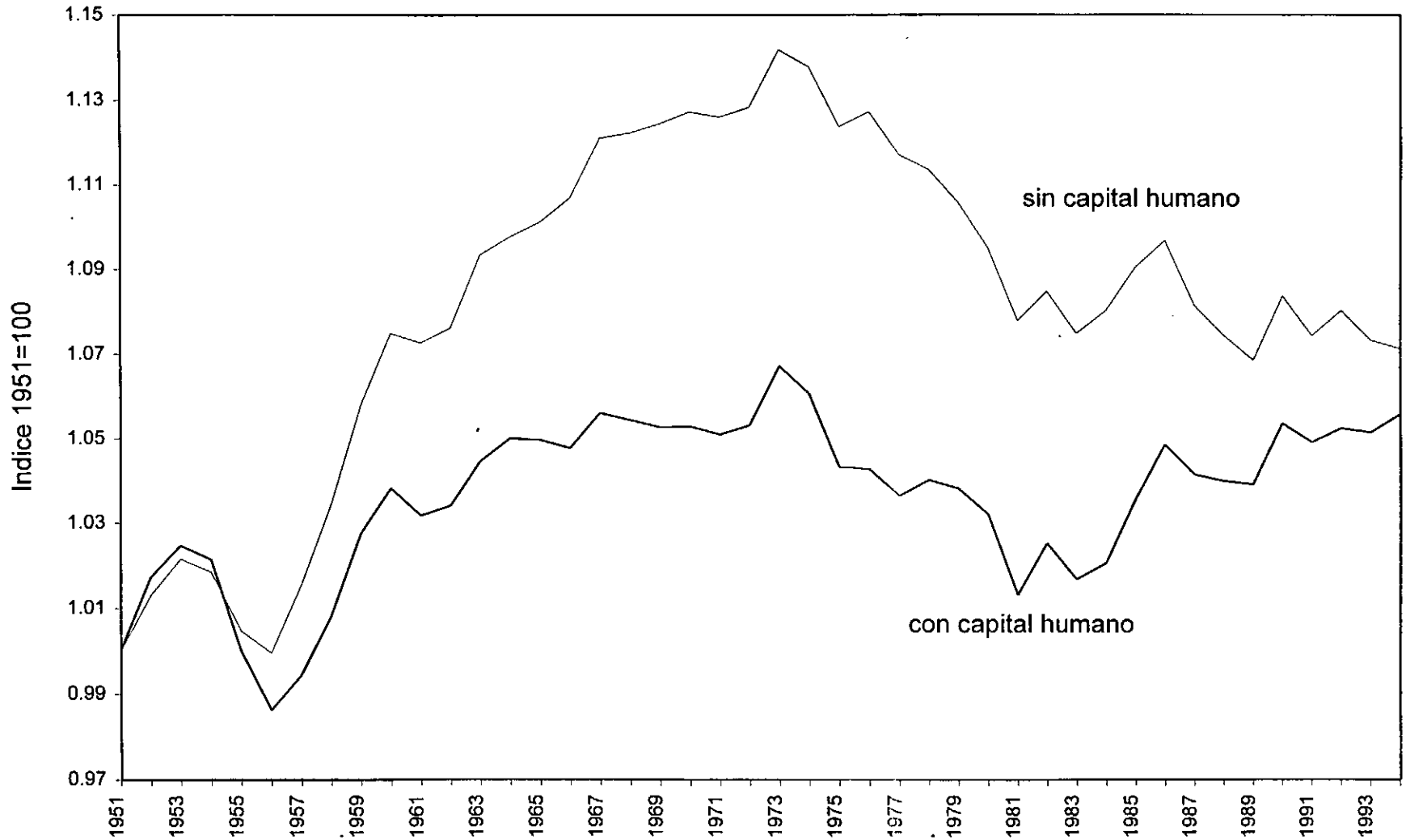


Nota: u_2 corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)

Gráfico 7d

Productividad Total de los Factores

Stocks de Capital ajustados por u_3



Nota: u_3 corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)

CUADRO 1

Infraestructura Férrea Nacional

	Vía Férrea Km. en Operación	Carga Transp. por Vía Férrea (Ton 000)	Población Total	IB 1975=10 $ MM
1954		3,396	12,407,970	145,890
1955		3,578	12,826,761	151,592
1956		3,319	13,262,780	157,740
1957		4,142	13,716,879	161,259
1958		4,887	14,189,960	165,224
1959		4,759	14,682,976	177,162
1960		4,436	15,196,935	184,723
1961		4,465	15,732,905	194,124
1962		3,643	16,292,014	204,630
1963		3,655	16,875,460	211,355
1964		3,317	17,484,509	224,389
1965		3,062	17,993,946	232,467
1966		3,312	18,523,127	244,915
1967		3,169	19,072,953	255,211
1968		3,240	19,644,373	270,830
1969		3,050	20,238,381	288,073
1970		2,781	20,856,027	307,496
1971	3,353	2,653	21,498,414	325,825
1972	3,353	2,731	22,166,704	350,813
1973	3,232	2,760	22,862,118	374,398
1974	3,232	2,899	23,233,851	395,910
1975	3,138	2,439	23,613,157	405,108
1976	2,767	2,411	24,000,225	424,263
1977	2,912	2,519	24,395,248	441,906
1978	2,911	2,682	24,798,426	479,335
1979	2,911	2,394	25,209,965	505,119
1980	2,822	1,935	25,630,080	525,765
1981	2,822	1,347	26,058,993	537,736
1982	2,822	1,097	26,496,932	542,836
1983	2,680	1,247	26,944,134	551,380
1984	2,619	1,268	27,400,847	569,855
1985	2,619	1,333	27,867,326	587,561
1986		1,190	28,741,952	621,781
1987		1,055	29,649,814	655,164
1988		938	30,592,435	681,791
1989		854	31,571,420	705,068
1990	2,016	840	32,588,462	735,259
1991			33,645,346	750,694
1992	1,600	200	34,743,956	777,172
1993	1,600	595	35,886,280	817,292

	1973-1993	1954-1993	1954-1993	1954-1993
Crecimiento Promedio %	-3.31	-4.37	2.76	4.52

	1973-1993	1954-1993	1954-1993	1954-1993
Crecimiento Total %	-52.28	-82.48	189.22	460.21

Fuente: DNP, DANE y Cálculos Autores

CUADRO 2

Infraestructura Férrea
Comparación Internacional

	Vías Férreas Km. 1970	Población (000) 1970	Km. Vías Férreas por Millón de Hab.
Venezuela	295	10,604	27.8
Egipto	4,234	33,053	128.1
Colombia	**3,353**	**21,498**	**156.0**
Ecuador	990	6,051	163.6
Perú	2,235	13,193	169.4
Turquía	7,985	35,321	226.1
Japón	27,104	104,331	259.8
Alemania	33,010	77,709	424.8
México	24,468	52,771	463.7
España	16,592	33,779	491.2
Bolivia	3,524	4,325	814.8
Chile	8,281	9,504	871.3
Estados Unidos	331,174	205,051	1,615.1

	Vías Férreas Km. 1980	Población (000) 1980	Km. Vías Férreas por Millón de Hab.
Venezuela	280	15,024	18.6
Colombia	**2,822**	**25,630**	**110.1**
Egipto	4,667	40,875	114.2
Ecuador	965	8,123	118.8
Perú	2,099	17,295	121.4
Turquía	8,193	44,438	184.4
Japón	22,235	116,807	190.4
México	20,058	70,416	284.9
Alemania	28,517	78,303	364.2
España	15,728	37,542	418.9
Chile	6,302	11,145	565.5
Bolivia	3,328	5,570	597.5
Estados Unidos	288,073	227,757	1,264.8

	Vías Férreas Km. 1990	Población (000) 1990	Km. Vías Férreas por Millón de Hab.
Venezuela	445	17,801	25.0
Colombia	**2,016**	**32,588**	**61.9**
Ecuador	965	10,587	91.1
Egipto	5,110	52,426	97.5
Perú	2,505	21,552	116.2
Turquía	8,695	55,870	155.6
Japón	23,962	123,462	194.1
México	26,334	75,580	348.4
Bolivia	3,462	7,316	473.2
España	19,089	39,187	487.1
Alemania	41,828	77,578	539.2
Chile	7,998	13,172	607.2
Estados Unidos	205,000	249,223	822.6

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

	Km. de Vía Férrea por Millón de Habitantes		
	1970	1980	1990
Alemania	425	364	539
Bolivia	815	597	473
Chile	871	565	607
Colombia	**156**	**110**	**62**
Ecuador	164	119	91
Egipto	128	114	97
España	491	419	487
Estados Unidos	1,615	1,265	823
Japón	260	190	194
México	464	285	348
Perú	169	121	116
Turquía	226	184	156
Venezuela	28	19	25

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 3

Infraestructura Vial Nacional

	Red Vial Nacional Km	Población Total	PIB 1975=100 $ MM
1962	16,512	16,292,014	204,630
1963	16,692	16,875,460	211,355
1964	17,054	17,484,509	224,389
1965	17,479	17,993,946	232,467
1966	17,825	18,523,127	244,915
1967	17,997	19,072,953	255,211
1968	18,842	19,644,373	270,830
1969	19,267	20,238,381	288,073
1970	19,915	20,856,027	307,496
1971	20,017	21,498,414	325,825
1972	20,276	22,166,704	350,813
1973	20,408	22,862,118	374,398
1974	20,843	23,233,851	395,910
1975	21,264	23,613,157	405,108
1976	21,838	24,000,225	424,263
1977	22,268	24,395,248	441,906
1978	22,552	24,798,426	479,335
1979	22,757	25,209,965	505,119
1980	22,917	25,630,080	525,765
1981	23,373	26,058,993	537,736
1982	23,820	26,496,932	542,836
1983	24,472	26,944,134	551,380
1984	25,250	27,400,847	569,855
1985	25,582	27,867,326	587,561
1986	25,966	28,741,952	621,781
1987	25,951	29,649,814	655,164
1988	25,418	30,592,435	681,791
1989	25,657	31,571,420	705,068
1990	26,517	32,588,462	735,259

	1962-1990	1962-1991	1962-1992
Crecimiento Promedio %	1.71	2.51	4.67

	1962-1990	1962-1991	1962-1992
Crecimiento Total %	60.59	100.03	259.31

Fuente: DNP, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 4

Infraestructura Vial
Comparación Internacional

	Carr. Pavim. Km. 1970	Población (000) 1970	Km. de Carretera por Millón de Hab.
Bolivia	947	4,325	219.0
Colombia	**4,821**	**21,498**	**224.2**
Egipto	10,059	33,053	304.3
Perú	4,855	13,193	368.0
Ecuador	2,910	6,051	480.9
Turquía	18,990	35,321	537.6
Chile	7,411	9,504	779.8
México	42,674	52,771	808.7
Japón	152,033	104,331	1,457.2
Venezuela	17,999	10,604	1,697.4
España	94,656	33,779	2,802.2
Alemania	412,600	77,709	5,309.6
Estados Unidos	4,687,350	205,051	22,859.4

	Carr. Pavim. Km. 1980	Población (000) 1980	Km. de Carretera por Millón de Hab.
Bolivia	1,391	5,570	249.7
Egipto	12,658	40,875	309.7
Colombia	**8,203**	**25,630**	**320.1**
Perú	6,299	17,295	364.2
Ecuador	4,290	8,123	528.1
Turquía	35,632	44,438	801.8
Chile	9,823	11,145	881.4
México	66,920	70,416	950.4
Venezuela	22,879	15,024	1,522.8
España	150,831	37,542	4,017.7
Japón	511,044	116,807	4,375.1
Alemania	466,675	78,303	5,959.9
Estados Unidos	5,169,092	227,757	22,695.6

	Carr. Pavim. Km. 1990	Población (000) 1990	Km. de Carretera por Millón de Hab.
Bolivia	1,769	7,316	241.8
Egipto	14,601	52,426	278.5
Colombia	**10,093**	**32,588**	**309.7**
Perú	7,500	21,552	348.0
Ecuador	6,322	10,587	597.1
Turquía	45,527	55,870	814.9
Chile	10,983	13,172	833.8
México	82,022	75,580	1,085.2
Venezuela	26,295	17,801	1,477.2
España	239,882	39,187	6,121.5
Japón	782,041	123,462	6,334.3
Alemania	495,985	77,578	6,393.4
Estados Unidos	#N/A	249,223	#N/A

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

	Kilómetros de Carretera Pavim. por Millón de Habitante		
	1970	1980	1990
Alemania	5,310	5,960	6,393
Bolivia	219	250	242
Chile	780	881	834
Colombia	**224**	**320**	**310**
Ecuador	481	528	597
Egipto	304	310	279
España	2,802	4,018	6,121
Estados Unidos	22,859	22,696	#N/A
Japón	1,457	4,375	6,334
México	809	950	1,085
Perú	368	364	348
Turquía	538	802	815
Venezuela	1,697	1,523	1,477

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 5

Infraestructura Telefónica Nacional

	Líneas Telefónicas Locales	Población Total	PIB 1975=100 $ MM
1957	219,150	13,716,879	161,259
1958	233,150	14,189,960	165,224
1959	251,450	14,682,976	177,162
1960	269,550	15,196,935	184,723
1961	289,900	15,732,905	194,124
1962	322,100	16,292,014	204,630
1963	339,100	16,875,460	211,355
1964	365,290	17,484,509	224,389
1965	392,790	17,993,946	232,467
1966	461,175	18,523,127	244,915
1967	492,090	19,072,953	255,211
1968	522,670	19,644,373	270,830
1969	543,960	20,238,381	288,073
1970	601,040	20,856,027	307,496
1971	619,040	21,498,414	325,825
1972	694,990	22,166,704	350,813
1973	775,520	22,862,118	374,398
1974	866,820	23,233,851	395,910
1975	973,960	23,613,157	405,108
1976	1,031,163	24,000,225	424,263
1977	1,126,944	24,395,248	441,906
1978	1,175,325	24,798,426	479,335
1979	1,241,252	25,209,965	505,119
1980	1,322,285	25,630,080	525,765
1981	1,433,780	26,058,993	537,736
1982	1,568,487	26,496,932	542,836
1983	1,698,198	26,944,134	551,330
1984	1,951,334	27,400,847	569,855
1985	2,057,931	27,867,326	587,561
1986	2,135,633	28,741,952	621,781
1987	2,270,076	29,649,814	655,164
1988	2,270,076	30,592,435	681,791
1989	2,630,414	31,571,420	705,068
1990	2,851,021	32,588,462	735,259
1991	3,071,628	33,645,346	750,694
1992	3,374,143	34,743,956	777,172

	1957-1992	1957-1992	1957-1992
Crecimiento Promedio %	8.13	2.69	4.60

	1957-1992	1957-1992	1957-1992
Crecimiento Total %	1,439.65	153.29	381.94

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP y Cálculos Autores

Cuadro 6

Infraestructura Telefónica
Comparación Internacional

	Líneas Telefónicas 1975	Población (000) 1975	Líneas Telefónicas por Millón de Hab.
Egipto	353,000	36,289	9,727.5
Perú	254,000	15,161	16,753.5
Turquía	770,000	40,025	19,238.0
Ecuador	176,000	7,035	25,017.8
México	1,853,000	61,918	29,926.7
Chile	308,000	9,504	32,407.4
Colombia	**973,960**	**23,613**	**41,246.5**
Venezuela	578,000	12,665	45,637.6
España	5,118,000	35,596	143,780.2
Alemania	14,212,000	78,679	180,632.7
Japón	34,444,000	111,524	308,848.3
Estados Unidos	82,802,000	215,972	383,392.3
Bolivia	#N/A	4,894	#N/A

	Líneas Telefónicas 1980	Población (000) 1980	Líneas Telefónicas por Millón de Hab.
Egipto	453,000	40,875	11,082.6
Perú	321,651	17,295	18,597.9
Bolivia	142,000	5,570	25,493.7
Ecuador	227,000	8,123	27,945.3
Turquía	1,301,558	44,438	29,289.3
Chile	363,000	11,145	32,570.7
México	2,576,000	70,416	36,582.6
Colombia	**1,322,285**	**25,630**	**51,591.1**
Venezuela	859,739	15,024	57,224.4
España	7,229,000	37,542	192,557.7
Alemania	20,535,000	78,303	262,250.5
Japón	39,934,000	116,807	341,880.2
Estados Unidos	94,282,000	227,757	413,958.7

	Líneas Telefónicas 1990	Población (000) 1990	Líneas Telefónicas por Millón de Hab.
Bolivia	183,880	7,316	25,134.0
Perú	564,504	21,552	26,192.7
Egipto	1,717,498	52,426	32,760.4
Ecuador	490,508	10,587	46,331.2
Chile	860,075	13,172	65,295.7
México	5,354,500	75,580	70,845.5
Venezuela	1,494,776	17,801	83,971.5
Colombia	**2,851,021**	**32,588**	**87,485.6**
Turquía	6,893,267	55,870	123,380.5
España	12,602,600	39,187	321,601.6
Alemania	29,981,000	77,578	386,462.7
Japón	54,523,952	123,462	441,625.4
Estados Unidos	136,336,992	249,223	547,048.2

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

	Líneas Telefónicas Locales por Millón de Habitantes		
	1975	1980	1990
Alemania	180,633	262,250	386,463
Bolivia	#N/A	25,494	25,134
Chile	32,407	32,571	65,296
Colombia	**41,246**	**51,591**	**87,486**
Ecuador	25,018	27,945	46,331
Egipto	9,727	11,083	32,760
España	143,780	192,558	321,602
Estados Unidos	383,392	413,959	547,048
Japón	308,848	341,880	441,625
México	29,927	36,583	70,845
Perú	16,754	18,598	26,193
Turquía	19,238	29,289	123,380
Venezuela	45,638	57,224	83,971

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 7

Infraestructura Eléctrica Nacional

	Capacidad Instalada MW	Población Total	PIB 1975=100 $ MM
1940	118	8,980,635	79,719
1941	139	9,157,475	81,056
1942	160	9,339,511	81,223
1943	181	9,526,940	81,557
1944	201	9,719,967	87,070
1945	222	9,918,805	91,153
1946	233	10,123,678	99,914
1947	245	10,334,820	103,793
1948	256	10,552,473	106,726
1949	267	10,776,893	116,062
1950	278	11,008,346	117,342
1951	348	11,247,110	121,001
1952	417	11,618,887	128,632
1953	487	12,005,600	136,453
1954	556	12,407,970	145,890
1955	626	12,826,761	151,592
1956	685	13,262,780	157,740
1957	744	13,716,879	161,259
1958	804	14,189,960	165,224
1959	863	14,682,976	177,162
1960	922	15,196,935	184,723
1961	1,017	15,732,905	194,124
1962	1,122	16,292,014	204,630
1963	1,237	16,875,460	211,355
1964	1,364	17,484,509	224,389
1965	1,504	17,993,946	232,467
1966	1,605	18,523,127	244,915
1967	1,712	19,072,953	255,211
1968	1,826	19,644,373	270,830
1969	1,948	20,238,381	288,073
1970	2,078	20,856,027	307,496
1971	2,180	21,498,414	325,825
1972	2,243	22,166,704	350,813
1973	2,426	22,862,118	374,398
1974	2,776	23,233,851	395,910
1975	2,966	23,613,157	405,108
1976	2,932	24,000,225	424,263
1977	3,474	24,395,248	441,906
1978	3,704	24,798,426	479,335
1979	3,898	25,209,965	505,119
1980	4,177	25,630,080	525,765
1981	4,237	26,058,993	537,736
1982	4,967	26,496,932	542,836
1983	5,137	26,944,134	551,380
1984	5,757	27,400,847	569,855
1985	6,465	27,867,326	587,561
1986	6,721	28,741,952	621,781
1987	8,413	29,649,814	655,164
1988	8,793	30,592,435	681,791
1989	8,793	31,571,420	705,068
1990	8,793	32,588,462	735,259
1991	8,356	33,645,346	750,694
1992	8,488	34,743,956	777,172
1993	9,803	35,886,280	817,292

	1940-1992	1940-1992	1940-1992
Crecimiento Promedio %	10.82	3.27	5.56

	1940-1992	1940-1992	1940-1992
Crecimiento Total %	8,179.56	299.60	925.21

Fuente: Cuervo, ISA, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 8

Infraestructura Eléctrica
Comparación Internacional

	Cap. Instal. MW 1970	Población (000) 1970	MW instalados por Millón de Hab.
Ecuador	304	6,051	50.2
Bolivia	267	4325	61.7
Turquía	2,312	35,321	65.5
Colombia	**2,078**	**21,498**	**96.7**
Perú	1,677	13,193	127.1
Egipto	4,357	33,053	131.8
México	7,318	52,771	138.7
Chile	2,143	9,504	225.5
Venezuela	3,172	10,604	299.1
España	17,912	33,779	530.3
Alemania	47,540	77,709	611.8
Japón	68,710	104,331	658.6
Estados Unidos	360,237	205,051	1,756.8

	Cap. Instal. MW 1980	Población (000) 1980	MW instalados por Millón de Hab.
Egipto	3,583	40,875	87.7
Bolivia	489	5,570	87.8
Turquía	5,119	44,438	115.2
Ecuador	1,118	8,123	137.6
Colombia	**4,177**	**25,630**	**163.0**
Perú	3,192	17,295	184.6
México	16,985	70,416	241.2
Chile	2,940	11,145	263.8
Venezuela	8,471	15,024	563.8
España	29,353	37,542	781.9
Alemania	82,585	78,303	1,054.7
Japón	143,698	116,807	1,230.2
Estados Unidos	630,111	227,757	2,766.6

	Cap. Instal. MW 1990	Población (000) 1990	MW instalados por Millón de Hab.
Bolivia	735	7,316	100.5
Ecuador	1,657	10,587	156.5
Perú	4,317	21,552	200.3
Egipto	11,738	52,426	223.9
Colombia	8,793	32,583	269.8
Turquía	16,316	55,870	292.0
Chile	4,079	13,172	309.7
México	29,274	75,580	387.3
Venezuela	18,647	17,801	1,047.5
España	43,273	39,187	1,104.3
Alemania	99,750	77,578	1,285.8
Japón	194,763	123,462	1,577.5
Estados Unidos	775,398	249,223	3,111.3

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

	MW Instalados por Millón de Habitantes		
	1970	1980	1990
Alemania	612	1,055	1,286
Bolivia	62	88	100
Chile	225	264	310
Colombia	**97**	**163**	**270**
Ecuador	50	138	157
Egipto	132	88	224
España	530	782	1,104
Estados Unidos	1,757	2,767	3,111
Japón	659	1,230	1,578
México	139	241	387
Perú	127	185	200
Turquía	65	115	292
Venezuela	299	564	1,048

Fuente: Banco Mundial, ONU, DNP, DANE y Cálculos Autores

Cuadro 9

Ranking Departamental de acuerdo con el PIB per cápita

PIB per cápita en logaritmos

	1950		1960		1970		1980		1992	
	PIB per cápita	Ranking	PIB per cápita	Ranking	PIB per cápita	Ranking	PIB per cápita	Ranking	PIB per cápita	Ranking
Intendencias y Comisarías	8.84	16	8.73	23	9.67	6	9.88	10	10.54	1
Guajira	8.32	23	9.08	19	9.32	15	9.43	19	10.51	2
Cundinamarca	8.77	17	9.27	12	9.53	9	10.05	4	10.42	3
Quindío	9.41	7	9.24	13	9.27	20	10.35	1	10.37	4
Santafé de Bogotá D.C.	10.08	1	9.97	1	10.13	1	10.33	2	10.29	5
Risaralda	9.53	5	9.28	11	9.48	12	9.89	8	10.25	6
Valle de Cauca	9.36	9	9.61	2	9.79	2	10.07	3	10.23	7
Antioquia	9.37	8	9.35	7	9.61	7	10.02	5	10.19	8
Santander	9.09	14	9.32	8	9.58	8	9.90	7	10.16	9
Meta	9.57	4	9.59	4	9.77	3	10.01	6	10.13	10
Tolima	8.89	15	9.24	14	9.48	11	9.75	11	9.95	11
Bolívar	9.20	10	9.44	6	9.53	10	9.68	13	9.92	12
Huila	8.69	19	9.12	18	9.31	16	9.70	12	9.90	13
Caldas	9.45	6	9.32	9	9.42	13	9.57	16	9.89	14
Atlántico	9.79	2	9.59	5	9.75	4	9.89	9	9.86	15
Boyacá	8.65	20	9.13	17	9.12	21	9.66	14	9.71	16
Cauca	9.12	12	8.83	22	8.88	23	9.40	21	9.62	17
Córdoba	8.64	21	9.22	15	9.27	19	9.41	20	9.60	18
Norte de Santander	9.10	13	9.29	10	9.27	18	9.52	17	9.53	19
Cesar	9.74	3	9.60	3	9.71	5	9.64	15	9.53	20
Magdalena	9.16	11	9.17	16	9.35	14	9.35	22	9.51	21
Caquetá	#N/A	25	#N/A	25	#N/A	25	9.52	18	9.43	22
Sucre	8.74	18	9.01	20	9.29	17	9.27	23	9.28	23
Nariño	8.42	22	8.85	21	8.94	22	9.20	24	9.26	24
Chocó	7.77	24	8.16	24	8.22	24	8.96	25	9.04	25

Promedio	9.07	9.23	9.40	9.70	9.90
Desviación Estándar	0.53	0.36	0.38	0.35	0.42
Máximo/Mínimo	10.01	6.11	6.75	4.00	4.47

Cuadro 10a

Cobertura Servicios Públicos Básicos: Energía (%)

			Censo 1938	Censo 1951	Censo 1964	Censo 1973	Censo 1985
1	Amazonas	AM	5.69	8.12	19.28	79.55	93.10
2	Antioquia	AN	22.12	37.65	44.18	65.80	82.44
3	Arauca	AR	2.14	8.12	14.86	40.09	51.10
4	Atlántico	AT	45.37	61.68	63.58	87.42	96.47
5	Bolívar	BO	6.35	11.81	26.90	50.73	73.88
6	Boyacá	BY	3.25	5.95	14.46	23.96	63.97
7	Caldas	CA	24.97	37.75	21.57	65.92	87.48
8	Caquetá	CQ	2.14	18.57	9.58	25.36	37.08
9	Casanare	CS	3.25	8.12	14.47	23.96	27.90
10	Cauca	CU	6.28	10.78	15.91	33.03	53.65
11	Cesar	CE	10.06	16.76	25.57	43.01	65.14
12	Chocó	CH	5.69	6.32	5.54	23.93	33.69
13	Córdoba	CO	6.35	11.81	18.78	27.99	47.79
14	Cundinamarca	CD	8.90	16.82	20.50	38.52	71.35
15	Guainía	GU			0.56	75.72	85.10
16	Guajira	GJ	9.23	16.09	21.87	44.97	81.31
17	Guaviare	GV					17.80
18	Huila	HU	5.96	12.59	21.77	43.49	71.20
19	Magdalena	MA	10.06	16.76	25.57	47.66	63.22
20	Meta	ME	5.69	18.57	25.21	36.97	61.24
21	Nariño	NA	5.16	9.40	21.16	34.14	61.35
22	Norte de Santander	NS	19.45	27.70	39.01	54.44	70.69
23	Putumayo	PU	2.14	8.12	9.32	37.90	51.90
24	Quindío	QU	24.97	37.75	21.57	78.91	96.23
25	Risaralda	RI	24.97	37.75	21.57	74.86	91.87
26	San Andrés y Providencia	SP	5.69	18.57	18.64	78.94	94.70
27	Santafé de Bogotá D.C.	BG	58.18	75.10	85.45	94.79	98.39
28	Santander	SA	12.84	21.14	34.01	47.06	71.49
29	Sucre	SU	6.35	11.81	26.90	30.14	60.36
30	Tolima	TO	9.37	17.53	23.42	43.58	67.19
31	Valle de Cauca	VC	25.44	38.54	47.29	80.15	91.62
32	Vaupés	VA	2.14	8.12	6.18	29.41	68.20
33	Vichada	VI			5.70	5.26	44.50
34	Intendencias y Comisarías	IC	2.86	9.34	12.64	40.26	48.51
TOTAL		COL	14.51	25.84	34.50	57.62	78.42

Fuente: Censos DANE y Cálculos Autores

Cuadro 10b

Cobertura Servicios Públicos Básicos: Acueducto (%)

			Censo 1938	Censo 1951	Censo 1964	Censo 1973	Censo 1985
1	Amazonas	AM	2.15	5.49	15.80	77.03	89.40
2	Antioquia	AN	15.01	41.23	55.61	72.44	73.16
3	Arauca	AR	0.11	5.49	17.74	48.30	48.00
4	Atlántico	AT	42.67	63.17	60.63	80.55	77.12
5	Bolívar	BO	2.89	13.90	23.60	45.27	47.39
6	Boyacá	BY	2.44	7.33	22.13	34.03	50.07
7	Caldas	CA	22.26	47.03	24.56	81.22	79.16
8	Caquetá	CQ	0.11	13.64	11.16	31.17	45.52
9	Casanare	CS	2.46	5.49	22.13	34.03	37.50
10	Cauca	CU	3.23	9.58	18.01	37.81	50.98
11	Cesar	CE	8.41	18.23	27.66	52.25	63.50
12	Chocó	CH	2.15	4.21	5.25	15.90	20.21
13	Córdoba	CO	2.89	13.89	19.75	33.11	39.75
14	Cundinamarca	CD	7.63	19.95	31.56	44.66	56.58
15	Guainía	GU			0.28	87.68	85.60
16	Guajira	GJ	7.54	17.24	20.12	56.49	63.88
17	Guaviare	GV					.16.50
18	Huila	HU	29.24	16.59	24.79	62.83	73.82
19	Magdalena	MA	8.41	18.23	27.66	47.53	48.57
20	Meta	ME	2.15	13.64	36.29	50.18	65.96
21	Nariño	NA	0.74	7.67	22.33	42.08	56.46
22	Norte de Santander	NS	8.14	26.23	45.70	65.32	64.44
23	Putumayo	PU	0.11	5.49	6.15	34.10	37.20
24	Quindío	QU	22.26	47.03	24.56	89.18	93.67
25	Risaralda	RI	22.26	47.03	24.56	83.46	83.56
26	San Andrés y Providencia	SP	2.15	13.64	21.34	36.50	56.30
27	Santafé de Bogotá D.C.	BG	51.83	79.98	86.86	91.18	95.88
28	Santander	SA	9.80	23.66	39.76	55.12	67.20
29	Sucre	SU	2.89	13.90	23.60	30.11	43.20
30	Tolima	TO	10.41	24.48	28.79	61.28	67.50
31	Valle de Cauca	VC	22.53	42.27	46.79	81.52	83.30
32	Vaupés	VA	0.11	5.49	4.95	62.44	71.20
33	Vichada	VI			4.33	5.26	49.20
34	Intendencias y Comisarías	IC	0.92	6.43	14.04	38.82	42.29
TOTAL		COL	11.83	28.78	38.70	62.73	70.42

Fuente: Censos DANE y Cálculos Autores

Cuadro 10c

Cobertura Servicios Públicos Básicos: Alcantarillado (%)

			Censo 1938	Censo 1951	Censo 1964	Censo 1973	Censo 1985
1	Amazonas	AM	2.12	2.11	6.35	45.25	68.90
2	Antioquia	AN	11.12	30.51	43.74	59.65	68.65
3	Arauca	AR	0.06	2.11	3.79	8.17	6.60
4	Atlántico	AT	2.06	39.83	47.55	49.28	60.04
5	Bolívar	BO	0.21	7.45	17.14	13.56	22.33
6	Boyacá	BY	1.51	5.17	13.36	21.28	.37.18
7	Caldas	CA	14.82	34.88	21.45	63.24	75.19
8	Caquetá	CQ	0.06	10.57	6.47	18.35	40.35
9	Casanare	CS	1.49	2.11	13.35	21.28	12.40
10	Cauca	CU	2.97	7.95	12.05	23.78	34.84
11	Cesar	CE	0.41	8.93	16.14	12.41	29.05
12	Chocó	CH	2.12	3.46	2.96	9.69	10.90
13	Córdoba	CO	0.21	7.45	12.99	5.87	11.61
14	Cundinamarca	CD	6.35	19.48	21.65	28.92	45.43
15	Guainía	GU			0.00	3.62	43.60
16	Guajira	GJ	0.38	8.40	7.97	11.33	19.29
17	Guaviare	GV					8.20
18	Huila	HU	1.74	9.44	16.28	36.23	52.72
19	Magdalena	MA	0.41	8.93	16.13	15.86	21.94
20	Meta	ME	2.12	10.57	24.65	35.64	54.71
21	Nariño	NA	0.78	4.96	14.12	25.15	37.25
22	Norte de Santander	NS	4.89	15.55	31.55	41.01	51.41
23	Putumayo	PU	0.06	2.11	1.78	22.34	32.20
24	Quindío	QU	14.82	34.88	21.45	74.77	87.28
25	Risaralda	RI	14.82	34.88	21.45	69.93	79.48
26	San Andrés y Providencia	SP	2.12	10.57	17.91	6.45	1.80
27	Santafé de Bogotá D.C.	BG	45.83	65.11	84.70	91.13	95.60
28	Santander	SA	3.67	15.71	29.72	41.27	58.86
29	Sucre	SU	0.21	7.46	17.14	11.82	.23.57
30	Tolima	TO	4.16	13.44	18.48	37.39	56.45
31	Valle de Cauca	VC	15.04	33.53	41.70	68.19	74.81
32	Vaupés	VA	0.06	2.11	2.40	7.69	23.40
33	Vichada	VI			2.67	5.26	5.50
34	Intendencias y Comisarías	IC	0.66	3.09	7.15	17.92	17.84
TOTAL		COL	6.70	20.93	30.53	46.09	59.41

Fuente: Censos DANE y Cálculos Autores

Cuadro 11

Carreteras Nacionales y Departamentales

			CARRETERAS NACIONALES (ajustado)					CARRETERAS DEPARTAMENTALES		
			1930 (1)	1930a (1a)	1966 (2)	1982 (3)	1990 (4)	1930 (5)	1930 (5a)	1990 (6)
1	Amazonas	AM								
2	Antioquia	AN	500	29	1,629	1,822	2,136	5,472	638	5,497
3	Arauca	AR					151			410
4	Atlántico	AT	97	80	83	385	423	284	85	201
5	Bolívar	BO	177	35	305	439	501	75	75	530
6	Boyacá	BY	1,204	451	1,586	2,214	2,619	521	153	3,976
7	Caldas	CA	208	35	592	860	1,005	2,145	362	1,995
8	Caquetá	CQ			255	285	434			502
9	Casanare	CS	46	17	112	206	540			1,158
10	Cauca	CU	1,106	207	967	1,628	1,724	4,173	104	1,731
11	Cesar	CE	237	56	896	1,164	1,272			612
12	Chocó	CH			230	332	370			
13	Córdoba	CO	127	25	511	639	705			24
14	Cundinamarca	CD	963	602	994	1,414	1,550	5,045	318	6,004
15	Guainía	GU								
16	Guajira	GJ	127	30	498	533	694			14
17	Guaviare	GV					89			
18	Huila	HU	620	102	942	1,329	1,410	271	271	3,741
19	Magdalena	MA	166	39	552	684	673	399	110	437
20	Meta	ME	0	0	785	940	1,038			1,662
21	Nariño	NA	597	239	978	1,147	1,136	319	197	1,128
22	Norte de Santander	NS	472	212	1,440	1,778	1,970	1,695	95	220
23	Putumayo	PU			205	203	246			89
24	Quindío	QU	87	15	185	196	203			1,226
25	Risaralda	RI	106	18	241	279	314			1,143
26	San Andrés y Providencia	SP			60	63	71			7
27	Santafé de Bogotá D.C.	BG								
28	Santander	SA	1,020	153	1,464	1,892	2,091	106	152	4,257
29	Sucre	SU	86	17	135	292	328			578
30	Tolima	TO	790	281	1,089	1,419	1,637	265	147	1,662
31	Valle de Cauca	VC	639		711	1,136	1,168	863	394	5,033
32	Vaupés	VA			82					
33	Vichada	VI				140	19			3
34	Intendencias y Comisarías	IC	46	17	459	612	1,116	0	0	1,667
TOTAL		COL	9,374	2,642	17,526	23,419	26,517	21,633	3,101	43,840

Fuente:

(1) Red de Carreteras y Caminos del País, sin incluir las trochas o caminos de las Intendencias y Comisarías (Fuente: Alfredo D. Bateman (1986): "La Ingeniería, las Obras Públicas y el Transporte en Colombia"; Historia Extensa de Colombia, Vol. XXI, pg. 220; Ed. Lerner)

(1a) Ibid., pg. 221, pero se refiere sólo a "carreteras propiamente dichas, dentro del concepto actual de la palabra, o sea para servicio de automóviles"

(2) Ibid., pgs. 233-234

(3) Ibid., pgs. 235-236

(4) Archivos del grupo Inventario Nacional de Carreteras y Puentes (MOPT)

(5) Bateman: Ibid. pg. 220-221

(5a) Ver (1a)

(6) Ver (4)

Cuadro 12

Telefonía

			LINEAS DE TELEFONO LOCALES				
			1976	1985	1989	1991	1992
1	Amazonas	AM	200	1,000	1,200	1,216	1,200
2	Antioquia	AN	240,750	458,338	631,436	629,680	671,248
3	Arauca	AR	0	1,250	1,250	1,700	4,781
4	Atlántico	AT	50,600	83,950	90,006	89,987	115,006
5	Bolívar	BO	14,800	18,830	39,605	46,423	47,269
6	Boyacá	BY	8,450	19,250	27,000	41,395	40,732
7	Caldas	CA	24,880	41,900	60,770	67,027	74,395
8	Caquetá	CQ	700	1,800	2,349	6,390	7,340
9	Casanare	CS	0	1,000	1,000	3,000	5,592
10	Cauca	CU	4,400	6,350	13,930	19,323	26,311
11	Cesar	CE	2,500	8,800	9,080	21,213	23,233
12	Chocó	CH	600	800	1,061	4,311	4,560
13	Córdoba	CO	5,300	9,500	10,250	20,250	28,165
14	Cundinamarca	CD	10,150	22,100	33,292	45,879	72,793
15	Guainia	GU	0	100	120	132	279
16	Guajira	GJ	800	4,200	5,344	6,562	9,389
17	Guaviare	GV	0	0	400	380	1,100
18	Huila	HU	9,400	23,500	26,757	38,029	39,806
19	Magdalena	MA	6,900	5,000	12,956	13,911	30,822
20	Meta	ME	3,500	6,050	15,100	21,283	25,284
21	Nariño	NA	5,200	13,850	14,464	20,528	22,257
22	Norte de Santander	NS	25,300	49,900	36,830	68,419	68,079
23	Putumayo	PU	0	500	1,000	2,124	3,140
24	Quindío	QU	10,539	25,600	36,540	40,600	41,400
25	Risaralda	RI	17,150	30,150	49,142	64,050	68,558
26	San Andrés y Providencia	SP	1,600	3,200	3,200	5,200	5,200
27	Santafé de Bogotá D.C.	BG	437,500	866,000	1,050,872	1,226,276	1,316,716
28	Santander	SA	20,800	80,250	99,390	130,638	147,898
29	Sucre	SU	2,500	3,700	5,088	13,584	15,260
30	Tolima	TO	12,160	20,638	37,603	45,833	61,340
31	Valle de Cauca	VC	114,484	250,125	313,059	375,904	394,293
32	Vaupés	VA	0	100	112	165	277
33	Vichada	VI	0	200	208	216	420
34	Intendencias y Comisarías	IC	1,800	7,350	8,490	14,133	21,989
TOTAL		COL	1,031,163	2,057,931	2,630,414	3,071,628	3,374,143

Fuente: DNP-UINF y Cálculos Autores

Cuadro 13

Estimaciones Nacionales en Niveles Infraestructura en Unidades Monetarias

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Stocks de Capital ajustados por u_2		Stocks de Capital ajustados por u_3	
Tipo de Estimación	Ecuación 1 AR1	Ecuación 2 AR1	Ecuación 1 AR1	Ecuación 2 AR1
constante	3.7181	3.9227	3.8030	4.7035
	(4.00)	(3.54)	(4.98)	(6.82)
tendencia (λ)		0.0018		0.0105
		(0.41)		(3.44)
capital privado sin vivienda (α)	0.5737	0.5670	0.5165	0.5235
	(5.57)	(5.27)	(6.21)	(7.26)
empleo (β)	0.5424	0.5115	0.5391	0.3500
	(6.61)	(4.68)	(7.22)	(3.95)
capital humano (ϕ)	0.1154	0.1144	0.0937	0.0893
	(7.05)	(6.73)	(5.40)	(6.33)
capital público (γ)	0.0787	0.0702	0.1270	0.0547
	(1.76)	(1.40)	(2.95)	(1.35)
Prueba de Wald [$H_0 : \alpha+\beta+\gamma+\phi=1$]	58.2837	14.2900	72.1027	1.8671
Significancia	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.17)
R^2	0.9998	0.9998	0.9998	0.9999
Durbin-Watson	1.5987	1.5777	1.6534	1.4382
Número de Observaciones	44	44	44	44

u_2: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)
u_3: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)
AR1: técnica de máxima verosimilitud para corregir autocorrelación de primer orden

Cuadro 14

Estimaciones Nacionales en Diferencias
Infraestructura en Unidades Monetarias

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Stocks de Capital ajustados por u_2		Stocks de Capital ajustados por u_3	
Tipo de Estimación	Ecuación 1 MCO	Ecuación 2 MCO	Ecuación 1 MCO	Ecuación 2 MCO
capital privado sin vivienda (α)	0.7250	0.6020	0.7008	0.5182
	(8.09)	(4.88)	(9.44)	(5.65)
empleo (β)	0.5635	0.5222	0.5359	0.4439
	(5.80)	(5.21)	(6.11)	(5.16)
capital humano (ϕ)	0.0768	0.0714	0.0858	0.0749
	(2.05)	(1.92)	(2.55)	(2.41)
capital público (γ)	-	0.1052	-	0.1808
		(1.43)		(2.96)
R^2	0.5500	0.5501	0.7176	0.7221
Durbin-Watson	1.7088	1.7050	1.6498	1.5150
Número de Observaciones	43	43	43	43

u_2: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)
u_3: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)
MCO: Mínimos Cuadrados Ordinarios

Cuadro 15

Estimaciones Nacionales en Niveles Infraestructura en Unidades Físicas

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Stocks de Capital ajustados por u_2				Stocks de Capital ajustados por u_3			
Tipo de Estimación	Ecuación 1 AR1	Ecuación 2 AR1	Ecuación 3 AR1	Ecuación 4 AR1	Ecuación 1 AR1	Ecuación 2 AR1	Ecuación 3 AR1	Ecuación 4 AR1
constante	-0.2698 (-0.15)	2.1762 (2.13)	3.0216 (3.01)	2.1005 (1.55)	3.1516 (4.15)	2.4788 (2.76)	3.5815 (4.53)	2.5105 (2.63)
capital privado sin vivienda (α)	0.6972 (4.84)	0.7472 (6.98)	0.6742 (7.15)	0.7696 (6.23)	0.5553 (7.62)	0.6204 (7.29)	0.5993 (8.28)	0.7096 (8.44)
empleo (β)	0.5043 (4.19)	0.4603 (4.41)	0.5376 (6.13)	0.4285 (3.04)	0.4008 (4.57)	0.4283 (4.43)	0.5964 (8.56)	0.3071 (2.57)
capital humano (ϕ)	0.0440 (1.03)	0.1142 (5.83)	0.0910 (5.03)	0.1074 (3.67)	0.0581 (3.51)	0.0630 (2.92)	0.0594 (3.63)	0.0893 (3.73)
kilómetros de carretera (γ)	0.3268 (1.50)	-	-	-	-	-	-	-
líneas telefónicas locales (γ)	-	0.0324 (0.70)	-	-	0.0970 (2.40)	0.1236 (2.91)	-	-
MW de capacidad instalada (γ)	-	-	0.0398 (1.47)	-	0.0719 (2.69)	-	0.0645 (2.70)	-
Indice compuesto de infraest. (γ)	-	-	-	0.0601 (1.04)	-	-	-	0.1801 (4.07)
Prueba de Wald [H_0 : $\alpha+\beta+\gamma+\phi=1$] χ^2		31.0125	177.2165	97.4159	11.9913	12.6674	177.8017	100.3848
Significancia		(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
R^2	0.9999	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9998	0.9999
Durbin-Watson	1.6683	1.6343	1.5432	1.6033	1.7632	1.7786	1.5909	1.6342
Número de Observaciones	29	36	43	29	36	36	43	29

u_2: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)
u_3: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)

Cuadro 16

Estimaciones Nacionales en Diferencias
Infraestructura en Unidades Físicas

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Stocks de Capital ajustados por u_2				Stocks de Capital ajustados por u_3			
Tipo de Estimación	Ecuación 1 MCO	Ecuación 2 MCO	Ecuación 3 MCO	Ecuación 4 MCO	Ecuación 1 MCO	Ecuación 2 MCO	Ecuación 3 MCO	Ecuación 4 MCO
capital privado sin vivienda (α)	0.7754 (4.93)	0.6544 (5.85)	0.8327 (6.12)	0.8540 (5.63)	0.7462 (4.91)	0.6166 (7.24)	0.7170 (7.34)	0.8097 (7.91)
empleo (β)	0.4277 (3.11)	0.5130 (4.92)	0.3952 (3.33)	0.3697 (2.43)	0.4424 (3.34)	0.4660 (5.14)	0.3388 (3.28)	0.2160 (1.67)
capital humano (ϕ)	0.0352 (0.62)	0.0741 (2.00)	0.1112 (2.45)	0.0877 (1.82)	0.0725 (1.36)	0.0817 (2.56)	0.0756 (1.91)	0.0886 (2.29)
kilómetros de carretera (γ)	0.3334 (1.60)	-	-	-	0.1346 (0.75)	-	-	-
líneas telefónicas locales (γ)	-	-	0.0237 (0.46)	-	-	-	0.1015 (2.26)	-
MW de capacidad instalada (γ)	-	0.054261 (1.69)	-	-	-	0.0703 (2.56)	-	-
Indice compuesto de infraest. (γ	-	-	-	0.0589 (0.84)	-	-	-	0.1690 (3.13)
R^2	0.6338	0.5661	0.5996	0.5973	0.7918	0.7361	0.7548	0.7653
Durbin-Watson	1.7889	1.7763	1.8053	1.7342	1.7296	1.6333	1.7152	1.6648
Número de Observaciones	28	42	35	28	28	42	35	28

u_2: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,1)
u_3: corresponde al ciclo del PIB obtenido a partir de un modelo ARIMA (0,1,4)

CUADRO 17

Variable Dependiente: Crecimiento del PIB per-capita 1950-1992 (Promedio Anual)

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 5	Ecuación 6	Ecuación 7
C	0.049 (4.216)***	0.040 (3.295)***	0.058 (4.447)***	0.057 (4.167)***	0.052 (3.735)***	0.328E-03 (0.032)	-0.487E-02 (0.355)
Energia en 1938	-0.691E-03 (-3.206)***						
Acueductos en 1938		-0.512E-03 (-2.181)**					
Energia en 1951			-0.607E-03 (-3.460)***				
Acueductos en 1951				-0.522E-03 (-3.179)***			
Alcantarillado en 1951					-0.603E-03 (-2.731)**		
Telefonia per capita en 1976						-0.972E-02 (-3.146)***	
Energia (suscriptores per capita) en 1976							-0.015 (-2.378)**
Analfabetismo en 1951	-0.411E-03 (-2.066)*	-0.288E-03 (-1.358)	-0.502E-03 (-2.428)**	-0.490E-03 (-2.279)**	-0.460E-03 (-1.998)*	-0.466E-03 (-2.195)**	-0.408E-03 (-1.776)*
R^2	0.329	0.185	0.363	0.325	0.262	0.321	0.231
DW	1.150	1.186	1.077	1.035	1.100	1.418	1.527
Estadistico F	5.149	2.386	5.996	5.061	3.736	4.958	2.855
n	24	24	24	24	24	24	22

*(**)[***] denota niveles de significancia del 10%(5%)[1%]

Cuadro 18

Variable Dependiente: Crecimiento del PIB per-capita 1960-1992 (Promedio Anual)

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 6	Ecuación 8
C	-0.017 (-1.376)	-0.016 (-1.271)	-0.021 (-1.642)	-0.056 (-3.599)	-0.043 (-2.134)**	-0.052 (-3.520)***
Energia en 1964	-0.419E-03 (-3.435)***					
Acueductos en 1964		-0.388E-03 (-3.103)***				
Alcantarillados en 1964			-0.395E-03 (-3.067)***			
Carreteras (por area) en 1966				-0.559E-02 (-2.837)***		
Telefonia (per capita) en 1976					-0.423E-02 (-1.771)*	
Energia (suscriptores per capita) en 1976						-0.775E-02 (-2.541)**
Primaria en 1960	0.102E-02 (3.989)***	0.101E-02 (3.813)***	0.105E-02 (3.893)***	0.118E-02 (4.541)***	0.924E-03 (3.121)***	0.989E-03 (5.086)***
R^2	0.515	0.481	0.477	0.561	0.341	0.589
DW	1.131	1.347	1.344	1.992	1.606	2.325
Estadístico F	11.154	9.722	9.575	12.764	5.437	13.596
n	24	24	24	23	24	22

*(**)[***] denota niveles de significancia del 10%(5%)[1%]

Cuadro 19

Convergencia en los Indicadores de Infraestructura

Ecuación No.	Variable Dependiente	C	Nivel Inicial	R^2	DW	Estadístico F	n
1	Energia 1951-85	50.896 (12.967)**	-0.189 (-1.392)	0.078	1.707	1.936	25
2	Energia 1964-85	50.364 (9.756)**	-0.296 (-1.866)*	0.131	1.673	3.482	25
3	Acueductos 1951-85	42.330 (12.196)**	-0.222 (-2.035)*	0.153	1.862	4.143	25
4	Acueductos 1964-85	41.116 (7.241)**	-0.314 (-1.942)*	0.141	1.686	3.772	25
5	Alcantarillado 1951-85	22.452 (5.741)**	0.371 (2.198)**	0.174	2.078	4.833	25
6	Alcantarillado 1964-85	23.798 (4.042)**	0.683E-02 (0.033)	.468E-0	1.695	0.108E-02	25
7	Carreteras 1930-90	3.699 (6.604)**	-0.441 (-4.535)**	0.520	1.658	20.565	21
8	Carreteras 1966-90	1.727 (3.917)**	-0.199 (-2.882)**	0.274	1.585	8.303	24
9	Carreteras (per capita) 1966-90	-1.794 (-4.338)**	-0.253 (-4.207)**	0.446	2.126	17.702	24
10	Carreteras (per capita) 1930-90	-1.906 (-2.015)*	-0.267 (-1.961)*	0.168	2.057	3.847	21
11	Telefonia (per capita) 1972-96	-0.403 (-1.872)*	.0.387 (-7.994)**	0.735	1.605	63.899	25
12	Energia (per capita) 1975-92	-0.645 (-3.030)	0.536 (-7.492)**	0.737	1.287	56.132	22
13	Telefonia (per capita) 1985-92	-0.716 (-3.986)**	-0.375 (-8.113)**	0.741	1.678	65.813	25
14	Energia (per capita) 1980-92	-0.273 (-1.659)	-0.334 (5.309)**	0.562	1.713	28.190	24

Nota: Las variables dependientes fueron definidas como el cambio absoluto en el indicador durante el periodo corresp.
*(**)[***] denota niveles de significancia del 10%(5%)[1%]

Cuadro 20

Variable Dependiente: Crecimiento del PIB per-capita 1950-1992

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 5	Ecuación 6
C	0.085 (2.696)**	0.068 (2.831)***	0.056 (3.174)***	0.013 (1.162)	0.63E-02 (0.518)	0.39E-02 (0.252)
Energia en 1985	-0.561E-03 (-2.109)**					
Acueductos en 1985		-0.446E-03 (-2.090)**				
Alcantarillado en 1985			-0.340E-03 (-2.256)**			
Carreteras por area en 1990				-.547E-02 (-1.854)*		
Telefonia per capita en 1992					-.941E-02 (-1.754)*	
Energia (suscriptores per capita) en 1992						-0.0122 (-1.373)
Analfabetismo en 1991	-0.541E-03 (-1.791)*	-4.24E-03 (-1.630)	-0.432E-03 (-1.723)*	-0.196E-02 (-1.021)	-0.315E-03 (1.283)	-0.191E-03 (-.934)
R^2	0.175	0.173	0.196	0.153	0.128	0.089
DW	1.211	1.426	1.681	1.287	1.39	1.599
Estadístico F	2.230	2.191	2.553	1.807	1.546	0.983
n	24	24	24	23	24	23

*(**)[***] denota niveles de significancia del 10%(5%)[1%]

Cuadro 21

Estimaciones Panel Departamental en Niveles Infraestructura en Unidades Monetarias

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4
tendencia (λ)	-	-	-0.0229 (-1.14)	-0.0072 (-1.27)
empleo (β)	0.8031 (5.22)	0.6921 (6.71)	0.8448 (5.35)	0.8437 (5.35)
capital privado (α)	-0.2301 (-0.88)	-	0.7498 (0.84)	-
capital humano (ϕ)	-0.0979 (-0.63)	-	0.0289 (0.15)	-
capital público (γ)	0.2519 (4.52)	0.2368 (4.52)	0.2481 (4.44)	0.2573 (4.69)
R^2	0.7426	0.7415	0.7439	0.7431
F - "fixed effects" [H_0: $a_i = a_j$]	81.2840	82.3450	81.4020	81.7220
Significancia - F	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Número de Observaciones	300	300	300	300

Cuadro 22

Estimaciones Panel Departamental en Niveles Infraestructura en Unidades Físicas

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4
tendencia (λ)	-	-	-0.0197 (-0.96)	0.0115 (1.51)
empleo (β)	0.5556 (3.14)	0.8191 (6.49)	0.5890 (3.26)	0.6244 (3.47)
capital privado (α)	0.6899 (2.09)	-	1.4878 (1.66)	-
capital humano (ϕ)	-0.0613 (-0.38)	-	0.0412 (0.21)	-
suscriptores al servicio de energía (γ)	0.0535 (0.75)	0.1233 (2.02)	0.0677 (0.93)	0.0619 (0.85)
R^2	0.7051	0.6995	0.7061	0.7021
F - "fixed effects" [H_0: $a_i = a$]	125.7100	126.3300	125.5200	124.7900
Significancia - F	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Número de Observaciones	288	288	288	288

Cuadro 23

Estimaciones Panel Departamental en Diferencias Infraestructura en Unidades Monetarias

Todas las variables en logaritmos
Estadísticos t entre paréntesis

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4
constante (λ)	-0.0030 (-0.19)	-	-0.0025 (-0.17)	-
empleo (β)	0.5512 (3.54)	0.4167 (2.53)	0.5477 (3.54)	0.4073 (2.49)
capital privado (α)	0.4286 (0.66)	0.5502 (0.89)	-	-
capital humano (ϕ)	0.0196 (0.25)	0.0635 (0.75)	-	-
capital público (γ)	0.1652 (2.22)	0.0635 (0.75)	0.1734 (2.37)	0.0781 (0.94)
R^2	0.0706	0.0320	0.0689	0.0288
F - "fixed effects" [H_0: $a_i = a$]	-	2.1246	-	2.1232
Significancia - F	-	(0.00)	-	(0.00)
Número de Observaciones	275	275	275	275

CUADRO 24

EVOLUCION DE LA PTF POR DEPARTAMENTO

		PTF		PIB	
		Crecimiento Total	Desviación Estándar	Crecimiento Total	Crecimiento Prom. Anual
Crecimiento Alto	Guajira	111.47	0.39	312.15	12.53
	Intendencias y Comisarias	43.10	0.17	204.36	9.72
	Cundinamarca	28.81	0.11	61.81	4.09
	Risaralda	19.56	0.08	65.87	4.31
	Caldas	15.91	0.05	49.65	3.42
	Cauca	13.97	0.08	39.02	2.78
	Huila	13.68	0.05	58.21	3.90
	Choco	10.93	0.15	51.47	3.52
Crecimiento Medio	Meta	6.28	0.08	78.87	4.96
	Cordoba	5.43	0.04	51.82	3.54
	Nariño	4.23	0.05	30.69	2.26
	Bolivar	3.99	0.03	31.71	2.32
	Quindio	2.93	0.06	10.92	0.87
	Valle de Cauca	1.00	0.03	33.20	2.42
Crecimiento Bajo	Caqueta	-0.80	0.04	37.90	2.71
	Santander	-1.91	0.04	47.96	3.32
	Magdalena	-2.66	0.03	27.97	2.08
	Tolima	-3.50	0.05	31.18	2.29
	Santafe de Bogota D.C.	-5.86	0.02	40.21	2.86
	Antioquia	-6.41	0.02	34.04	2.47
	Atlantico	-9.42	0.06	23.22	1.75
	Cesar	-11.86	0.04	27.00	2.01
	Norte de Santander	-12.10	0.05	26.21	1.96
	Boyaca	-12.33	0.04	25.27	1.90
	Sucre	-21.54	0.06	13.86	1.09

Cuadro 25

Estimaciones Panel Industrial en Niveles 1974-1992

	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 5	Ecuación 6
empleo calificado	0.27	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28
	(10.21)	(11.67)	(11.60)	(11.43)	(11.37	(11.43)
empleo obrero	0.21	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	(8.19)	(8.00)	(7.92)	(7.94)	(7.89)	(7.90)
capital privado	0.64	0.36	0.36	0.37	0.39	0.37
	(42.21)	(15.83)	(16.12)	(16.93)	(18.24)	(17.21)
capital público		0.41				
		(15.41)				
Kms. de carreteras			0.42			
			(15.87)			
lineas telefónicas				0.40		
				(15.52)		
MW de capacidad instalada					0.39	
					(15.74)	
indice de infraestructura en unidades fisicas						0.41
						(16.10)
T	-0.04	-0.04	-0.02	-0.04	-0.04	-0.39
	(-22.44)	(-25.83)	(-9.53)	(-26.28)	(-27.53)	(-23.33)
R^2	0.77	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Estadistico-F						
H_0:[$a_1=a_2=...=a_n$]	77.86	89.43	90.27	89.65	89.95	90.63
significancia	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
Estadistico-t						
H_0:[$\alpha+\beta=1$]	7.30	-5.38	5.64	-5.27	-5.01	-3.73
significancia	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)

Notas: El estadístico-F prueba la hipótesis nula de que los interceptos son iguales para todos los sectores, es decir si existen efectos significativos a cada sector.
El estadístico-t prueba la hipótesis nula de que existen rendimietnos constantes a escala en el capital y el trabajo.
Entre paréntesis aparece el estadístico t de cada coeficiente

Se realizaron pruebas de estabilidad de los coeficientes utilizando la prueba de Chow. La hipótesis nula de estabilidad de los coeficientes se accepta con un 99% de confianza.

Cuadro 26

Productividad Marginal de los Stocks de Capital en Colombia

Stock	Nivel	Relación PIB/Stock	Elasticidad Mínima	Elasticidad Máxima	PMg Mínima	PMg Máxima
Capital Privado	Nacional	0.9543	0.4388	0.5737	0.4188	0.5475
Capital Público	Nacional	1.7258	0.0787	0.2349	0.1359	0.4055
Capital Público	Departamental	6.3671	0.2368	0.2573	1.5075	1.6385
Capital Privado	Industrial	0.9201	0.3612	0.6432	0.3323	0.5918
Capital Público	Industrial	0.2949	0.3945	0.4201	0.1163	0.1239