

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---



**ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA**

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA  
DE TRANSPORTE EN EL DESARROLLO ECONÓMICO  
Y LA PRODUCTIVIDAD REGIONAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**DOCTOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

PRESENTA:

**VÍCTOR MANUEL ISLAS RIVERA**



MÉXICO, D. F.

NOVIEMBRE DE 2015



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México D.F., siendo las 11:00 horas del día 19 del mes de octubre del año 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:

Impacto de la inversión en infraestructura de transporte en el desarrollo económico y la productividad regional.

Presentada por el alumno:

<u>Isias</u>	<u>Rivera</u>	<u>Victor Manuel</u>
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro: 

B	0	9	1	0	9	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

**DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Gerardo Angeles Castro

Dr. Miguel Flores Ortega

Dr. Humberto Rios Bolívar



Dr. Genaro Aguilar Gutiérrez

Dra. Alicia Bazarte Martínez

S.E.P.  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
E.S.E.  
SECCION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACION

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Adrián Hernández Del Valle



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESIÓN DE DERECHOS*

En la Ciudad de México, D.F., el día 19 del mes de octubre del año 2015, el que suscribe **Víctor Manuel Islas Rivera** alumno del Programa de **Doctorado en Ciencias Económicas**, con número de registro **B091095**, adscrito a la **SEPI ESE-IPN**, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Gerardo Angeles Castro y del Dr. Miguel Flores Ortega** y cede los derechos del trabajo titulado **IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y LA PRODUCTIVIDAD REGIONAL**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Felipe de la Garza #694. Colonia Juan Escutia. Delegación Iztapalapa. México D.F. (C.P.09100) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**D. EN C. (C) VÍCTOR MANUEL ISLAS RIVERA**  
Nombre y firma del alumno(a)

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos aquellos que me han ayudado, directa o indirectamente, para la realización de mis estudios.

A mi familia, en especial a mis hijos, que son la fuente más importante para seguirme esforzando y no caer en el conformismo o la autocomplacencia.

Al Instituto Politécnico Nacional, que es el sostén fundamental de la formación profesional y tecnológica que existe en México, y sin el cual no se entendería el valor de la educación pública como motor de la vida nacional.

A la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía. En particular, le agradezco al profesor Genaro Aguilar por su orientación en el tratamiento del tema de desarrollo económico, que ha sido la base del presente trabajo. Al profesor Humberto Ríos le debo mi reinserción en los temas econométricos y su rigor académico. También recibí el apoyo de los profesores Miguel Flores y Alicia Bazarte, quienes compartieron sus invaluable conocimientos para lograr la culminación de la presente tesis. Además, sin lugar a dudas, agradezco el apoyo y consideración del M. en C. Hector Allier C.

Por supuesto, le agradezco todo su apoyo al profesor Gerardo Ángeles Castro, que es mucho más que un director de tesis, un ser humano y amigo insuperable. Sin él no hubiera salido de mi ostracismo burocrático.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	i
GLOSARIO.....	iii
SIGLAS.....	V
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xi
<b>CAPÍTULO 1. LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL TRANSPORTE Y EL DESARROLLO ECONÓMICO.</b>	<b>1</b>
1.1. El transporte y el crecimiento económico.....	1
1.2. El debate sobre el impacto del sector transporte en el desarrollo regional.....	6
1.3. La medición del desarrollo regional generado por el sector transporte.....	11
1.4. La inversión en Transporte y el incremento en la productividad. ....	13
<b>CAPÍTULO 2. LA POLÍTICA DE INVERSIÓN EN TRANSPORTE Y EL DESARROLLO REGIONAL EN MÉXICO.</b>	<b>18</b>
2.1. Evolución de la inversión en infraestructura de transporte en México. ....	18
2.2. Las regiones económicas de México y los resultados de la política estatal de desarrollo regional.....	26
2.3. Principales resultados de la inversión en infraestructura de transporte carretero en las regiones económicas de México.....	38
<b>CAPÍTULO 3. MEDICIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN TRANSPORTE AL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS REGIONES ECONÓMICAS DE MÉXICO.</b>	<b>46</b>
3.1. Alcances en la medición de la productividad regional en México.....	47
3.2. Eficiencia técnica (Farell, 1957).....	49
3.3. Medición de la eficiencia técnica en el transporte carretero.....	59
<b>CAPÍTULO 4. CONTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN LA CONVERGENCIA REGIONAL EN MÉXICO.</b>	<b>68</b>
4.1. Aschauer y el debate sobre el impacto de la inversión en infraestructura.....	68
4.2. Barro y el debate sobre convergencia regional.....	72
4.3. Convergencia regional en México: antecedentes.....	75
4.4. Medición de la convergencia absoluta en el periodo 1940-2010.....	77
4.5. Expansión de la red carretera en México. ....	81
4.6. Infraestructura carretera y convergencia regional en México.....	84
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>104</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 2.1. Inversión pública federal en transportes y PIB total.....	20
Figura 2.2. Población total en cada una de las regiones del país (1940-2010).....	29
Figura 2.3. Dinámica de la población urbana en las regiones del país, 1900-2010.....	30
Figura 2.4. Dinámica del producto interno bruto regional en el país.....	33
Figura 2.5. Dinámica de la participación regional en el PIB nacional.....	35
Figura 2.6. Producto interno bruto per cápita en las regiones del país.....	36
Figura 2.7. Participación regional en las grandes divisiones económicas del PIB, 1995.....	37
Figura 2.8. Participación regional en las grandes divisiones económicas del PIB, 2010.....	38
Figura 2.9. Carreteras pavimentadas en cada región económica.....	41
Figura 2.10. Carreteras de dos, cuatro o más carriles por región en el país.....	42
Figura 3.1. Eficiencia técnica y eficiencia en la asignación de recursos.....	52
Figura 3.2. La frontera estocástica de la función de producción.....	54
Figura 3.3. Método DEA.....	56
Figura 4.1. Desviación estándar de logPIBpc.....	79
Figura 4.2. Relación entre la tasa de crecimiento del PIBpc y el logPIBpc inicial (sin considerar a BCS, Campeche y Tabasco).....	80
Figura 4.3. Crecimiento del PIB nacional y la densidad carretera.....	83
Cuadro 2.1. Participación relativa de los transportes en la inversión pública federal.....	21
Cuadro 2.2. Inversión pública federal en transportes en relación al PIB nacional.....	22
Cuadro 2.3. Distribución de la IPF entre modos de transporte.....	24
Cuadro 2.4. Distribución de la población por región económica.....	29
Cuadro 2.5. Porcentaje de población urbana en las regiones del país.....	30
Cuadro 2.6. Evolución de la pobreza, a nivel nacional y regional, 2008-2014.....	31
Cuadro 2.7. Evolución de la pobreza extrema, nivel nacional y regional, 2008-2014.....	32
Cuadro 2.8. Producto interno bruto nacional y regional (millones de pesos de 1993) .....	33
Cuadro 2.9. Participación regional en el PIB total nacional.....	34
Cuadro 2.10. PIB per cápita nacional y regional (millones de pesos de 1993).....	35
Cuadro 2.11. Crecimiento regional de la infraestructura carretera en México.....	40
Cuadro 2.12. Distribución del acervo de carreteras pavimentadas en México.....	41
Cuadro 2.13. Densidad carretera en las regiones del país, 1940-2010.....	43
Cuadro 2.14. Cobertura poblacional de los acervos carreteros en las regiones del país (metros pavimentados por habitante), 1940-2010.....	44
Cuadro 2.15. Productividad regional de la infraestructura carretera pavimentada.....	45
Cuadro 2.16. Productividad per cápita regional de la infraestructura carretera.....	45
Cuadro 2.17. Productividad económica regional del acervo total de infraestructura carretera, 1940-2010.....	46
Cuadro 3.1. Resultados globales en la medición de la eficiencia técnica regional.....	62
Cuadro 3.2. Resultados en la medición de la eficiencia técnica regional.....	63
Cuadro 3.3. Resultados por modelo en la medición de la eficiencia técnica (2010).....	64
Cuadro 3.4. Resultados globales en la medición de la eficiencia técnica estatal.....	65
Cuadro 3.5. Resultados en la medición de la eficiencia técnica, estatal.....	65
Cuadro 3.6. Resultados por modelo en la medición de la eficiencia técnica estatal.....	68

Cuadro 4.1. Resumen de resultados de las estimaciones de tasa de convergencia absoluta.....	81
Cuadro 4.2. Evolución de la densidad carretera en las entidades federativas de México (metros de carreteras totales por kilómetro cuadrado de superficie).....	84
Cuadro 4.3. Variables a incluir en las regresiones de convergencia condicional en México (1941-2010).....	86
Cuadro 4.4. Regionalización empleada para el análisis de convergencia.....	87
Cuadro 4.5. Corridos básicos de convergencia condicional, 1941-2010.....	87
Cuadro 4.6. Corridos básicos de convergencia condicional en México (1994-2010).....	90

## GLOSARIO

**Acervos de infraestructura terrestre:** Es la cantidad acumulada de kilómetros de caminos y carreteras con las que dispone una región para su comunicación por medio de vehículos terrestres.

**Autotransportistas:** Son las empresas o los grupos de personas que se organizan para realizar el servicio de transporte por medio de autobuses de pasajeros o camiones de carga, ya sea por medio de un pago o un contrato con el usuario.

**Carreteras pavimentadas:** Son aquellos caminos y autopistas que cuentan con una superficie de rodamiento de mezclas asfálticas tales que permiten su circulación bajo la mayoría de las condiciones climáticas.

**Cobertura poblacional de la infraestructura:** Es un indicador del beneficio social de la infraestructura y se mide en metros de carreteras pavimentadas por habitante.

**Convergencia regional:** Es el proceso mediante el cual las diferentes entidades geográficas que componen una región económica van reduciendo precisamente esas diferencias en algún indicador específico

**Demanda de transporte:** Es la cantidad de viajes, vehículos, pasajeros, toneladas o servicios de traslado que un usuario le solicita a una empresa para atender sus necesidades de movilidad en un espacio y tiempo determinados.

**Densidad carretera:** Es un indicador de la cantidad relativa de infraestructura carretera de que dispone una determinada región para comunicarse, y se mide en metros de carreteras pavimentadas por cada kilómetro cuadrado de superficie.

**Desarrollo económico** (Urquidi, 1998): Es aquel nivel de crecimiento del PIB (acompañado de una distribución del ingreso y una participación política) que alcanza una sociedad dado el desarrollo tecnológico y social vigente.

**Desarrollo regional equilibrado:** Es el que se presenta cuando las diferentes entidades geográficas de una región económica tienen bajas disparidades en los diferentes parámetros con los que se mide el desarrollo económico.

**Eficiencia técnica** (Farrel, 1959): Se refiere a la comparación entre la productividad obtenida con los valores de insumos y productos del caso en análisis, en relación con los valores que se obtendrían con los valores óptimos de insumos y producción, que están definidos en términos del máximo nivel de producción que puede ser alcanzado dado el nivel de insumos, o el mínimo nivel de insumos que pueden ser usados para producir un determinado nivel de producción, esto es, en términos de la frontera de producción

**Función de producción:** Es aquella que está definida por el máximo nivel de producción alcanzable, con una cierta combinación de insumos, o, alternativamente, la menor cantidad de insumos necesaria para producir una cantidad de producto.

**Infraestructura y equipo de transporte:** Se trata de los insumos materiales básicos para la realización del servicio de transporte.



**Inversiones públicas:** Son aquellas erogaciones que realizan los gobiernos para diseñar, construir y dar mantenimiento a los acervos de capital de uso o propiedad pública.

**Isocuanta:** Son el espacio geométrico de las combinaciones de insumos o recursos que pueden generar el nivel de producción requerido.

**Modo de transporte:** es una entidad con ciertas características físicas, tecnológicas, operativas y administrativas que se traducen en un servicio con una forma de traslado con una calidad específica.

**Movilidad:** Son las necesidades de traslado de los habitantes de una determinada región para cambiar de ubicación en la misma dado que se encuentran ellos o sus bienes en un lugar pero requieren estar en otra parte de la misma región, bajo ciertos atributos del viaje: origen, destino, propósito, modo de transporte, etc.

**Obras marítimas:** Son las acciones de diseño, construcción y mantenimiento que reciben inversión pública o privada para mejorar o posibilitar la operación portuaria: muelles, escolleras, canales de navegación, instalaciones para maniobras, faros y señalamiento, etc.

**Productividad regional:** Se refiere al nivel de producto interno bruto generado en relación a la cantidad de habitantes de una región determinada.

**Productividad regional de la infraestructura carretera pavimentada:** Se refiere, en el presente trabajo, a la relación entre el nivel de actividad económica de cada región y la disponibilidad de infraestructura carretera pavimentada, y se calcula como la productividad (medida en función del producto interno bruto regional, en pesos de 1993) dividida entre el total de kilómetros de carreteras pavimentadas disponibles.

**Transporte** (Muñoz De Luna, 1976): Es un proceso tecnológico, económico y social que tiene la función de trasladar en el espacio a personas y cosas, preservando sus características esenciales, cuantitativas y cualitativas.

**Transporte carretero:** Es todo aquel transporte que utiliza la infraestructura vial disponible en la región, esto es, caminos, puentes, enlaces, instalaciones viales, etc.

**Urbanización:** Es el proceso mediante el cual se incrementa la proporción de personas que viven en las ciudades de una región, ya sea por efectos de migración desde las zonas rurales y externas a la región, o por crecimiento poblacional endógeno en la misma ciudad.

**Vías férreas:** Se refiere no sólo a los durmientes y los rieles, sino también al conjunto de instalaciones ferroviarias que posibilitan el desplazamiento de los trenes, por lo que incluye los sistemas de señalamiento y control, puentes, etc.

**Volúmenes de carga:** Se refiere a la cantidad de toneladas-kilómetro que se generan entre dos puntos específicos (i.e., origen y destino) de una red de transporte.

## SIGLAS

<b>BIE</b>	Banco de Información Económica.
<b>DEA</b>	“Data Envelopment Analysis” (Análisis de envolvente de datos).
<b>DMU</b>	“Decision Making Unit” (Unidades tomadoras de decisiones).
<b>EUM</b>	Estados Unidos Mexicanos.
<b>FFCC</b>	Ferrocarriles.
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Geografía y Estadística (antes, Instituto Nacional de Geografía e Informática).
<b>IPF</b>	Inversión Pública Federal.
<b>CCR</b>	Modelo de Charnes, Cooper y Rhodes,
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto.
<b>PIBpc</b>	PIB por habitante (“PIB <i>per cápita</i> ”).
<b>PEF</b>	Presupuesto del Poder Ejecutivo Federal.
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
<b>TFP</b>	Productividad Total de los Factores (“Total Factor Productivity”)

## RESUMEN

El interés principal del presente trabajo es de contribuir a un análisis más sustentado en el debate sobre el frecuente argumento de que las inversiones en infraestructura de transporte son un "detonador" del desarrollo, que tienen una gran capacidad de "arrastre" de la economía, que permiten un desarrollo regional más equilibrado o que incluso son la parte esencial de la competitividad de las regiones.

Para ello, después de la revisión de algunas de las principales aportaciones al debate, nuestro análisis se concentra en algunas variables muy específicas, buscando la aplicación de herramientas analíticas (el método de la envolvente de datos y los modelos basados en la teoría de la convergencia regional) a la información disponible para el período 1940 a 2010.

Sobre el problema de la eficiencia en el uso de los acervos carreteros se encontró que sólo una región y muy pocas entidades federativas alcanzan siempre la calificación máxima, mientras que el resto quedaron por abajo de dicho objetivo, es decir, son ineficientes. Así, no hay un manejo eficiente de los acervos carreteros, tanto a nivel regional como a nivel de las entidades federativas, aunque esta situación de eficiencia (o ineficiencia) no sea homogénea.

Adicionalmente, para el análisis de la posible contribución de las carreteras al desarrollo regional se realizó la aplicación del marco conceptual que estudia el proceso de convergencia regional, particularmente basado en las aportaciones metodológicas de Barro y Sala-i-Martin. Para ello, se tomó en cuenta el trabajo previo que sobre convergencia absoluta y convergencia condicional se ha realizado en México. El análisis realizado nos indica que no hay muchos argumentos (ya sea en términos de significancia estadística o de contribución relativa) para aceptar que los acervos carreteros estén contribuyendo para la convergencia en el desarrollo económico regional.

En base a lo anterior, la conclusión central de la presente investigación es que no hay elementos firmes para sustentar la idea de que los proyectos de transporte sean usados con eficiencia para impulsar el crecimiento económico de las diferentes entidades federativas y mejorar la productividad regional o que se esté contribuyendo a la convergencia regional.

Finalmente, con los resultados de este trabajo se plantean algunas recomendaciones de política, entre las que pueden destacarse las siguientes. Primero, la inversión en transporte debe verse más como un complemento indispensable para otros proyectos de actividad económica productiva pero no suficiente por sí misma para generar el desarrollo económico en forma aislada. Así, se requiere el monitoreo permanente del incremento real de las actividades económicas que se esperaba que fueran incentivadas por el incremento de los acervos carreteros. En especial, interesa la comprobación de que la mejora de la gestión de la infraestructura carretera (incremento cuantitativo, cualitativo y su preservación) se está traduciendo en la reducción de los costos de traslado de los habitantes y sus bienes. Sólo con esta reducción se podría argumentar

que se está aumentando así la accesibilidad y la atractividad de las regiones, con un probable impacto positivo en la productividad agregada y en el PIB.

Segundo, para una mayor integración regional (dentro de las regiones) debe asegurarse que la mayor parte de los sectores de la población puedan beneficiarse de los incrementos en la accesibilidad a áreas de mayor desarrollo económico y no solamente aquellos que dispongan de los recursos para pagar altos costos por el uso de la infraestructura carretera.

Tercero, se debe evitar el error de suponer que, con más carreteras, se van a desarrollar, automáticamente, las regiones más rezagadas: el caso del Sureste mexicano muestra claramente que esto es una falacia. El transporte funciona más como un apoyo y refuerzo que un factor generador de desarrollo económico. Éste es generado si y sólo si todos los ingredientes para el crecimiento están presentes, incluyendo la coordinación y la participación de los actores económicos y sociales que intervienen en el proceso de desarrollo regional.

Cuarto, de nuestro trabajo no podemos inferir que necesariamente debe reducirse la inversión en infraestructura carretera, sino que debe usarse más eficientemente y comprobando que se alcanzan los objetivos de desarrollo asociados al uso creciente de una mayor accesibilidad en las regiones o entidades federativas. Por el contrario, probablemente se requieren proyectos verdaderamente multimodales lo que implica un mayor nivel de inversión en todos los modos de transporte, muy especialmente en los ferrocarriles y los puertos mexicanos, a fin de colocarlos en la situación que permita explotar sus ventajas de gran capacidad y bajo costo. Por supuesto, tales inversiones también deberán estar sustentadas en criterios de eficiencia y equidad regional.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this paper is to contribute to a more sustained analysis in the debate about the frequent argument that transport infrastructure investments are a "detonating fuse" of development, that they have a great ability "to pull" the rest of the sectors of economy, that they allow a more balanced regional development, or even that they are the essential element of the competitiveness in all the regions.

Given that purpose, after reviewing some of the main contributions to the debate, our analysis focuses on some very specific variables, seeking the application of analytical tools (the envelope data method, and the models based on the regional convergence theory) to the data available for the period from 1940 to 2010.

On the problem of the efficiency of road stocks we found that only one region and very few states always achieve the highest rating, while the rest were below that target, that is, are inefficient. Thus, in general terms, there is an inefficient management of road stocks collections, either regionally or in terms of the states, although this lack of efficiency is not homogeneous.

Moreover, in order to analyze the possible contribution of roads to regional development we applied the theoretical framework that studies the process of regional convergence, particularly based on the methodological contributions made by Barro and Sala-i-Martin. In order to be congruent, we took into consideration the previous work that has been made in Mexico about absolute convergence and conditional convergence. Our analysis indicates that there are not many arguments (either in terms of statistical significance or relative contribution) to accept that the road stocks are contributing to the regional convergence in economic development.

Based on the above, the central conclusion of the present research is that there is no strong evidence to support the idea that transportation projects are used in an efficient way in order to promote economic growth in the Mexican improving their regional productivity, or contributing to regional convergence.

Finally, the results of this work will raise some policy recommendations, among which the following stand. First, road transport investments should be seen more as an essential complement to other projects of productive economic activity but not really as sufficient by itself to generate economic development in isolation. Thus, it is required the permanent monitoring of the actual increase in economic activities supposed to be fueled by the increase of road stocks. In particular, we must be sure that the improvements in the management of road infrastructure (quantitative increase, qualitative upgrade and preservation) are resulting in reduced travel costs of the people and their property. Only this cost reduction could be used as an argument that we are increasing the accessibility and attractiveness of regions, with a likely positive impact on aggregate productivity and GDP.

Second, to further regional integration (within regions) must ensure that most of the sectors of the population can benefit from the increase in accessibility to areas of greater

economic development and not only those privileged sectors that have the resources to pay high fees for the use of road infrastructure.

Third, we must avoid the mistake of assuming that the most backward regions will be developed, automatically, just with more roads: the Mexican Southeast shows clearly this fallacy. The transport functions more as a support and reinforcement of economic development process than a generator of it. In fact, development is generated if, and only if, all the ingredients for growth are present, including coordination and participation of all actors in the process of economic and social regional growth.

Fourth, our work can not necessarily infer that investment in road infrastructure should be reduced, but we must use it more efficiently and making sure that we achieve the goals of development that we could obtain from an increased use of greater accessibility to the Mexican regions or states. Moreover, probably we need truly multimodal projects which imply a higher level of investment in all transport modes, especially in Mexican railways and ports in order to place them in the situation that allows exploiting their advantages of high capacity and low cost. Of course, such investments also must be sustained by criteria of regional efficiency and equity.

## INTRODUCCIÓN.

La presente investigación surge de la necesidad de contar con elementos tales que permitan determinar cada vez con una mayor precisión la aportación real que tiene un nuevo proyecto de infraestructura de transporte en el desarrollo económico de la región en la cual se construye y se pone en operación. Esto permitiría contribuir a esclarecer el papel que juega realmente dicha inversión en infraestructura de transporte como “catalizador” del crecimiento económico, en particular en épocas de crisis y estancamiento. La importancia de encontrar mejores elementos cuantitativos para el análisis de la relación que existe entre la inversión en transporte y el desarrollo regional tiene diferentes vertientes no excluyentes entre sí.

Por una parte, existe la creencia muy difundida de que existe una fuerte correlación entre la inversión en infraestructura de transporte (y, en particular, en carreteras que faciliten el crecimiento del tráfico vehicular) y el “impulso” al crecimiento económico, y que esta correlación es mucho mayor que cualquier otra que existiera entre el crecimiento económico y la inversión en otro tipo de infraestructura e incluso otras actividades económicas. Por supuesto, esta creencia lleva a una toma de decisiones que puede involucrar cantidades de recursos económicos que pueden afectar las finanzas de los gobiernos locales o incluso del gobierno federal. Por ejemplo, ya en un estudio realizado antes por el autor del presente trabajo (Islas, 1990), se encontró que la inversión en infraestructura de transporte representó, en promedio, una cuarta parte de la inversión total del gobierno federal mexicano entre los años 1952 a 1985.

Por otra parte, también es fácil documentar la frecuencia con la que se usa la inversión en carreteras como uno de los principales medios para disminuir el diferente nivel de desarrollo económico de las regiones o entidades federativas. Así, a partir del reconocimiento del atraso que muestra, por ejemplo, el sureste mexicano, es notable como se han canalizado recursos para la construcción de carreteras que mejoren la accesibilidad de áreas antes solo alcanzables por medios aéreos, fluviales o brechas peligrosas. Sin embargo, esta dotación de infraestructura ha llevado a una aparente paradoja: ahora se tienen entidades federativas como Chiapas o Oaxaca que se encuentran con unos niveles de red carretera que resultan muy por encima del promedio de kilómetros de carretera por habitante o por unidad de producción agrícola o industrial, que se observan en el resto de las entidades del país. Ciertamente, muchas de sus carreteras muestran unos niveles de utilización muy bajos. Peor aún, no parece haber ningún efecto notable de dichas inversiones en infraestructura y el desarrollo económico de las entidades mencionadas.

El reconocimiento del anterior hecho, aunado a algunos otros factores (incluso, muy probablemente ligados a una congruencia ideológica), ha causado que la inversión en infraestructura de transporte haya disminuido abruptamente. Así, desde mediados de la década de los noventa, su participación en la inversión pública federal difícilmente rebasa, en promedio, el ocho por ciento del total. En cambio, es la inversión privada la que ha participado, con muy marcada variabilidad, en el financiamiento de la infraestructura de transporte. La principal consecuencia de esta situación radica en el criterio que ahora predomina en la selección de los proyectos en los que se va a invertir: la más rápida recuperación posible de la inversión realizada (i.e., la más alta tasa interna

de retorno). Esto tiene implicaciones importantes para el desarrollo regional, porque bajo este criterio son ahora las regiones ya desarrolladas, con el mayor grado de urbanización e industrialización las que resultan beneficiadas por la dotación de infraestructura. Así, se fortalece y retroalimenta la tendencia a la concentración de infraestructura en las regiones y ciudades ya desarrolladas, fomentando el ensanchamiento de la disparidad entre las regiones ricas y las regiones pobres del país.

Conviene mencionar que incluso la participación de la inversión pública en infraestructura muestra un claro sesgo que puede beneficiar la selección de proyectos en las regiones del país que ya están relativamente más desarrolladas. Esto se debe a que la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (en adelante, SHCP) tiene como requisito para el registro de un proyecto en la “cartera de proyectos” a ser incluidos en el presupuesto del ejecutivo federal (el “PEF”) y así ser apoyados, (aunque sea parcialmente con recursos públicos), a que la “Tasa Interna de Retorno” del estudio socio-económico (bajo la tradición anglo-sajona del análisis costo beneficio) sea superior al 12% (SHCP, 2008). Independientemente, de las virtudes o deficiencias de la metodología impuesta por la Unidad de Inversiones de la SHCP, el problema radica en que la metodología tradicionalmente aceptada en la práctica sólo considera como beneficios socio-económicos a los derivados a los ahorros en los tiempos de recorrido de los usuarios (pasajeros o carga), en los costos de operación de los vehículos a circular en las nuevas carreteras (por ejemplo), en la reducción del impacto ambiental derivada del nuevo proyecto y en la reducción de accidentes (todo “debidamente” traducido o expresado en términos monetarios). En otras palabras, se excluye la posibilidad de incluir el impacto del proyecto de transporte en el desarrollo económico de las zonas o regiones a las que el proyecto daría servicio. Esta exclusión se debe, fundamentalmente, a la carencia de métodos y modelos que puedan aportar, de manera creíble y fundamentada, una adecuada medición de dicho impacto, entendiendo por “adecuada” a que tenga una sólida base teórico-metodológica y una evidencia empírica basada en datos comprobables y no en intenciones o buenos deseos.

Por supuesto, la intención del presente trabajo de investigación no es el diseño de una metodología que subsane los problemas específicos de toma de decisiones de ciertas oficinas gubernamentales. La mención de dichos problemas, sólo nos sirve para ilustrar la importancia económica del tema. En realidad, el problema conceptual y metodológico trasciende la operatividad de una decisión específica. Así, el elemento central del presente trabajo no es sólo corroborar la hipótesis de que existe dicha alta correlación positiva entre crecimiento del PIB y la productividad regional y la dotación de infraestructura de transporte con que cuentan las diferentes regiones del país, sino explorar cuáles serían los lineamientos de política pública que permitirían maximizar tales beneficios. Estos lineamientos de política deben corresponder a un contexto específico de políticas y estrategias de desarrollo regional y local, por lo que no se puede obviar esta interrelación conceptual y metodológica.

Para la exposición de los resultados obtenidos, este trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera.

En el primer capítulo se presenta un resumen del análisis realizado sobre estado actual de la investigación, nacional e internacional, sobre la temática de la medición de la



relación entre infraestructura de transporte y el desarrollo regional. Después, el segundo capítulo muestra la revisión estadística que hemos realizado de dicha interrelación, enfatizando la descripción de la forma como ha evolucionado la dotación relativa de infraestructura de transporte a lo largo del territorio nacional, preferentemente en el periodo 1940 a 2010.

Con estos elementos se pasa, en el tercer capítulo, a la parte más sustantiva del presente trabajo, mostrando los resultados de la medición de los indicadores parciales de productividad de la infraestructura de transporte, tanto a nivel de las regiones económicas como de las entidades federativas que las conforman. Con esto se procede a la revisión del marco teórico de la metodología empleada para el análisis subsecuente que se basa en la medición de la eficiencia técnica, siguiendo las ideas de Farrel (1957). Así, este capítulo finaliza con la presentación de los resultados de la aplicación de dicha metodología.

En el cuarto capítulo se realiza la exploración de la fundamentación teórica y empírica de la convergencia regional que puede estarse presentando en México y del papel que podría estar desempeñando la existencia de una creciente disponibilidad de infraestructura carretera en México. Es decir, se analiza si el incremento de la cantidad de acervos carreteros de las entidades federativas del país está contribuyendo al proceso de convergencia regional en el PIB per cápita. En este análisis se sigue la pauta metodológica de Barro y Sala-i-Martin, en particular porque permite hacer comparaciones con trabajos anteriormente realizados en México, dejando abierta la posibilidad futura de otros enfoques como la identificación de clubes de convergencia dentro del territorio mexicano.

El trabajo termina con una serie de conclusiones y recomendaciones que se derivan de los hallazgos realizados.

## **CAPÍTULO 1. LA MEDICIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL TRANSPORTE Y EL DESARROLLO ECONÓMICO.**

El debate sobre la inversión en infraestructura de transporte como motor de la economía tiene varias vertientes de análisis. En este capítulo se presenta una revisión de las principales ideas que alimentan a cuatro de estas vertientes que, es posible adelantar, no son necesariamente excluyentes.

### **1.1. El transporte y el crecimiento económico.**

Los siguientes autores representan quizás la corriente de pensamiento más frecuentemente observable en la bibliografía del análisis económico del transporte.

Para empezar, es muy frecuente la idea de que los transportes tienen una gran capacidad de “arrastrar” de la economía (Hall, 1998). Así, de acuerdo con el ritmo de los ciclos de 55 años de Kondratieff o de los ciclos de construcción intermedia de Kuznet (anidados en aquellos ciclos), cada recuperación económica positiva está asociada con un “embrague” de inversiones en transporte y comunicaciones, todo lo cual genera un potencial indirecto para el crecimiento urbano-regional: el barco de vapor, los trenes transcontinentales, y los aeroplanos son unos ejemplos de este tipo de impacto en los ciclos de desarrollo económico. Similarmente, los inicios de las curvas de recuperación de la economía están invariablemente marcados por grandes inversiones en transporte, como lo ejemplifican los casos de los “Metros” de Londres, París y Nueva York que entraron en operación alrededor del año 1900, las super-autopistas de Los Angeles y el túnel de Estocolmo, construidos alrededor de 1950.

Por su parte, para los planificadores del desarrollo regional, la estructura de los asentamientos humanos descansa en un instrumento de política pública que tiene tres vertientes: política social, economía y transporte. Sin embargo, el transporte es el elemento central de la gestión urbano-regional orientada a la creación de riqueza. La vinculación de la región con el mundo exterior determina su accesibilidad a recursos y mercados, por lo que sus carreteras, trenes, aeropuertos y puertos marítimos o terrestres determinan el potencial de la industria de la región y de su población. Así, la inversión en infraestructura en áreas que van desde proyectos de transporte a sistemas de tecnología de la información, es uno de los factores no excluyentes que se postulan frecuentemente asociados con el impulso al desarrollo económico de las ciudades y regiones (Marshall, 2000).

Tradicionalmente, en la literatura sobre el tema, las variables que mejor explican el éxito relativo en el desarrollo de ciertas regiones han sido valiosos insumos a la producción como el transporte y el capital humano. En un estudio de la línea ferroviaria Tokaido Shinkansen, Hoirota (1984) encontró que la tasa de crecimiento de sectores productivos (como la venta al mayoreo, la industria, la construcción, y la distribución minorista) fueron 16 a 34 por ciento mayores en ciudades que si contaban con estación del Shinkansen (Sands, 1993).

El problema que resalta al analizar los fundamentos de los estudios que tratan de analizar las relaciones entre las mejoras en transporte y la actividad económica son, con mucha frecuencia, sus débiles antecedentes teórico-metodológicos. Así, aunque algunos

autores de libros de Ingeniería de Tránsito y Transporte postulan una fuerte correlación entre el crecimiento económico y el incremento del tránsito vehicular, no parece haber un consenso final sobre las causas de esta correlación. Aún más, aunque hay evidencia empírica que apoya el hecho de que tanto el sector transporte como la economía muestran frecuentemente tasas de crecimiento sin precedentes, esto en sí mismo no es una evidencia de relación causal en una dirección específica. (Vickerman, 2001)

Bhatta y Drennan han analizado los beneficios económicos de largo plazo que provocan las inversiones públicas en transporte. (Batha, 2003) Ellos organizan la literatura sobre el tema en seis grupos de acuerdo con el tipo de beneficio que se pretende medir: producción, productividad, costos de producción, ingreso, valor de la propiedad inmobiliaria, empleo, salarios reales, tasa de retorno de la inversión y tiempo de viaje no comercial. La pregunta central que tratan de responder los artículos que los autores analizaron es en qué medida las inversiones públicas en transporte proporcionan tales beneficios económicos de largo plazo. La conclusión central de su artículo radica en que, si bien los diferentes estudios llegan a respuestas numéricas diferentes, la mayoría de ellos encuentran una relación positiva y estadísticamente significativa entre tales variables. Los planificadores de los sistemas de transporte involucrados en el esfuerzo de conseguir financiamiento para proyectos que están compitiendo por dichos recursos podrían beneficiarse de los métodos propuestos en la literatura actual para medir algunos de los efectos benéficos de los proyectos. Sin embargo, no parece contarse aún con una metodología confiable para estimar el impacto en el desarrollo económico de las regiones.

Por el contrario, otros autores no encuentran elementos para asegurar que la inversión en transporte sea un causal importante para el desarrollo económico. Quizás el principal argumento radica en la observación de que muchas áreas o regiones que han recibido un tratamiento favorable en términos de inversiones de transporte han mostrado un desempeño económico muy pobre.

El efecto que tienen las inversiones en infraestructura de transporte en el desarrollo económico no ha sido probado o establecido en una forma definitiva: en términos generales, no se ha demostrado que la inversión en transporte aumente el nivel de la actividad económica nacional o regional. (Grieco, 1994) Según este autor, en algunas áreas específicas, ciertos grupos de la población pueden beneficiarse de los incrementos en la accesibilidad a áreas de mayor desarrollo económico. Sin embargo, algunas formas de comercio e industria pueden incluso aislarse del aislamiento de un área como forma de protección contra competidores más eficientes. En ese orden de ideas, Vickerman afirma que la infraestructura redistribuye la actividad económica antes que crearla y es muy cuestionable la posibilidad de que las regiones atrasadas puedan mejorar significativamente por medio de la inversión en infraestructura de transporte. (Vickerman, 2002) En efecto, es muy probable que la inversión en infraestructura pública, incluso en proyectos de gran escala, solo tendrá un impacto insignificante el crecimiento económico, si constituye sólo una parte adicional irrelevante en comparación con el acervo actual de infraestructura pública existente. (Banister, 2000)

Una forma de reconciliar estas dos posturas extremas parece ser el reconocimiento de la complejidad del tema. Así, se debe analizar la inversión en infraestructura de transporte

como un complemento a otras condiciones previas que pueden ser aún más importantes, si es que se desea un desarrollo económico realista: la inversión en transporte es una condición necesaria pero no suficiente para el desarrollo económico (Banister and Berechman, 2000). Complementando esta idea, se reconoce que los proyectos de transporte no pueden, por ellos mismos, impulsar los beneficios del desarrollo económico o incrementar la productividad y competitividad regional. Sin las condiciones necesarias del mercado, la infraestructura de transporte solo generará, en el mejor de los casos, una mayor accesibilidad y otros beneficios asociados. Sin embargo, si las fuerzas del mercado están presentes, y si se diseñan y aplican adecuadas políticas públicas, un proyecto de transporte puede tener el potencial de promover el desarrollo local y regional (Berechman, 2001).

El transporte funciona más como un apoyo y refuerzo que un factor generador de desarrollo económico. Este es generado si todos los ingredientes para el crecimiento están presentes. Aquellos casos en los que el transporte es el factor limitante para el desarrollo no son raros. Sin embargo, los impactos del transporte varían ampliamente de acuerdo con la ubicación, el sector económico y el segmento del mercado laboral. (Llewelyn-Davies, 2002)

Por otra parte, donde ya hay una adecuada y bien conectada red de infraestructuras de transporte, como en el caso del Reino Unido, las inversiones adicionales no pueden traducirse, por sí mismas, en crecimiento económico. (Banister and Berechman, 2000) Así, en las redes de transporte ya maduras, se requiere una gran inversión para lograr un impacto significativo en el crecimiento económico como el que se observa al conectar mediante nuevos puentes a dos regiones económicas antes aisladas (Charlesworth, 1984) o al resolver grandes “cuellos de botella” (Vickerman et al, 1999). De otra forma, los efectos económicos o en el uso del suelo consecuentes de una inversión en nuevos transportes serán marginales. (ITC, 2002)

De los anteriores argumentos del debate resulta evidente el interés implícito por las implicaciones que pueden tener las inversiones en transporte en un contexto de planificación del desarrollo regional. Sin embargo, esa es una parte del debate que es conveniente mostrar agrupada en la siguiente sección, en la que se ha puesto énfasis en las aportaciones de autores mexicanos.

### 1.1.1. Relación entre el transporte y el crecimiento de la economía.

Existen algunos esfuerzos por encontrar una explicación más específica sobre los mecanismos o variables que provocan que el transporte impulse el crecimiento de la actividad económica. Por ejemplo, las medidas que reducen el costo del transporte pueden mejorar el desempeño económico en varias formas: los negocios pueden transferir hacia los consumidores los beneficios de los menores costos de producción por medio de menores precios, o pueden servir para posteriores mejoras en la eficiencia al reorganizar la producción y distribución. (SACTRA, 1999)

Observaciones recientes apuntan hacia la conclusión de que el crecimiento económico y el incremento del flujo vehicular no tienen el mismo ritmo porque éste último crece mucho más rápido que la economía en su conjunto. El resultado lógico es que la “intensidad de transporte” de la economía se ha incrementado, esto es, cada unidad de producto está asociado con una mayor cantidad de traslados de personas y cosas. (SACTRA, 1999)

Dos tercios del crecimiento de la productividad en la economía alemana es atribuido al sector transporte, mitad de lo cual es atribuible al transporte carretero por sí mismo. (Baum and Behnke, 1997) Igualmente, hay autores que postulan que el transporte público funciona como un bien público: mejor transporte significa empresas más eficientes. (Vickerman, 2001) No obstante, los impactos del transporte en el desempeño de los negocios (especialmente en su rentabilidad) no han sido realmente comprendidos. (Gerrard et al, 2002)

Sin embargo, quizás el enfoque que más ha predominado es el de la inversión agregada (el debate de Aschauer, que detallaremos después), que ha sido el tema central en la discusión que se ha tenido en las décadas pasadas (véase Aschauer, 1989, Munnell, 1992, Gramlich, 1994 y Transport Research Board, 1997). En este enfoque, la infraestructura es considerada como una inyección directa en la economía. Además, con una mejor accesibilidad, el movimiento de personas y cosas resulta menos costoso en términos de dinero o de tiempo, con lo que los costos de transportación disminuyen. Por ejemplo, la construcción de una vía férrea mejora la accesibilidad a aquellas partes de la región que se extiende dentro del corredor regional y se incrementa su ventaja relativa sobre otras áreas no servidas por la vía férrea. Ceteris paribus, las actividades deben orientarse hacia las estaciones localizadas a lo largo de los corredores ferroviarios, y este ajuste debe reflejarse en un incremento de los precios de los predios, esto es, en el valor de la tierra. (Giuliano, 1986)

De hecho, el tema de la accesibilidad ha sido usado para explicar porque Paris es más eficiente que Londres: es más denso en términos de puestos de trabajo y habitantes, y tiene mejores redes de transporte terrestre. De esta manera, los patrones pueden tener acceso a trabajadores en un radio de sesenta minutos, y los trabajadores pueden obtener más trabajos, logrando así que Paris en su conjunto obtenga más producto por menos insumos de salario y tiempo. (Darbéra, 1995)

La inversión en infraestructura puede ayudar a reducir la necesidad de capital y fuerza laboral conforme la productividad se incrementa. (Banister, 2000) Por cada millón de dólares invertidos en financiamiento de carreteras, la productividad del capital del sector privado se incrementa en 0.24%, mientras que la productividad total de los factores del sector privado se incrementa en 0.27%. (Aschauer, 1989 en Newman & Kenworthy, 1999)

Una conclusión preliminar es que la eficiencia de una ciudad o región está en función del tamaño de su mercado laboral y este, a su vez, está en función del tamaño de la ciudad. Sin embargo, ello depende de que la eficiencia se disemine y de que los viajes se realicen a una velocidad aceptable. Sobre esta base, Paris resulta más productiva que Londres porque está mejor equipada y la velocidad del transporte es superior debido a

las mayores inversiones realizadas en infraestructura en vialidad y transporte público. (Prud'homme et al, 1999)

Una proporción baja de los costos de transporte como parte de costo total de producción puede encubrir su importancia real. Las empresas están incrementando la externalización (“outsourcing”) de parte de sus operaciones como una estrategia para reducir costos. Sin embargo, un buen transporte es esencial para un funcionamiento eficiente de este modelo. (Echenique 2001)

La movilidad de las personas y los bienes es una condición previa para una mayor productividad y el crecimiento económico. La movilidad constituye así un factor muy importante en la dinámica del crecimiento económico. (Baum and Kurte, 2001)

No obstante, otros autores creen que los proyectos de transporte no son capaces de impulsar el crecimiento económico o mejorar la productividad o la competitividad regional. Así, aquellos sólo pueden reforzar la presencia de las necesarias condiciones de mercado. (Berechman, 2001)

#### 1.1.2. Sobre la habilidad para atraer inversiones.

Existe una gran cantidad de argumentos favorables a la inversión en transportes como imán para atraer inversiones en otros sectores de la misma región. A continuación enlistaremos algunos de esos argumentos.

El argumento central radica en la idea de que sólo se atraen capitales a las zonas adecuadamente comunicadas (Voig, F, 1964, y Rees, P, 1976). Un estudio reciente encontró que el 51 por ciento de las compañías consideran al transporte con otras ciudades y con el exterior como factores completamente esenciales para los negocios en el momento de decidir donde establecerse (Healey & Baker, 1995). Similarmente, la investigación y medición de la actividad económica antes y después de la puesta en marcha del servicio de tranvías en la ciudad de Sheffield ha mostrado que el interés por invertir en esta ciudad se ha incrementado con dicho proyecto. (Llewelyn-Davies, 2002)

La ciudad de Oakland ha atraído grandes montos de inversión tanto pública como privada ostensiblemente en parte por las condiciones de excelente accesibilidad regional que proporciona el servicio del BART. (Cevero & Landis, 1996)

Cuando las empresas globales observan el panorama económico, se sienten atraídas por aquellas regiones y centros urbanos que cuentan con una combinación de atributos locales. Dichas empresas no se establecen en cualquier lugar. Los servicios de transporte y la infraestructura constituyen un importante componente de la competitividad de las empresas y de las regiones. (Gertler, 1996, citado por Donald, 2001)

La congestión para tener acceso al centro de las ciudades es un factor clave para la decisión de las empresas que se ubican en la parte exterior de las ciudades. (Boddy et al 1999).

En la encuesta de Healey y Baker's del año 2001 que mide la actitud en las mayores ciudades europeas de negocios, con base en una muestra de 500 compañías, un 58 por ciento manifestó que "el fácil acceso a los mercados, usuarios o clientes" era "absolutamente esencial" en el momento de decidir dónde ubicar su empresa. (COFAR, 2001) En ese sentido, varias encuestas en Francia mostraron que, cuando las empresas estaban en el proceso de seleccionar donde ubicarse, el TGV fue un factor muy frecuentemente considerado. (Streeter, 1993). Similarmente, un estudio reciente identificó que la existencia de adecuados accesos al transporte fue el principal factor al determinar la ubicación de las oficinas corporativas. (Core Cities Group, 2002)

No obstante, otros autores son más cautelosos sobre el tema. Por ejemplo, si bien se reconoce que las mejoras en transporte pueden ser una importante forma de retener a las empresas ya establecidas en el interior de las ciudades, pero no son una condición suficiente para retener a todas las empresas tomando en cuenta la dificultad para atraer a las empresas nuevas (Patterson & May, 1984 en Grieco, 1994)

En los mercados globales, los factores de influencia local tales como el transporte regional y urbano, tienen una importancia menor para las decisiones de localización, que están más probablemente ligadas a factores financieros y de mercado. En el caso de decisiones inter-urbanas o inter-regionales son otros factores de menor escala (tales como el estacionamiento y transporte público local) las que pueden asumir mayor importancia. (Scottish Executive, 2002)

Las mejoras en el transporte pueden facilitar o incluso precipitar las decisiones en torno a las inversiones o las fugas de capital de una región, pero sólo como parte de un análisis más amplio sobre sus implicaciones en la rentabilidad de los negocios (Whitelegg, 1985, en Grieco, 1994) En realidad, las nuevas inversiones en transporte tienen probablemente un impacto sólo marginal para atraer inversionistas o nuevos residentes, y son otras actividades promocionales y otras instalaciones las que tienen un impacto real en "vender la ciudad". (Lawless, 1999)

Walmsley y Perrett (1992:130) reportan varios ejemplos en los que las áreas en vías de depresión económica no logran revertir dicho proceso mediante un nuevo sistema de transporte público.

Incluso otros autores son opuestos a reconocer las bondades de la inversión en transporte. Así, Cervero y Wu (1998) concluyen que: "los resultados de nuestra investigación son consistentes con la idea de que son otros factores y no la accesibilidad lo que determina las decisiones locales metropolitanas." Por su parte, algunos autores sugieren que el uso de fondos públicos para financiar el desarrollo y construcción de infraestructura puede retrasar el crecimiento económico. Esto se basa en la teoría del 'congestionamiento' en la que se postula que la infraestructura es improductiva y usa recursos que podrían ser usados para inversiones privadas y productivas. Al competir por tales recursos se estarían ejerciendo presión sobre las tasas de interés, reduciendo así la rentabilidad de los proyectos de inversión privados. (Vickerman, 2002)

## 1.2. El debate sobre el impacto del sector transporte en el desarrollo regional.

Aunque pocos autores podrían oponerse a la idea de que las redes de transporte tienen una gran influencia en la estructuración del espacio físico en el que son construidas, el debate se ha centrado en dos temas específicos: por una parte, sobre la medida en la que el transporte ejerce realmente una influencia en el desarrollo de las regiones o ciudades (sobre todo en comparación con otros factores), y, por otra parte, los mecanismos mediante los cuales se ejerce dicha influencia.

### 1.2.1. El transporte y el desarrollo urbano y regional.

La teoría de la localización tiene una larga historia. Von Thünen (1826) trabajó el tema desde la perspectiva de la agricultura, Weber (1929) desde la visión de la industria, Christaller (1933) desarrolló su teoría del lugar central, y Lösch (1940) con una teoría general de localización, están entre los más conocidos.

Autores más recientes aportan algunos argumentos específicos: el transporte puede corregir el patrón de usos del suelo, y darle flexibilidad a la localización fabril (González, J, 1973 y Dickey, J, 1977); puede provocar el crecimiento económico en la zona de influencia (trazo, ruta, estación, etc.). (Togno, Francisco, 1975), E incluso puede modificar el valor de ciertos inmuebles. (Garduño, Javier, 1975). De hecho, Ryan (1999) trató de desarrollar, a partir de estudios empíricos, una explicación de la relación entre la inversión en infraestructura de transporte y el valor de los predios, encontrando que éstos últimos se incrementan en la proporción directa con el monto total de "ahorro", esto es, disminución neta en los tiempos de viaje de los usuarios.

Por su parte, un investigador que se ha distinguido por el estudio de los procesos de urbanización, como lo es Manuel Castells, ha analizado los efectos de la globalización económica y de las nuevas tecnologías de la información en la forma urbana futura. Castells afirma que las ciudades de base tecnológica representan "un nuevo espacio", localizado en centros a través de Europa, Asia y América, los cuales están insertados en una economía global y de la información, y que son fundamentalmente diferentes a cualquier fenómeno precedente. En ellas se intensifica la formación de una economía bipolar con una creciente distancia entre las educadas élites y las masas urbanas marginadas y "lumpenizadas" (Castells, 1993). Los estilos de trabajo de esta economía post-industrial se están separando de los valores culturales tradicionales de las comunidades: "el surgimiento histórico del espacio de los flujos ha rebasado el significado del espacio de las plazas o lugares" (Castells, 1998). En el mismo sentido Melvin Webber (*The Post-City Age*, 1968) ha expresado que las comunicaciones globales instantáneas y una economía mundial interconectada han provocado que el "lugar", esto es, la localización no tenga mucha importancia y están llevando al fin de las ciudades. Así, la "muerte" de la distancia significará que cualquier actividad que dependa solamente de un monitor de computadora o celular o del teléfono mismo pueda ser desarrollada prácticamente en cualquier parte del mundo (Cairncross, 1997).



En contrapartida, Sassen confronta a autores como Melvin Webber, pues afirma que una cierta cantidad de “ciudades globales” (esto es, lugares donde se concentran los bancos, las oficinas corporativas de las grandes empresas y los negocios de productos o servicios de alto nivel, tales como agencias de asesores, abogados y publicistas) han surgido como lugares estratégicos en la economía mundial. Decisiones tomadas en Londres, Tokio, Nueva York o Sidney afectan trabajos, salarios y la salud económica de lugares tan remotos de estas ciudades como serían Kuala Lumpur, Malasia o Sao Paulo en Brasil (Sassen, 1994)

El transporte público es frecuentemente justificado por su efecto positivo y directo en el crecimiento económico de las áreas de servicio, principalmente en los nodos (terminales y centros de intercambio o transbordo) y las áreas deprimidas o prioritarias. (American Public Transit Association, 1993, Pushkarev et al, 1982, Vuchic, 1981) (Huang 1996) De hecho, los impactos en el uso del suelo son mayores cuando las inversiones en transporte público ocurren justo en el momento previo al despegue del crecimiento regional. Los sistemas radiales pueden ayudar a fortalecer los centros históricos de las ciudades (Cervero, 1998).

Los negocios y actividades económicas y sociales se benefician del contacto directo (“cara a cara”) y del acceso a trabajo especializado que es posible gracias a las aglomeraciones urbanas, en particular en las áreas cercanas a las estaciones o terminales de transporte (Cervero and Landis, 1996) Bollinger y otros (1998) concluyeron en sus estudios que sus “resultados proveen la primera evidencia dura sobre el hecho de que las ventajas de los encuentros “cara a cara” son un factor determinante del monto de pago por la renta de oficinas. De hecho, este es uno de los factores más importantes en el pronóstico de monto de dichas rentas debido a diferencias en la localización. De hecho, la inversión en transporte público puede beneficiar a las empresas al ser un catalizador de la confianza de dichas empresas para formar “clusters” impulsados por otros factores ajenos al transporte (Hopkins, 1986 en Grieco, 1994).

El transporte eficiente permite la descentralización de las funciones e instalaciones. (Fuentes Delgado, R, 1960). Con ello, modifica los patrones urbanos y rurales decrecimiento, al corregir la tendencia en la localización de, principalmente, el empleo, la habitación y los servicios. (González, José, 1973, Coatsworth, John, 1976, y Krueckerberg, et al, 1978). Las empresas que se reubican distantes de los centros urbanos en respuesta a las políticas de administración de la demanda enfrentan un enorme reto (Gerrard et al, 2002)

La aglomeración de los productores lleva a una mayor productividad y, por tanto, un mayor ingreso de los poseedores de tierras, capital y mano de obra. Las vías de acceso permiten que los negocios se muevan a los suburbios lo cual le da a la empresa una ventaja en términos de rapidez de acceso a los mercados pero disminuye los beneficios de la aglomeración que recibiría una mayor comunidad de empresas. Los efectos en distribución del ingreso que traen las carreteras no son netos o sin costo para otros sectores. (Boarnet et al 2000) Probablemente, ello explica en buena medida por qué Londres, New York, Tokyo y Paris están consideradas como ciudades mundiales (véase a Llewelyn-Davies, The Bartlett School of Planning and Comedia, 1996).

En contrapartida a estas argumentaciones sobre el impacto positivo de la mejora del transporte, otros autores son mucho más escépticos. Así, Wegener (1995) afirma que la retroalimentación de los predios urbanos opera aún bajo condiciones de baja accesibilidad. Las pequeñas diferencias en accesibilidad están usualmente más que compensadas por ventajas como el aire limpio, quietud, cercanía al prestigio natural o social, y que cualquier diferencia en la atractividad restante es eliminada por la elasticidad-precio del mercado inmobiliario. Así, no es sorprendente que, bajo condiciones de accesibilidad ubicua, las mejoras monumentales al transporte no tienen un efecto importante en la decisión sobre la localización.

Para algunos investigadores, el transporte no parece tener una mínima importancia relativa para explicar la actividad de la mayoría de los negocios o su reubicación. Sólo 5 por ciento de los negocios encuestados mencionaron al transporte como uno de los factores clave. (Lawless, 1999). Así, es poco probable que las inversiones en transporte tengan un impacto importante en la distribución de la actividad económica. (Parkinson, 1981 en Grieco, 1994)

Además, las inversiones en nuevos sistemas de transporte crean zonas de vaciado económico, es decir, al atraer flujos monetarios a las zonas por donde circulan lo restan a otras zonas dando condiciones para su decaimiento. (Voigt, Fritz, 1964), pueden encadenar al flujo de bienes y personas a un espacio definido (puente, carretera, ruta, etcétera) (Voigt, Fritz, 1964), y pueden provocar también el aumento desmesurado del valor de la tierra, dando lugar a especulación y acaparamiento. (Coatsworth, John. 1976, y Dickey, John).

### 1.2.2. Sobre los instrumentos para el desarrollo regional y el papel del transporte.

En este debate, que parece centrarse en el análisis de los métodos y modelos de planeación regional y, en menor medida, sus relaciones con el transporte, destacan aportaciones de diversos autores. Para empezar, podemos resaltar a Richardson (1986) quien destaca importantes retos de la planeación regional como son: la conciliación de objetivos múltiples con conflictos de equilibrio (como son entre regiones, sectores e incluso entre metas de índole económica contra las de tipo social), la diversidad de variables exógenas al sistema además de las del tipo estocástico. Este autor menciona que además se tiene que confrontar a la decisión entre confiar en las fuerzas de mercado para asignar recursos o confiar en los subsidios para el movimiento de mano de obra y capital, de ésta última decisión realiza una revisión de las cualidades y limitaciones de las políticas aplicadas para cada opción. Para este autor, el transporte es uno más de los factores en análisis.

En este tipo de argumentaciones, se confronta con los análisis donde se le da al transporte una posición determinante en el desequilibrio en el desarrollo de las regiones. Por ejemplo, se tienen las afirmaciones sustentadas en un estudio auspiciado por la OCDE (1997), sobre la competitividad regional en México, donde se concluye que las principales carreteras involucradas en los proyectos de privatización realizados en la década de los noventa llevan a las ciudades fronterizas, ya sea desde la Ciudad de

México o de carreteras en los litorales. Así, dicho diseño favorece a los estados fronterizos, mientras que los estados en las rutas de tránsito podrían beneficiarse de los efectos indirectos. Sin embargo, en un clima de restricción presupuestal, el retiro de gobierno federal y de desconcentración de los presupuestos hacia los estados podría hacer más difícil sostener el nivel de inversión y mantenimiento para otras secciones de la red de carreteras, poniendo en desventaja a las regiones marginales y sus economías.

En un trabajo conceptual pionero, Antún (1989) considera el papel del transporte desde una doble perspectiva: como movilizador de factores para la producción y canalización del consumo a ciertas áreas de mercado preferenciales, así como estructurador del espacio (medio de acoplamiento interno y externo) o medio de intervención para una ordenación del territorio. Dichas perspectivas se insertan en el concepto de circuitos de acumulación regional, que pretenden identificar agentes económicos y redes de poder a nivel regional y extra regionales vinculadas a la región, caracterizando procesos de generación y retención de excedente económico. Entendiendo el transporte como materialización de un segmento de la circulación en dichos circuitos de acumulación.

Otro trabajo que resalta la importancia del papel del transporte en las políticas de desarrollo regional es el desarrollado por Polése (1998), quién matiza su importancia en el proceso de redistribución de las actividades económicas y del ingreso, con la finalidad de luchar contra las disparidades regionales de ingreso y empleo a través de políticas como subvenciones a la industria para influir en las decisiones de localización; inversiones en infraestructura; pagos de transferencia a las regiones desfavorecidas; transferencias a las personas. Destaca que el transporte y las comunicaciones juegan un papel relevante en la búsqueda de disminuir las desigualdades regionales, dado que pueden favorecer a una expedita movilidad de los factores de producción, promoviendo la centralización de la actividad económica, sobre todo en las primeras fases de desarrollo, ya que una disminución de los costos de transporte favorece la centralización de las actividades económicas más sensibles a las economías de escala y a las economías de aglomeración.

Por su parte, Ruiz Durán (1998) reconoce que la centralización de la producción será más elevada cuantos mayores sean las economías de escala, las economías externas, las tecnologías, o las agrupaciones empresariales ya existentes por ejemplo, y cuanto menores sean los costes de transportes, transacción y de información. De esta forma se reconoce como un factor de desarrollo endógeno a la infraestructura de transporte que junto con otros factores impulsen un crecimiento regional sostenido, mediante mejoras en la productividad y la competitividad de las empresas. Esta idea nos ha llevado a plantear en la presente propuesta una idea que parece poco explorada en la literatura sobre la aplicación de modelos de medición del desempeño económico de los sistemas de transporte: la inversión en infraestructura de transporte como parte de la formación de un *cluster* regional competitivo.

Otros autores que se han abocado al análisis del desarrollo regional en el caso específico de México también han incluido al transporte como un elemento explicativo de sus características. Una síntesis de dichos hallazgos se incluye a continuación.

Barkin y King (1978), resaltan los resultados de la aplicación de políticas de desarrollo regional basadas en inversiones en cuencas hidrológicas aplicados en diversas regiones de México a mediados del siglo XX y cuya principal variable de evaluación fue el ingreso nacional global, aunque también deben considerarse sus efectos sobre la oferta de los factores de la producción, así como los impactos regionales. Entre las actividades de fomento al desarrollo económico regional se encuentran las acciones de transporte que tienen el papel de mejorar el intercambio comercial entre las cuencas y otras regiones, esencialmente reduciendo los tiempos y costos de traslado destacando el caso exitoso de la cuenca de Tepalcatepec.

En el caso de Bassols (1979), quien describe las principales políticas mexicanas y algunos de sus resultados obtenidos durante el periodo 1934-1979, se resalta el papel del sector transporte y políticas gubernamentales de desarrollo regional en México. Nuevamente se manifiesta la concentración del crecimiento en algunas regiones metropolitanas del país, a través de varios indicadores de la actividad industrial. Propone “una política que combata la dependencia externa y se proponga por meta el robustecimiento de una economía de México y para México, además una política interna de carácter democrático, que tenga como metas el mejoramiento de las condiciones de vida de las clases populares, combata la concentración de la riqueza y se oponga a los poderosos intereses financieros de la gran burguesía monopolista nacional.”

Por su parte, Unikel y otros (1978), presentan un análisis de desarrollo urbano y su impacto en el desarrollo regional (para el año 1966), en el que utilizaron variables como la población y los flujos interurbanos, permitiendo definir sistemas de ciudades y su jerarquía, siendo la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el sistema principal seguido por los subsistemas de Monterrey; Guadalajara; el Bajío; Jalapa-Orizaba-Veracruz; Costa del Golfo de California; y Acapulco. La importancia del transporte se destaca a través del uso de matrices de flujo en las que se aprecia que las ciudades de menor jerarquía que forman parte de un subsistema registran la mayor proporción de sus flujos de tráfico carretero con la ciudad preeminente del subsistema al cual pertenecen, mientras que en la ciudades aisladas el intercambio más importante se realiza con la ciudad de México, aún en los casos en que estén situadas a menor distancia de otro subsistema.

En un trabajo más reciente, Muñoz Mejía (2002) resalta el papel del transporte en el desarrollo en México a través de una descripción de la evolución de la infraestructura carretera como sustento del desarrollo nacional y regional durante el periodo 1940-1990. Concluye, sin embargo, dista mucho de considerar a las carreteras como un detonador seguro del desarrollo puesto que “a lo largo del tiempo se muestra un interés sectorial ‘aislado’ por mejorar las condiciones de acceso y de bienestar de la población usuaria, ya que existe una total ausencia de coordinación y participación de los actores económicos y sociales que intervienen en el proceso de desarrollo regional”.

Finalmente, Aguilar y otros (1996), realizan la evaluación de las políticas urbano-regionales en el periodo 1978-1990, a través de la medición del impacto de la distribución de inversión ejercida en los principales centros urbanos. Concluyen que existe una alta coincidencia entre aquellos estados con mayores niveles de urbanización –los cuales poseen una mayor aportación del PIB debido a que su planta productiva es básicamente de base urbana – y aquellos que han recibido los mayores montos de la inversión pública, que parece reforzar la tendencia hacia la concentración urbana en las grandes ciudades y en un reducido grupo de ciudades intermedias.

### **1.3. La medición del desarrollo regional generado por el sector transporte.**

Algunos autores se han centrado más sobre el problema específico de las posibles formas de hacer una medición del desarrollo económico regional generado por el sector transporte, basándose en una metodología consistente y con aceptable sustento teórico.

Así, por ejemplo, Glen Weisbrod ha señalado que existe un cambio en los temas que atraen la atención de los investigadores y tomadores de decisiones relacionados con las inversiones en infraestructura de transporte. Así, del interés en la mejor determinación del beneficio económico que conllevan los ahorros en tiempos y costos de los usuarios del sistema de transporte, se ha pasado al estudio de los efectos que ocasiona el incremento en la accesibilidad y la mejora de la movilidad de bienes y personas en aspectos como son la integración de cadenas de suministro, la expansión de los mercados laborales, crecimiento del comercio, etc. Como es evidente, este tipo de efectos pueden ser muchos más importantes en el caso de proyectos de transporte vinculados con la conectividad de las redes internacionales de transporte, las actividades centrales de los centros logísticos y de distribución de las grandes empresas de alcance mundial, las terminales multimodales, los puentes fronterizos, entre otros casos. (Weisbrod, G., 2008)

Coincidente con el anterior autor, Khadaroo, en un artículo publicado casi simultáneamente, afirma que los incrementos en el nivel de capital empleado en el transporte, al reducir los costos de desplazamiento de bienes y personas y aumentando así la accesibilidad y la atractividad de las regiones, tiene un impacto positivo en la productividad agregada y en el PIB. Además de los factores mencionados por Weisbrod, Khadaroo señala dos que parecen cruciales en la productividad agregada: primero, el impacto positivo en la reorganización y la racionalización de la producción, en el proceso de distribución y comercialización y en el uso del suelo; y segundo, el condicionamiento positivo para el incremento de la inversión privada tanto local como atraída desde fuera de la región y dirigida al resto del aparato económico. (Khadaroo, 2008).

Sin embargo, como menciona Heiko Fritz, aunque la forma para realizar la medición de la productividad de una región es causa de mucho debate entre los economistas especializados en el tema, probablemente la medida menos controversial es el PIB per cápita. (Fritz, 2006) Por supuesto, uno de sus principales atractivos es la generalmente alta disponibilidad y confiabilidad de esta variable dentro de las estadísticas económicas

regionales. De hecho, es esta la primera opción de variable que se está contemplando en la presente propuesta. No obstante, no puede obviarse el hecho de que existe una diferencia conceptual entre esta variable y la productividad laboral. Así, estas diferencias deben tomarse en cuenta al momento de derivar las conclusiones sobre la profundidad del cambio provocado por las inversiones en transporte.

Finalmente, es importante señalar que, en un artículo publicado en 1998, Weisbrod plantea la posibilidad de medir el impacto de la mejora de una red de transporte mediante la combinación de modelos econométricos que midan el cambio en la productividad incluyendo como una de las variables explicativas precisamente a la accesibilidad, o su incremento, calculado a partir de los modelos clásicos de las cuatro fases, frecuentemente usados en los algoritmos de planeación del transporte. (Weisbrod, 1998) A pesar del atractivo teórico de la propuesta, no se han encontrado aplicaciones o nuevas propuestas teóricas de este o de algún otro autor.

#### **1.4. La inversión en transporte y el incremento de la productividad.**

Claramente, de este primer análisis del debate sobre el papel del transporte en el desarrollo de las regiones en las que opera, se puede comprobar no sólo la complejidad del tema en sí, sino la necesidad de seleccionar una herramienta de análisis que permita la incorporación de variables adicionales a la inversión en infraestructura de transporte, pero definiendo con mayor precisión la variable que simplifique pero represente significativamente el concepto de desarrollo regional. A continuación se incluye una primera selección de estudios que muestran o ejemplifican el tipo de modelos que se aplican o pueden aplicar especialmente para el tema que se está proponiendo.

De hecho, es perceptible una cierta tendencia reciente en la literatura por concentrarse en la medición de la productividad regional generada directamente por la inversión en infraestructura de transporte. Stephen Gibbons nos aporta algunas razones de esta tendencia en la investigación de este tópico (Gibbons, 2009). Para empezar, este autor resalta el hecho de que el principal motor que actualmente promueve el estudio de la productividad regional ocasionada por las inversiones en infraestructuras (específicamente en transporte) es la búsqueda de un mejoramiento de los procedimientos para la evaluación de proyectos (véase la sección 1.1 de la presente propuesta). En particular, se desea mejorar en cuatro aspectos a la actual metodología de selección de proyectos de infraestructura de transporte (es decir, que se realice una toma de decisiones que los tome en cuenta). Así, se requiere una mejor estimación de las economías de aglomeración, de los beneficios derivados de un incremento en una mayor producción de bienes y servicios (aún bajos las frecuentes condiciones de mercados de competencia imperfecta), de los beneficios en el mercado laboral (tanto por la elevación del nivel de vida de los trabajadores, de su acceso a mayores oportunidades de trabajo y por su mayor productividad en sus trabajos), y de los beneficios que obtienen los consumidores al tener acceso a mercados más amplios y competitivos. Entonces, la idea central es que la medición de la productividad logra capturar todos estos efectos, de una manera más sencilla y directa que la aplicación de cuatro tipos

diferentes de modelos que podrían traslaparse y sobrevalorar el impacto de las inversiones en infraestructura.

En realidad, la medición de la productividad como medida global del impacto económico de las ampliaciones o mejoras de un sistema de transporte tiene una base micro-económica relativamente simple. Si una empresa muestra comparativamente bajos niveles de productividad o reduce los que tenía habitualmente, se tiene la certeza de que los insumos no están siendo usados con la eficiencia adecuada, esto es, que se encuentra alejada de la frontera de eficiencia. En términos macro-económicos, el desperdicio o un uso no eficiente de los recursos de una región, esto es, una baja productividad relativa, es un probable indicador de que esa región enfrentará limitaciones para competir con otras regiones y se quedará rezagada en los indicadores de desarrollo económico y social. Así, se postula que un incremento de la productividad regional puede estar asociado a un mayor nivel de desarrollo económico de la región. En otras palabras, se puede usar a la productividad como una variable “proxy” para medir el potencial de desarrollo económico de una región y evitar, en alguna medida, el debate sobre el nivel de desarrollo que se representa con otras variables.

Por supuesto, se debe tener cuidado en el análisis de los efectos de la inversión en transporte en la productividad regional, dado que, en paralelo, pueden estarse presentándose los efectos de otras variables que han sido frecuentemente relacionadas con la variación en la productividad, tales como la formación de capital humano, por ejemplo, o incluso otras inversiones públicas y privadas que no necesariamente estarían vinculadas con la inversión en transporte que se esté analizando.

Por otra parte, es importante reconocer que la productividad de las empresas se puede beneficiar de las mejoras del sistema de transporte en muy diversas formas, implicando cada una de ellas un método diferente de medirlas y diferenciarlas. Así, las empresas podrían enfrentar una mayor cantidad y calidad de opciones de insumos para su producción e incluso de posibles menores precios en los mismos; se podrían abrir mayores posibilidades de aumentar o diversificar la demanda de los bienes producidos por las empresas; se podría cambiar la mezcla de insumos para optimizar el proceso de producción; se podrían reducir los requerimientos de insumos gracias a un incremento de rendimientos a escala; se podría mejorar la productividad laboral de los empleados de las empresas, o se podría lograr un incremento total de la productividad sin distinguir su origen.

Probablemente, el trabajo pionero en la medición analítica y detallada del impacto que tienen las inversiones en transporte es la investigación realizada por Aschauer en la década de los ochentas (véase Aschauer, 1991) Este investigador encontró, mediante la calibración de un modelo de función de producción del tipo Coob-Douglas, que cada incremento de un punto porcentual en el gasto gubernamental en infraestructura conllevaba a un incremento de entre 0.24 y 0.39 por ciento de incremento en la producción del sector privado. Si bien diferentes estudios posteriores han cuestionado no solo los resultados (que vendría siendo lo más importante para los tomadores de decisiones públicas), sino incluso los modelos, la metodología, las fuentes de información, etc., del trabajo de Aschauer, no puede negarse que es a partir de este trabajo que se han realizado diversos esfuerzos con fines similares. (Boscá et al, 2002)

En realidad, ya antes de los trabajos de Aschauer se habían realizado esfuerzos para analizar econométricamente la relación entre infraestructura de transporte y el desarrollo económico. Ya en el libro clásico de Gary Fromm se citan algunos estudios en este tema. Sin embargo, no se consideraba a la inversión pública en infraestructura como variable explicativa sino a la extensión de la infraestructura carretera, ferroviaria o portuaria. Tampoco se enfocaban los análisis a definir con mayor precisión el significado del concepto de desarrollo económico, ni se había planteado el uso de la productividad como una variable representativa o que vincula la inversión pública en infraestructura con el desarrollo de una región.

Más recientemente han sido utilizadas también las técnicas para el análisis de series de tiempo para estimar los cambios en la productividad regional debidos a la inversión en transporte. Así, en un artículo recientemente publicado por Khadaroo para el caso de la Isla de Mauritius, se reporta la aplicación de un análisis de serie de tiempo dinámica para un modelo de corrección del vector de errores (VECM, por sus siglas en inglés). De entrada, los autores critican el uso frecuente (en los modelos que tienen dicho objetivo) de variables “proxy” de la inversión en transporte: extensión de la red de carreteras, flujos vehiculares, etc., en lugar de tratar de usar la información directa del nivel de capital acumulado en infraestructura carretera, por ejemplo.

El modelo usado tiene la siguiente especificación:

$$\text{Output} = \alpha + \beta_1 \text{privatestock} + \beta_2 \text{transport} + \beta_3 \text{non-transport} + \beta_4 \text{openness} + \beta_5 \text{education} + \varepsilon.$$

----- [1.1]

En la expresión 1.1, “Output” denota la producción total de la región, “privatestock” es la variable que mide el nivel de inversión privada en la economía de la región, “transport” es el nivel de inversiones públicas en infraestructura de transporte, “non-transport” mide el resto de la inversión pública en infraestructura, “openness” mide el grado de apertura comercial de la región, mientras que “education” mide el nivel de escolaridad promedio de los habitantes de la misma región. De la calibración estadísticamente satisfactoria del modelo, los autores encuentran una incidencia positiva y significativa, en el mediano y largo plazo, de la inversión pública en transporte en el crecimiento del PIB de la isla de Mauritius, aunque menos importante que la mostrada por los otros factores. Es importante señalar que los autores realizan la posibilidad de haber encontrado una causalidad inversa (esto es, que es el crecimiento de la economía la que incentiva el crecimiento de la inversión pública en transporte y no al revés), encontrando que no hay evidencias en el caso que analizaron.

No obstante el atractivo teórico y los positivos resultados que son reportados en la literatura sobre el tema, los modelos basados en series de tiempo no son tan frecuentes en comparación con otras opciones como las que se reportan a continuación.

Por ejemplo, en un estudio reciente realizado para el caso de la industria textil australiana, Villano y otros aplicaron un modelo calibrando una función de producción de meta-frontera estocástica, usando datos panel que reflejaban las diferencias regionales en los perfiles tecnológicos y ambientales de las industrias textiles de lana. (Villano et al, 2008) La estimación de la eficiencia en los modelos de frontera estocástica supone que



la tecnología implícita en todas las empresas textiles es la misma. Así, las diferencias en tecnología no incorporadas en el modelo se expresan como ineficiencias de la respectiva empresa. Los modelos de frontera estocástica son formulados como sigue:

$$Y_{i(k)} = f(X_{i(k)}, B_{(k)}) \exp(V_{i(k)} - U_{i(k)}) \quad i=1,2,\dots,N_{(k)} \quad \text{----- [1.2]}$$

donde:

$Y_{i(k)}$  denota la producción de la empresa  $i$ -ésima de la región  $k$ -ésima,

$X_{i(k)}$  denota el vector de funciones de los insumos usados por la empresa  $i$ -ésima de la región  $k$ -ésima,

$B_{(k)}$  es el vector de parámetros a estimar para la región  $k$ -ésima,

$V_{i(k)}$  es el ruido estadístico que se supone independiente y distribuido como una variable aleatoria y normal,

$U_{i(k)}$  son las variables aleatorias no negativas que se asume que representan la ineficiencia técnica y que están distribuidas independientemente y truncadas en cero.

La técnica de estimación se basa en métodos de máxima verosimilitud aplicando el modelo FRONTIER (Coelli, 1996).

Si bien este estudio no fue aplicado específicamente para el análisis del impacto de la infraestructura de transporte, por su objetivo y estructura metodológica, se pueden hacer las similitudes o generalizaciones correspondientes para estimar las diferencias regionales o por industrias y así estimar los impactos que, en un análisis de “antes y después”, podrían haberse provocado por las inversiones realizadas en infraestructura de transporte.

Por otra parte, en el ya antes referido estudio de Gibbons, se concluye que la mejor opción para medir los efectos que tienen las inversiones en transporte en la productividad regional es la aplicación de los métodos que se enfocan a medir la productividad total de los factores. (Gibbons, 2009) Esta opción de análisis resulta de un gran interés en nuestro análisis, por lo que será expuesto a detalla a continuación, aunque solo se le hará mención como TFP, por sus siglas en inglés, como es más reconocida.

Dentro de la revisión de la literatura sobre el tema específico de la medición de la TFP es posible encontrar que una medida muy frecuente de la eficiencia productiva es mediante modelos que tienen su origen en la propuesta de Solow en la que se postula que la tasa de crecimiento del producto puede ser descompuesto en tres componentes: la contribución de cada uno de los factores de la producción, capital y trabajo, y un residual, conocido precisamente como factor de productividad total de Solow, esto es, el TFP<sup>s</sup>. (Solow, 1957) En un artículo publicado en 1998, Mas y otros presentan una aplicación de este modelo básico al que adaptan para determinar los cambios en el nivel de TFP<sup>s</sup>

de una región i-ésima a lo largo del tiempo, tomando como referencia a una región base, en un año también base. (Mas et al, 1998) El análisis es aplicado al caso de las regiones de España durante el periodo 1964 a 1993, siendo precisamente 1963 el año tomado como base y el país como la región base. La expresión matemática adaptada de desarrollos y aplicaciones anteriores para el caso específico de las regiones españolas, es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 & [\ln TFP_{it}^s - \ln TFP_{jv}^s] = [\ln y_{it} - \ln y_{jv}] \\
 - & \quad \quad \quad [1/2(S_{L_i,t} + S_{L_j,v})] [\ln L_{it} - \ln L_{jv}] \\
 - & \quad \quad \quad [1/2(S_{K_i,t} + S_{K_j,v})] [\ln K_{it} - \ln K_{jv}] \quad \text{----- [1.3]}
 \end{aligned}$$

donde:

$TFP_{it}^s$  = índice de  $TFP^s$  de la región i-ésima en el tiempo t;

$TFP_{jv}^s$  = índice de  $TFP^s$  de la región “base” en el tiempo base;

$y_{it}$  = valor agregado de la producción bruta, a costo de factores, en la región i-ésima en el año t, a precios constantes;

$L_{it}$  = niveles de empleo en el sector privado, en la región i-ésima en el año t;

$K_{it}$  = nivel de capital productivo privado (no residencial), en la región i-ésima en el año t;

$S_{L_i,t}$  = proporción del ingreso del insumo trabajo, en la región i-ésima en el año t;

$S_{K_i,t}$  = proporción del ingreso del insumo capital privado, en la región i-ésima en el año t;

De la calibración y análisis del modelo propuesto, Mas y otros encuentran grandes diferencias en el comportamiento de la productividad de las diferentes regiones de España en el periodo considerado y derivan diversas conclusiones sobre los factores productivos analizados.

También para el caso de la medición de la productividad en las regiones españolas, Boscá y otros analizaron recientemente el efecto que tiene la dotación de infraestructura en los costos y el desempeño de la productividad de los sectores productivos privados durante el periodo 1980 a 1993 (Boscá, y otros, 2002). En dicha investigación se usó un enfoque dual basado en funciones de costo que permiten obtener los parámetros que usualmente se estiman a partir de funciones de producción. La principal ventaja es que se obtienen, adicionalmente, las tasas de retorno y las elasticidades costo de los factores productivos empleados en cada región. La conclusión central del trabajo de Boscá es que el sector público ha contribuido significativamente a incrementar la productividad y a la reducción de costos en el sector privado de casi todas las regiones españolas.

Aunque los dos casos anteriores no se enfocaron específicamente en la infraestructura de transporte, parecen dos opciones metodológicas que han analizadas con detalle en el presente estudio para su aplicación al caso de la infraestructura de transporte en México.

## **CAPÍTULO 2. LA POLÍTICA DE INVERSIÓN EN TRANSPORTE Y EL DESARROLLO REGIONAL EN MÉXICO.**

El objetivo específico del presente capítulo es el de elaborar un análisis general de la situación regional del país y los desequilibrios que persisten entre las distintas regiones, haciendo especial énfasis en el papel que ha desempeñado la disponibilidad de infraestructura de transporte en la actual situación del desarrollo regional mexicano. Por ello, se ha dividido el capítulo en tres secciones. En la primera se revisan las tendencias que desde hace seis décadas se observan en los montos y otras características de la inversión que dedica el gobierno federal mexicano para el crecimiento de la infraestructura de transporte. En la segunda sección se hace un esfuerzo de integración de la información oficial, tal que se pueda contar con un primer análisis del comportamiento regional demográfico y sus tendencias de crecimiento, así como la dinámica espacial de la actividad económica regional. El capítulo termina con un análisis del nivel de equipamiento regional en materia de infraestructura de transporte terrestre y la cobertura territorial que se está ofreciendo.

### **2.1. Evolución de la inversión en infraestructura de transporte en México.**

Este es uno de los aspectos de la política nacional de transporte que requiere ser analizado con mayor cuidado, tanto por la vital importancia que tiene en el correcto funcionamiento del sector, como por los problemas teóricos que implica. En efecto, si bien es casi un axioma el planteamiento de que deben existir un nivel y un programa de inversión en el sector transporte, tales que le permitan satisfacer la demanda de movimiento de bienes y personas (dado un cierto nivel de desarrollo de la economía), no resulta claro cómo se podría llegar a conocer la tasa de inversión óptima. Lo anterior nos lleva a plantearnos una pregunta: ¿existe realmente una relación cuantitativa entre la inversión pública y privada en infraestructura de transporte y el crecimiento económico regional?

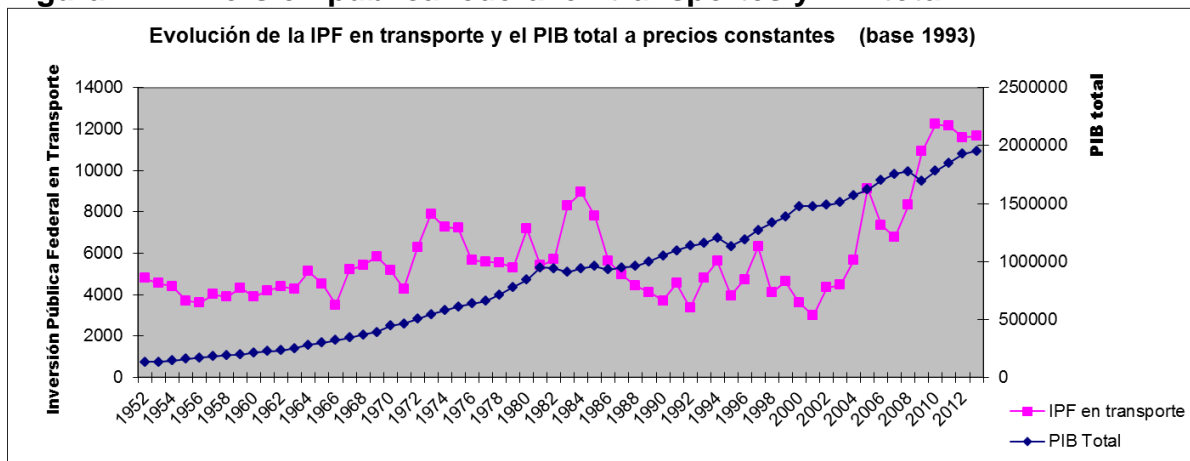
La creencia generalizada es abrumadoramente positiva. De hecho, esta circunstancia ha llevado a la práctica de todo tipo de gobiernos (federales, estatales y municipales) de construir obras de infraestructura carretera con el específico fin de influir en las decisiones electorales previendo que la percepción de los habitantes de la región será que “el progreso” viene detrás de las obras recién inauguradas. Independientemente de que es fácil imaginar que la gran mayoría de dichas inversiones son verdaderamente un pretexto para encubrir grandes actos de corrupción, lo más grave es que también es frecuente encontrar que no se cumplen las expectativas de desarrollo que se generaron con las obras de infraestructura construidas. No obstante, llegan los siguientes procesos electorales y se repite el ciclo. Por supuesto, esta situación no es privativa de comunidades atrasadas o aisladas. De hecho, es prácticamente imposible encontrar un documento oficial o un estudio sobre desarrollo urbano o regional que no parta del supuesto de que el incremento de la infraestructura de transporte lleva, de manera unívoca, hacia los objetivos deseados. Esto pone de manifiesto lo fuerte y profundamente “enraizada” que está la creencia arriba mencionada entre los diferentes grupos sociales, sin que parezca que esto sucede sólo en México o en la época actual.

Por supuesto, la investigación bibliográfica mostrada en el primer capítulo muestra que si hay un debate, muy fuerte y diversificado en argumentos, sobre la forma y alcances reales de la supuesta y casi axiomática influencia positiva que tiene el transporte sobre el desarrollo económico de una región. Pero incluso al revisar las argumentaciones del debate mencionado es frecuente encontrar sólo ideas muy poco elaboradas. De hecho, en la bibliografía sobre economía del transporte es difícil encontrar algún análisis sobre la interrelación entre transporte y desarrollo económico tal que esté organizado en torno a marcos teóricos razonablemente consistentes.

El intentar elaborar un esquema normativo de las decisiones de inversión, rebasa los alcances de esta sección del capítulo. Sin embargo, se abordarán dos cuestiones que parecen relevantes dentro de la política de inversión, que son: la tasa anual de inversión pública en el sector (y su relación con el crecimiento de la economía), y su distribución entre los diversos modos de transporte.

Para empezar, si bien es fácilmente comprensible el planteamiento de que debe existir un nivel y un programa de inversión en el sector transporte, tales que le permitan satisfacer la demanda de movimiento de bienes y personas (dado un cierto nivel de desarrollo de la economía), no resulta claro cómo se podría llegar a conocer la tasa de inversión óptima. En la figura 2.1 se muestra el comportamiento de la inversión pública federal en transporte y el crecimiento del PIB, en el período que va de 1952 a 2013. Las cifras en que se basa la gráfica están a precios constantes, aunque en una escala diferente para cada variable.

**Figura 2.1. Inversión pública federal en transportes y PIB total.**



Fuentes: elaborado con base en los Anuarios Estadísticos de los EUM (varios años), en el Sistema de Cuentas Nacionales de México, y en el Banco de Información Económica (“Series que ya no se actualizan”), todos documentos de INEGI.

Lo que queda claro es que la IPF en transporte no muestra un patrón claro o consecuente con el comportamiento del PIB. Podemos preguntarnos si ello es producto de una estrategia explícita con las fases del desarrollo nacional o simplemente la infraestructura de transporte no es realmente un factor limitante del desarrollo.

El análisis de las tendencias señala que, como se muestra en el cuadro 2.1, la inversión pública federal en transporte, aparentemente, ha crecido de manera casi constante en el periodo que va de 1952 al año 2013. Sin embargo, si se toman esos montos de inversión y se comparan con la inversión pública total, también a precios corrientes, se encuentra que el sector en estudio recibe con una cantidad que es cada vez menor en relación con la inversión pública federal. En efecto, mientras que en 1952 el porcentaje que recibía el transporte de la inversión pública era del 42% (e incluso, remontándonos al quinquenio 1941-1945, llegaba al 60%), para 1981 bajó a un mínimo histórico de 4.3% de los recursos de inversión públicos y aunque se recupera parcialmente en los años siguientes oscila alrededor del 10% anual.

**Cuadro 2.1. Participación relativa del transporte en la inversión pública federal.**

<i>Año</i>	<i>Inversión pública federal en transporte</i>	<i>Inversión pública federal total</i>	<i>Particip. (%)</i>	<i>Año</i>	<i>Inversión pública federal en transporte</i>	<i>Inversión pública federal total</i>	<i>Particip. (%)</i>
1952	1.4	3.3	42.0	1983	153.5	1365.4	11.2
1953	1.3	3.1	41.6	1984	265.4	2262.4	11.7
1954	1.5	4.2	35.2	1985	366.4	3030.3	12.1
1955	1.4	4.4	32.1	1986	460.8	4869.4	9.5
1956	1.5	4.6	33.3	1987	986.2	10789.0	9.1
1957	1.8	5.6	32.5	1988	1765.8	19072.7	9.3
1958	2.1	6.2	33.6	1989	2084.6	22107.5	9.4
1959	2.4	6.5	36.4	1990	2393.7	24696.6	9.7
1960	2.5	8.4	29.6	1991	3627.7	32846.9	11.0
1961	2.5	10.4	23.9	1992	3073.3	36835.8	8.3
1962	2.6	10.8	24.1	1993	4800	41884	11.5
1963	3.1	13.8	22.1	1994	6073	49812	12.2
1964	3.5	17.4	20.0	1995	5888	53251	11.1
1965	3.4	16.3	20.9	1996	9242	77262	12.0
1966	2.9	20.7	14.0	1997	14497	102445	14.2
1967	4.6	21.1	21.8	1998	10828	106870	10.1
1968	4.7	27.8	17.1	1999	14149	118916	11.9
1969	5.4	26.3	20.7	2000	12397	142721	8.7
1970	5.2	29.2	17.8	2001	10670	144548	7.4
1971	4.2	28.5	14.7	2002	14859	152616	9.7
1972	7.2	42.1	17.1	2003	16431	187271	8.8
1973	9.6	57.6	16.6	2004	24221	220004	11.0
1974	11.4	69.2	16.4	2005	38927	246251	15.8
1975	14.5	99.1	14.6	2006	35653	285880	12.5
1976	14.1	111.7	12.6	2007	33373	340000	9.8
1977	17.9	140.1	12.8	2008	46404	380520	12.2
1978	21.1	217.4	9.7	2009	59987	549330	10.9
1979	24.9	308.5	8.1	2010	70679	629702	11.2
1980	42.7	478.6	8.9	2011	73876	654530	11.3
1981	32.4	758.5	4.3	2012	72615	686705	10.6
1982	55.3	1016.0	5.4	2013	74731	740998	10.1

Nota: millones de pesos, a precios corrientes, aunque de 1952 a 1992 se trata de miles de millones adecuados a los nuevos pesos de 1993. Fuentes: véanse en la figura 2.1.

Tomando en cuenta el crecimiento de la economía del país en los últimos cincuenta años, una menor inversión pública en infraestructura puede significar que el conjunto de modos de transporte tiene cada vez menos recursos, en términos relativos, para atender una creciente demanda del servicio. Para comprobar lo anterior, se puede considerar el cuadro 2.2 que compara la inversión pública federal en transporte en relación al PIB nacional, a precios constantes de 1993, en el período que va de 1952 a 2013. Así, como se observa, en realidad la proporción entre la inversión pública federal en transporte y el tamaño de la economía nacional no sólo no ha aumentado sino que muestra una tendencia decreciente desde la mitad de la década de los ochenta, llegando a niveles muy por debajo de los valores observados durante los cincuenta años anteriores. Por ello, a pesar de que el PIB ha crecido casi doce veces entre 1952 y 2013 (a precios constantes de 1993), se concluye que la inversión en transporte ha pasado de ser 0.023 a 0.005 veces el PIB.

De las anteriores cifras, resulta evidente la pregunta de la medida en que la reducción de la inversión pública ha frenado al sector transporte. Si a eso se añade que han cambiado las participaciones de cada modo de transporte dentro de los decrecientes recursos del sector, se puede empezar a tener una idea sobre el tipo de servicio ofrecido a los usuarios, que es la expresión final y más importante de esta política de asignación de los recursos públicos. Si bien puede argumentarse que es totalmente lógico que disminuya la inversión en infraestructura conforme se avanza en el proceso de desarrollo, no es del todo claro hasta cuándo y con qué ritmo se puede aumentar o disminuir la inversión en obras públicas, o en qué momento una economía se encuentra en condiciones de disminuir dicha inversión, aun en términos relativos.

Por lo que respecta a la forma de distribuir la inversión entre los modos de transporte, su evolución se presenta en el cuadro 2.3. En lo que se refiere al ferrocarril, se destacan claramente tres períodos, el primero que va de 1952 a 1962, en el que contó con casi la mitad de los recursos de inversión, la segunda de 1963 a 1995 en que su participación fluctuó entre la tercera y la quinta parte de los recursos federales. El tercer período, que podemos claramente observar a partir de 1996, corresponde a los años en que la mayor parte de la red de los ferrocarriles es operada por el sector privado, por lo que las inversiones públicas en este modo de transporte se redujeron sustancialmente, aunque parece recuperarse un poco en los últimos nueve años.

Por su parte, la inversión en carreteras muestra un comportamiento contrario al de los ferrocarriles, pues pasa de un promedio del 42% entre 1952 y 1962 a un 50% entre 1963 y 1986, contando incluso, en algunos años, con casi tres cuartas partes de la inversión pública del sector. De hecho, a partir de la década de los noventa, existe una tendencia de asignar más recursos al transporte carretero y cada vez menos al ferrocarril, política que resulta aún más desproporcionada si se considera que mientras en el transporte carretero la inversión pública se destina a la infraestructura (camino y puentes), en el transporte ferroviario se destina tanto a las vías como al equipo e instalaciones fijas. De esta manera, durante los años en los que el estado mexicano tuvo la propiedad de los ferrocarriles, la inversión que realmente llegó a la construcción de vías férreas resultó muy baja respecto de los recursos destinados a la construcción de carreteras.

**Cuadro 2.2. Inversión pública federal en transporte y PIB nacional.**

<i>Año</i>	<i>Inversión pública federal en transporte</i>	<i>Producto Interno Bruto</i>	<i>Particip. (%)</i>	<i>Año</i>	<i>Inversión pública federal en transporte</i>	<i>Producto Interno Bruto</i>	<i>Particip. (%)</i>
1952	1.4	61.0	2.3	1983	153.5	17878.7	0.9
1953	1.3	60.7	2.1	1984	265.4	29471.6	0.9
1954	1.5	73.9	2.0	1985	366.4	47391.7	0.8
1955	1.4	90.1	1.6	1986	460.8	79191.3	0.6
1956	1.5	102.9	1.5	1987	986.2	193311.5	0.5
1957	1.8	118.2	1.5	1988	1765.8	416305.2	0.4
1958	2.1	131.4	1.6	1989	2084.6	548858.0	0.4
1959	2.4	140.8	1.7	1990	2393.7	738897.5	0.3
1960	2.5	159.7	1.6	1991	3627.7	949147.6	0.4
1961	2.5	173.2	1.4	1992	3073.3	1125334.3	0.3
1962	2.6	186.8	1.4	1993	4800	1256196	0.4
1963	3.1	208.0	1.5	1994	6073	1420160	0.4
1964	3.5	245.5	1.4	1995	5888	1837019	0.3
1965	3.4	267.4	1.3	1996	9242	2525575	0.4
1966	2.9	297.2	1.0	1997	14497	3174275	0.5
1967	4.6	325.0	1.4	1998	10828	3846350	0.3
1968	4.7	359.9	1.3	1999	14149	4594724	0.3
1969	5.4	397.8	1.4	2000	12397	5491708	0.2
1970	5.2	444.3	1.2	2001	10670	5809688	0.2
1971	4.2	452.4	0.9	2002	14859	6263137	0.2
1972	7.2	512.3	1.4	2003	16431	6891993	0.2
1973	9.6	619.6	1.5	2004	24221	7709096	0.3
1974	11.4	813.7	1.4	2005	38927	9424602	0.4
1975	14.5	1000.9	1.4	2006	35653	10520793	0.3
1976	14.1	1371.0	1.3	2007	33373	11399472	0.3
1977	17.9	1849.3	1.0	2008	46404	12256864	0.4
1978	21.1	2337.4	0.9	2009	59987	12072542	0.5
1979	24.9	3067.5	0.8	2010	70679	13266858	0.5
1980	42.7	4470.1	1.0	2011	73876	14527337	0.5
1981	32.4	6127.6	0.5	2012	72615	15599271	0.5
1982	55.3	9797.8	0.6	2013	74731	16077349	0.5

Nota: millones de pesos, a precios corrientes, aunque de 1952 a 1992 se trata de miles de millones adecuados a los nuevos pesos de 1993.

Fuentes: véanse en la figura 2.1.

**Cuadro 2.3. Distribución de la IPF entre modos de transporte.**

<i>Año</i>	<i>Carreteras y puentes</i>	<i>%</i>	<i>F.F.C.C.</i>	<i>%</i>	<i>Obras marítimas</i>	<i>%</i>	<i>Servicios aéreos</i>	<i>%</i>
1952	617	44.8	683	49.6	78	5.7	--	--
1953	544	42.5	661	51.6	76	5.9	--	--
1954	608	41.2	728	79.4	138	9.4	--	--
1955	591	41.8	662	46.8	150	10.6	11	0.8
1956	556	36.5	807	53.8	150	9.8	11	0.7
1957	788	43.1	850	46.5	163	8.9	27	1.5
1958	848	40.8	1029	49.5	176	8.5	25	1.3
1959	1056	44.5	1155	48.6	142	6	22	0.9
1960	827	33.4	1375	55.5	165	6.7	109	4.4
1961	1101	44.4	1160	46.8	125	5	92	3.7
1962	1093	41.9	1169	44.8	172	6.6	177	6.8
1963	1655	54.2	1001	32.8	125	4.1	272	8.9
1964	1928	55.3	1308	37.5	128	3.7	120	3.4
1965	1767	51.8	1191	35	76	2.2	374	11
1966	1966	67.7	692	23.8	134	4.6	110	3.8
1967	2170	47.4	1566	34.2	189	4.1	655	14.3
1968	2219	46.8	1513	31.9	199	4.2	813	17.1
1969	2777	51	1605	29.5	346	6.4	713	13.1
1970	2624	50.6	1704	32.8	720	13.9	141	2.7
1971	2706	64.3	904	21.5	414	9.8	182	4.3
1972	4939	68.5	1133	15.7	517	7.2	619	8.6
1973	6131	64	2121	22.1	1024	10.7	304	3.2
1974	5719	50.2	3289	28.9	1164	10.2	1211	10.6
1975	6958	48.1	4933	34.1	1510	10.4	1071	7.4
1976	7911	56.2	4891	34.8	434	3.1	835	5.9
1977	10229	57	5489	30.6	747	4.2	1471	8.2
1978	12736	60.4	5757	27.3	929	4.4	1677	7.9
1979	12452	49.9	8446	33.9	1840	7.4	2209	8.9
1980	15917	34.3	13392	31.3	7901	18.5	5511	12.9
1981	575	1.8	19751	60	9698	29.9	2381	7.3
1982	270	0.5	25561	46.2	16246	29.4	13234	23.9
1983	60054	39.1	35369	23	23965	15.6	34148	22.2
1984	96779	36.5	74205	28	22396	8.4	72031	27.1
1985	163254	44.6	81595	22.3	21098	5.8	100493	27.4
1986	211869	46	146329	31.5	36564	7.9	67002	14.5
1987	n.d.	--	n.d.	--	N.d.	--	n.d.	--
1988	n.d.	--	n.d.	--	N.d.	--	n.d.	--
1989	n.d.	--	n.d.	--	N.d.	--	n.d.	--
1990	1293.1	54.0	753.5	31.5	111.6	9.8	235.5	4.7



**Cuadro 2.3 (continúa). Distribución de la IPF entre modos de transporte.**

<i>Año</i>	<i>Carreteras y puentes</i>	<i>%</i>	<i>F.F.C.C.</i>	<i>%</i>	<i>Obras marítimas</i>	<i>%</i>	<i>Servicios aéreos</i>	<i>%</i>
1991	2037.6	56.2	1020.2	28.1	162.1	11.2	407.8	4.5
1992	1731.6	56.3	828.7	27.0	176.1	11.0	336.9	5.7
1993	2965.0	61.8	1257.2	26.2	340.6	4.9	237.1	7.1
1994	4559.6	75.1	1081.6	17.8	276.1	2.6	155.7	4.5
1995	4036.0	68.6	1413.8	24.0	173.2	4.5	264.6	2.9
1996	5984.7	64.8	1518.5	16.4	1350.8	4.2	387.9	14.6
1997	12086.3	83.4	1397.8	9.6	533.1	3.3	479.7	3.7
1998	8772.4	81.0	537.5	5.0	905.8	5.7	611.9	8.4
1999	11321.2	80.0	77.0	0.5	1679.7	7.6	1071.5	11.9
2000	10955.7	88.1	54.3	0.4	343.7	8.7	1085.7	2.8
2001	9227.0	85.1	64.5	0.6	546.3	9.3	1004.3	5.0
2002	13294.2	88.7	120.6	0.8	672.9	6.0	903.1	4.5
2003	14566.6	88.4	141.5	0.9	622.5	7.0	1154.6	3.8
2004	21144.6	87.1	151.0	0.6	1542.2	5.9	1429.5	6.4
2005	21968.0	69.9	114.0	0.4	6910.6	7.8	2443.0	22.0
2006	24365.9	86.0	280.5	1.0	1089.6	9.1	2580.2	3.8
2007	26830.7	87.8	265.9	0.9	1018.1	3.3	2459.4	8.0
2008	36824.6	79.4	2220.4	4.8	3179.2	6.9	4179.5	9.0
2009	49428.1	82.4	4693.9	7.8	1657.1	2.8	4207.5	7.0
2010	59761.2	84.6	3216.7	4.6	2288.9	3.2	5412.4	7.7
2011	62566.5	84.7	4237.1	5.7	1209.5	1.6	5863.3	7.9
2012	62127.8	85.6	4718.0	6.5	1348.3	1.9	4420.8	6.1
2013	61601.8	86.0	4392.3	6.1	1132.6	1.6	4536.6	6.3
2014	75126.7	73.3	20233.6	19.7	1013.8	1.0	6090.9	5.9

Nota: millones de pesos, a precios corrientes, aunque desde 1990 los nuevos pesos de 1993.

Fuentes: elaborado con base en varios documentos de INEGI, como los Anuarios Estadísticos de los EUM, el Sistema de Cuentas Nacionales de México, y el Banco de Información Económica (“Series que ya no se actualizan”). De 1990 en adelante, se tomaron las cifras de “Principales Estadísticas del Sector Comunicaciones y Transportes”, SCT, México, varias ediciones.

Por otra parte, la inversión pública en transporte marítimo muestra un comportamiento variable, aunque siempre con una participación relativamente baja, oscilando por lo general entre el 3% y el 11%, salvo dos periodos notables en los que este modo de transporte recibió atención de manera consistente. Primero, en el sexenio de 1970 a 1976, en el que la denominada “Reforma Portuaria” intentó mejorar el manejo de las mercancías. El segundo periodo, de 1980 a 1983, en el que recibió la proporción de presupuesto federal más alta de su historia. Así, entre 1980 y 1983, este modo de transporte percibió una gran cantidad de recursos destinados al programa de puertos industriales. Sin embargo, se debe considerar que los recursos se asignaron a puertos que no necesariamente eran los más congestionados, y que no todo el monto debe contabilizarse como inversión portuaria pues una parte de ellos probablemente se destinó al equipamiento industrial.

Por último, la inversión pública en el transporte aéreo tiene una participación muy variable aunque relativamente baja la mayor parte de los años en análisis. No obstante parecía mostrar una tendencia ligeramente creciente hasta 1986. Incluso en los períodos de 1965 a 1969 y de 1980 a 1986, los recursos de inversión fueron relativamente altos, con un monto equivalente al 40% o más de la inversión en ferrocarriles. No obstante, en los últimos años es obvia una baja participación del transporte aéreo en la IPF, dada la privatización aeroportuaria llevada a cabo en la segunda mitad de la década de los noventa. Una excepción a lo anterior lo representa el año de 2005, pero ello se explica por el proyecto de ampliación del aeropuerto de la ciudad de México.

Es importante preguntarse porqué, en general, se ha otorgado una mayor inversión pública a las carreteras en México. Un argumento, muy probablemente válido en la experiencia mexicana, sería que el transporte por carretera resulta más confiable que el ferrocarril, si el objetivo de la inversión en transporte es la movilización de la carga. Sin embargo, esta política de inversión puede estar reforzando el hecho de que los ferrocarriles, al no contar con los recursos necesarios para mejorar el servicio, no logran captar todos los usuarios que le corresponderían dentro de la creciente demanda de transporte. Ante esta situación, es posible pensar que el problema ha surgido porque el Estado mexicano no ha contado, en el momento de tomar las decisiones de inversión, con un esquema claro y completo de las futuras necesidades de transporte. Incluso, podría pensarse que sólo se han atacado los problemas rezagados, o más urgentes, y se ha respondido a la demanda de servicio, en lugar de preverla o inducirla.

Sin embargo, aunque es probable la falta de aplicación de mejores herramientas para el pronóstico de la demanda de transporte, debe reconocerse que, en realidad, para la definición de la política de inversión es necesario tomar en cuenta, además de la demanda, otros aspectos entre los que destacan los dos siguientes. Primero, no sólo debe perseguirse el objetivo de manejar mayores volúmenes de carga, también influyen las necesidades de transporte de pasajeros, así como el objetivo de vincular las diferentes regiones del país. Esto resulta particularmente cierto en el caso de la inversión en transporte aéreo, pues a pesar de tener un rendimiento (medido en carga transportada) que tiende a ser menor, resulta necesaria para atender tanto la demanda de pasajeros, como la demanda de servicios especializados de carga.

El segundo elemento que complementa esta política se refiere a la forma en que se distribuye el esfuerzo de la inversión entre el Estado y los particulares. En este aspecto, hay dos períodos claramente diferenciados. En el primer periodo, que llega hasta los años ochenta, se presentó una política muy diferente entre los distintos modos de transporte, pues mientras que para el carretero, aéreo y marítimo el Estado asumió la responsabilidad de la construcción, operación y mantenimiento de la mayor parte de la infraestructura y dejó a los particulares la responsabilidad del equipo de transporte e instalaciones auxiliares, en el caso de los ferrocarriles la inversión provino totalmente del Estado, y tiene que distribuirse entre la infraestructura y el equipo. Debe señalarse que lo anterior no necesariamente significaba que las empresas estaban usando una infraestructura que no les costaba. De hecho, con frecuencia se planteó que mediante cuotas de uso, arrendamiento e inclusive los impuestos pagados por las empresas, éstas cubren los montos correspondientes al uso de las instalaciones y la amortización de las

inversiones. Por ejemplo, un estudio realizado por el Banco Mundial en 1963 señaló que el transporte carretero en México contribuía, de manera suficiente, al sostenimiento y ampliación de la red vial (aunque no ofrecía los cálculos en que se basó para hacer tal afirmación). De cualquier modo, el no tener que realizar una elevada inversión inicial, puede representar una gran ventaja para algunos modos de transporte y explica la proliferación de empresas autotransportistas.

Por supuesto, a partir de los cambios observados desde la década de los noventa en los transportes mexicanos (privatización de los ferrocarriles y los aeropuertos y la fuerte participación de la inversión privada en la infraestructura carretera y en la operación portuaria) se refuerza de manera obvia la tendencia a la reducción de la participación estatal en la inversión en infraestructura de transporte y la preferencia hacia las carreteras.

El análisis anterior pone de manifiesto dos conclusiones. Primero, la tendencia a favorecer el transporte carretero, es posiblemente un factor clave en la combinación de modos de transporte que se está dando en la economía. Segundo, se requiere un mayor nivel de inversión en todos los modos de transporte, muy especialmente en los ferrocarriles, a fin de colocarlos en la situación que permita explotar sus ventajas de gran capacidad y bajo costo.

## **2.2. Las regiones económicas de México y los resultados de la política estatal de desarrollo regional.**

Como se mencionó en la introducción, uno de los objetivos centrales del presente trabajo consiste en la determinación analítica y fundamentada de la relación que tiene la inversión en transporte y el desarrollo regional en México. Por tal motivo, en la presente sección se desea realizar una descripción general de las variables que más frecuentemente se señalan como los principales indicadores de desarrollo socio-económico de las regiones en México.

De hecho, independientemente de las dificultades propias de realizar comparaciones entre treinta y dos diferentes entidades, parece más adecuado el análisis de regiones mucho más amplias, siguiendo la tradición de estudios regionales como el realizado por Bassols Batalla. No obstante, considerando que hay diversas formas de “regionalizar” el país, en función de diversos criterios atendidos, se ha optado por utilizar la regionalización en la que hay mayor disponibilidad de estudios e información razonablemente confiable. Dicha regionalización es la siguiente:

- Región Noroeste: Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora.
- Región Noreste: Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas
- Región Centro-occidente: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas.
- Región Centro: Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Tlaxcala.
- Región Sureste: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán.

Tomando como base esta regionalización, así como el resultado de los estudios, encuestas o censos que son citados en cada uno de los casos, a continuación se incluye un resumen del análisis que dichos estudios o fuentes de información estadística ofrecen o permiten realizar al agrupar sus resultados en la regionalización arriba mencionada.

### 2.2.1. Crecimiento demográfico.

En el cuadro 2.4 se muestran los datos de superficie, así como la población de cada región económica del país, para el periodo de 1940 a 2010. En este cuadro se incluye el cálculo de la densidad de población que alcanzó cada entidad en el año 2010. Dos primeras observaciones pueden desprenderse de un análisis general de las cifras mostradas en dicho cuadro. Por una parte, son muy marcadas las diferencias en el tamaño geográfico de las entidades así como en las cifras de habitantes y en las densidades poblacionales que se observan en cada una de ellas. Por otra parte, la dinámica de crecimiento poblacional también ha acentuado dichas diferencias.

En efecto, como se muestra en el cuadro 2.4 y también en la figura 2.1, aunque todas las regiones muestran un importante crecimiento, podríamos corroborar que se mantiene la primacía de la región Centro como el área geográfica más poblada en el país, seguida de las regiones Centro-Occidente y Sur-Sureste. En cambio, la región con una menor cantidad total de habitantes es la Noroeste.

Sin embargo, lo que sí muestra cambios importantes al comparar varias regiones es el grado de urbanización y la tendencia de crecimiento de esta variable o característica del desarrollo. Así, el cuadro 2.5 muestra que las regiones Noreste y Centro alcanzaron, en el año 2000, los mayores porcentajes de población urbana (85.3 y 84.1%, respectivamente), lo cual contrasta con el nivel que alcanza el Sur-Sureste que apenas rebasa el 54%. No obstante, la región que presenta la mayor tasa de crecimiento de la población urbana, entre 1990 y 2000, es el Noroeste, seguido por la región Sur-Sureste.

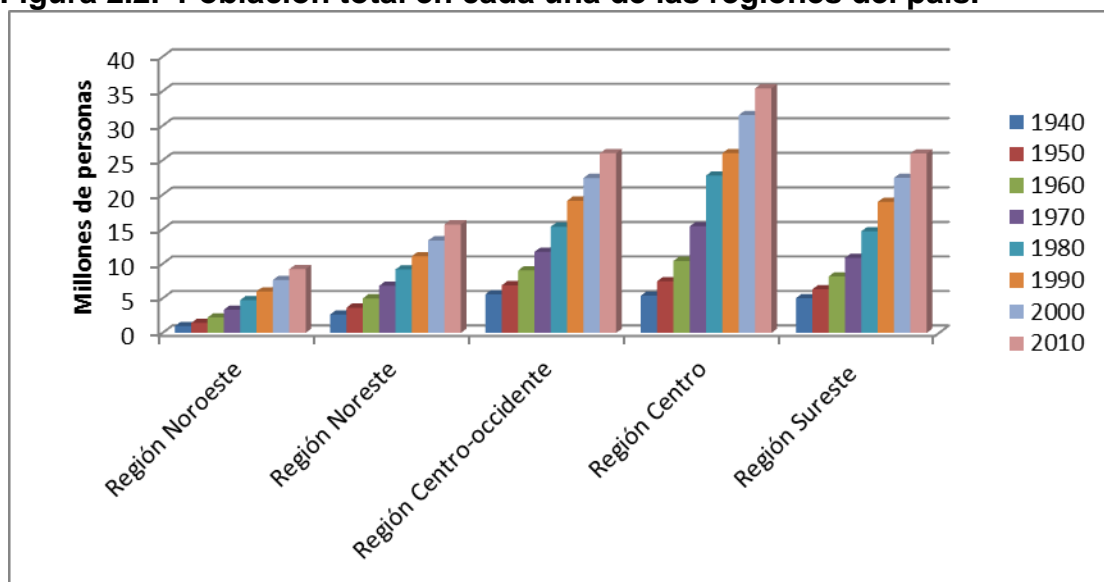
La importancia de este proceso de urbanización de la población radica en que esta característica parece estar muy relacionada con las capacidades de desarrollo regional. Así, como podrá corroborarse en los siguientes apartados, es la región Sur-Sureste la que muestra los indicadores más rezagados tanto en los aspectos económicos como sociales.

**Cuadro 2.4. Distribución de la población por región económica.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Población total</i>
1940	987,369	2,658,469	5,592,953	5,376,776	5,037,980	19,653,547
1950	1,434,117	3,655,265	6,896,554	7,476,682	6,316,636	25,779,254
1960	2,223,541	4,998,393	9,049,542	10,420,125	8,181,528	34,873,129
1970	3,363,688	6,818,236	11,733,489	15,446,178	10,863,647	48,225,238
1980	4,756,635	9,182,590	15,389,112	22,794,278	14,724,218	66,846,833
1990	6,006,279	11,111,908	19,137,038	26,022,342	18,972,078	81,249,645
2000	7,665,221	13,387,001	22,435,074	31,532,144	22,463,972	97,483,412
2010	9,222,337	15,709,802	26,012,744	35,418,952	25,972,703	112,336,538
<i>Superf. (km<sup>2</sup>)</i>	378,822	662,690	358,912	86,721	472,044	1,959,189
<i>Densidad, 2010</i>	24,345	23,706	72,477	408,424	55,022	57,338

Fuente: los datos de población y de superficie fueron tomados de INEGI, “Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos”, varias ediciones. La densidad se calculó como el cociente de población (multiplicado por mil) y la superficie de cada estado.

**Figura 2.2. Población total en cada una de las regiones del país.**



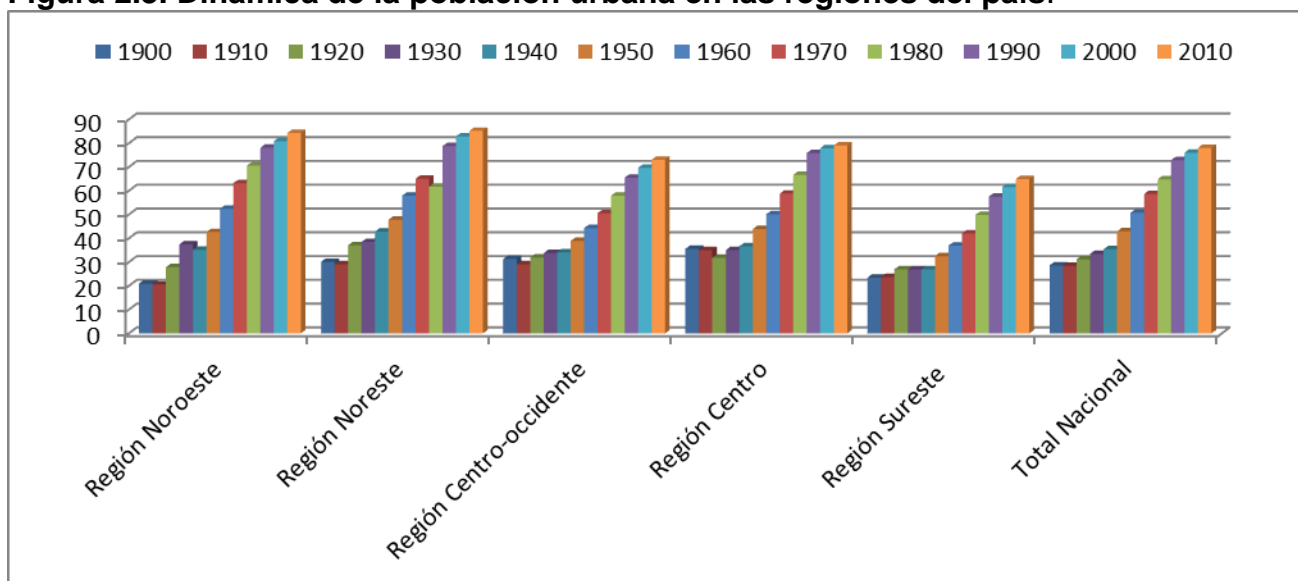
Fuentes: véanse en el cuadro 2.4.

**Cuadro 2.5. Porcentaje de población urbana en las regiones del país.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro-occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total Nacional</i>
1900	21.0	30.1	31.4	35.6	23.5	28.6
1910	20.6	29.1	29.2	35.0	23.8	28.4
1920	27.9	37.1	31.9	31.9	27.0	31.2
1930	37.5	38.5	33.8	35.0	27.0	33.4
1940	35.2	42.9	34.1	36.7	27.0	35.4
1950	42.7	47.8	38.9	43.9	32.5	42.9
1960	52.4	57.9	44.3	50.2	36.9	50.8
1970	63.2	65.0	50.6	58.8	42.0	58.6
1980	70.6	61.7	58.0	66.7	49.8	64.8
1990	78.1	78.8	65.5	75.9	57.6	72.9
2000	80.8	82.9	69.7	77.9	61.6	76.1
2010	84.3	85.2	73.0	79.0	64.9	78.1

Fuentes: véanse en el cuadro 2.4.

**Figura 2.3. Dinámica de la población urbana en las regiones del país.**



Fuentes: véanse en el cuadro 2.4.

### 2.2.3. Niveles de pobreza regional.

Este es uno de los indicadores más importantes en el análisis del desarrollo regional. Por supuesto, existe un fuerte debate sobre la forma más adecuada de medir la pobreza social que muestra una determinada región, así como sobre la validez de la información oficial que pudiera usarse para tal fin. No obstante, está fuera de los alcances del presente trabajo el entrar al análisis de las diferentes opciones metodológicas o sobre las variables y fuentes de información alternativas. Así, hemos tomado los resultados del trabajo que realiza la Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social sobre esta característica del desarrollo regional. Los resultados disponibles son a partir del año 2008 y hasta el año 2014, pero pueden servir para comparar el diferente nivel de pobreza de cada región en los años recientes.

Nuevamente, como se puede apreciar en los cuadros 2.6 y 2.7, para 2008 la región Sur-Sureste es la que muestra el mayor porcentaje de población en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Por el contrario, es la región Noroeste la que presentaba el menor porcentaje de población en condiciones de pobreza. Le siguen la región Noreste y la región Centro-Occidente y después, ya mostrando cierto rezago en pobreza extrema, está la región Centro.

Como era de esperarse, en apenas seis años esta situación no mejoró mucho. Sin embargo, para el año 2010 en todas las regiones se incrementan los porcentajes de población en condiciones de pobreza, aunque disminuyen ligeramente los porcentajes de población en pobreza extrema. En especial, en la región Sur-Sureste se observa un ligero avance pues disminuye el porcentaje de población en situación de pobreza extrema, aunque todavía está en el doble de la región Centro.

**Cuadro 2.6. Evolución de la pobreza, a nivel nacional y regional.**

<i>Región</i>	<i>Porcentaje</i>				<i>Miles de personas</i>			
	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>
<i>Región Noroeste</i>	26.7	33.1	31.4	31.9	2,562.8	3,176.6	3,098.3	3,230.3
<i>Región Noreste</i>	33.7	35.6	35.0	33.3	4,856.2	5,307.8	5,379.1	5,266.0
<i>Región Centro-occidente</i>	42.1	45.4	44.5	42.9	11,199.8	12,097.4	12,180.0	12,182.3
<i>Región Centro</i>	49.9	48.5	49.1	51.3	15,732.7	15,843.7	16,793.5	18,017.8
<i>Región Sureste</i>	54.7	57.6	55.1	55.1	15,106.8	16,387.7	15,899.0	16,645.1
<i>Total Nacional</i>	44.3	46.1	45.5	46.2	49,458.3	52,813.0	52,813.0	52,813.0

Fuente: Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2014). Medición de la Pobreza, Anexo estadístico 2014.

**Cuadro 2.7. Evolución de la pobreza extrema, nivel nacional y regional.**

<i>Región</i>	<i>Porcentaje</i>				<i>Miles de personas</i>			
	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>
<i>Región Noroeste</i>	3.7	4.4	3.8	3.8	359.7	411.9	369.8	369.8
<i>Región Noreste</i>	5.7	5.4	4.2	4.2	773.9	750.0	625.2	625.2
<i>Región Centro-occidente</i>	7.7	7.9	7.4	7.4	2,153.2	2,189.2	2,080.4	2,080.4
<i>Región Centro</i>	9.9	8.8	7.7	7.7	2,918.8	2,910.6	2,550.5	2,550.5
<i>Región Sureste</i>	18.7	17.9	15.1	15.1	5,653.8	5,601.4	4,786.8	4,786.8
<i>Nivel Nacional</i>	10.6	11.3	9.8	9.5	11,859.3	12,964.7	11,529.0	11,442.3

Fuentes: véanse en el cuadro 2.6.

#### 2.2.4. Crecimiento de la actividad económica.

En el cuadro 2.8 y la figura 2.5 se puede observar el comportamiento de la actividad productiva de cada una de las regiones socio-económicas del país, en el periodo de 1940 a 2000. Como es bien conocido, es la región Centro la que muestra los mayores niveles de PIB, seguido, aunque muy por debajo en sus montos, por la región Centro-Occidente y la región Noreste. En cambio, en las tasas de crecimiento son las regiones Noroeste y centro-Occidente las que muestran una mayor dinámica que el promedio nacional. Así, mientras que el PIB nacional crece en 23.1 veces entre 1940 y 2010 (a precios de 1993), las regiones Noroeste y Centro-Occidente crecen en 29.7 y 28.1 veces. En cambio, la región Noreste crece solamente 22.5 veces con lo que reduce ligeramente la distancia que le separa de la región Centro que crece 21 veces en el mismo periodo. En cambio, nuevamente la región Sur-Sureste muestra un bajo dinamismo en relación con las demás regiones.

Obviamente, aunque este comportamiento del PIB puede ser relativizado en función del tamaño geográfico de la región o de su población, se puede empezar a vislumbrar el hecho de que parecen estarse reduciendo las diferencias en la productividad regional y cabría preguntarse si esta reducción pudiera estar también influenciada por el diferente crecimiento de la infraestructura de transporte de cada región.

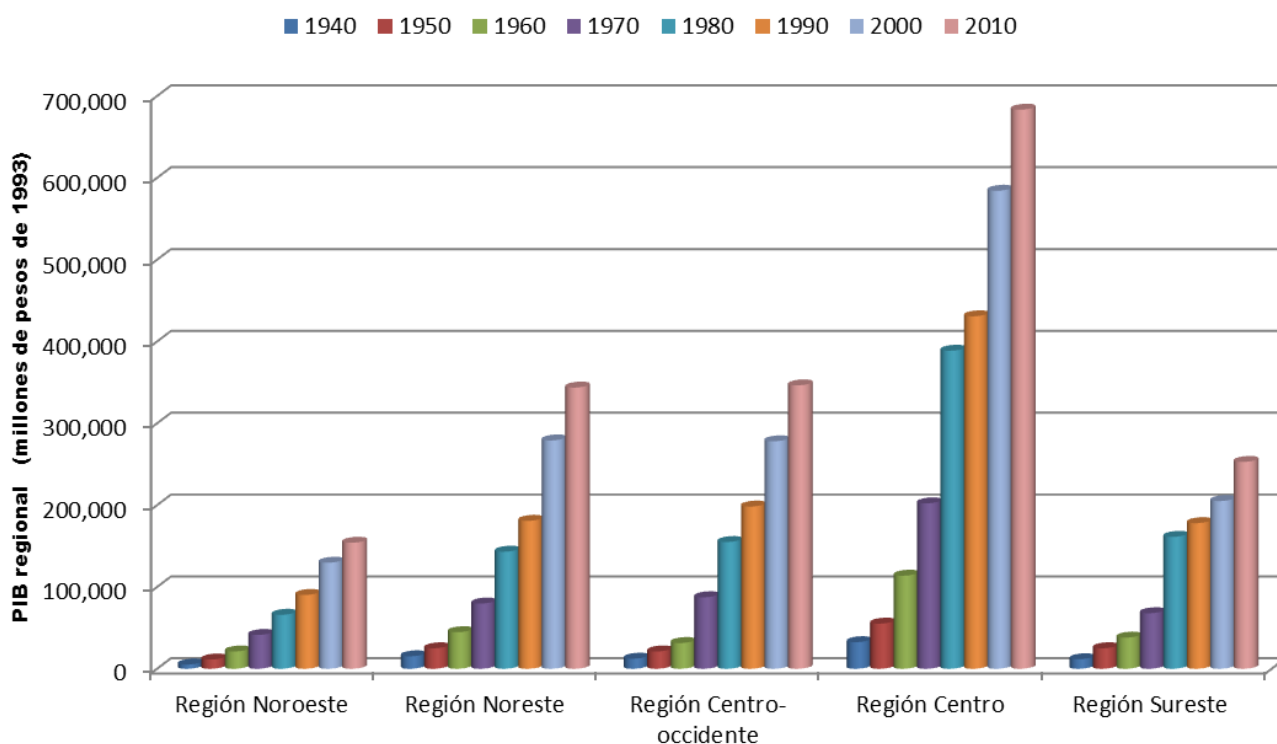


**Cuadro 2.8. Producto interno bruto nacional y regional (millones de pesos de 1993)**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro-occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>PIB nacional</i>
1940	5,189	15,273	12,347	32,524	11,705	77,039
1950	11,371	25,051	21,169	55,192	25,105	137,889
1960	21,174	44,753	31,445	113,750	38,108	249,230
1970	41,370	79,720	87,386	202,209	67,904	478,590
1980	65,974	143,116	154,913	388,676	161,273	913,952
1990	90,190	180,833	198,247	430,816	178,006	1,078,092
2000	129,624	279,060	278,051	584,200	204,992	1,475,927
2010	154,051	343,662	346,398	683,290	252,845	1,780,247

Fuente: elaborado con base en las estimaciones (de 1940 a 1990) de Germán-Soto, Vicente (2005): "Generación del producto interno bruto mexicano por entidad federativa, 1940-1992", El Trimestre Económico, vol. 72(3): 617-653, mientras que el periodo 2000 a 2010 se basa en las cifras del INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

**Figura 2.4. Dinámica del producto interno bruto regional en el país.**



Fuentes: véanse en el cuadro 2.9.

### 2.2.5. Importancia económica de las regiones en el ámbito nacional.

Como resultado de la dinámica señalada en los apartados anteriores, en el periodo de 1940 a 2010 se puede corroborar que la estructura económica regional no muestra realmente grandes cambios. Así, el cuadro 2.9 y la figura 2.6 muestran que la región Centro mantiene su preeminencia con una participación en torno al 40% del PIB nacional. En cambio, las regiones Centro-Occidente y la región Noreste ven incrementar ligeramente su participación aunque aún no llegan a la quinta parte del PIB. No obstante, el incremento de la participación de estas dos regiones parece provenir de la pérdida que muestra la región Sur-Sureste que confirma su tendencia a un mayor rezago productivo. Finalmente, la región Noroeste tiene la menor participación y si bien muestra una mejoría relativa no parece poder superar el 8.7% del PIB nacional.

**Cuadro 2.9. Participación regional en el PIB total nacional.**

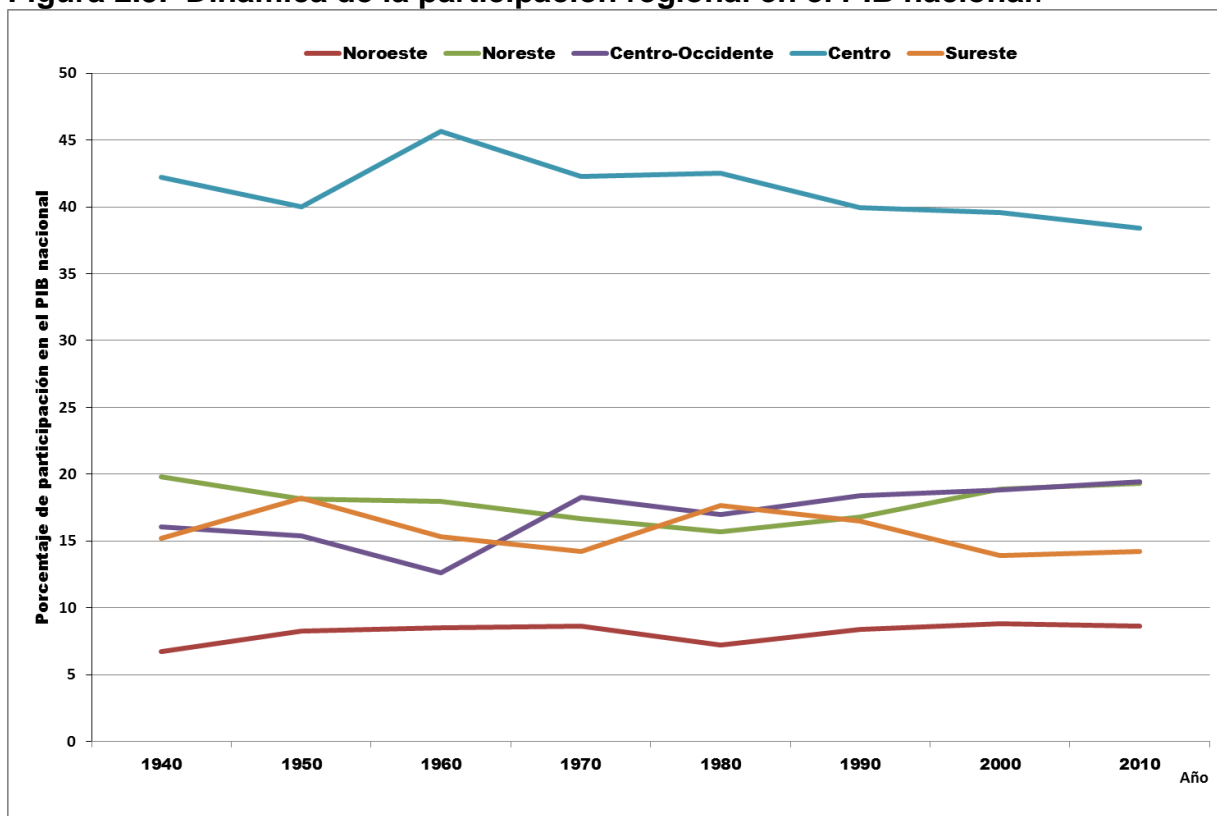
	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro-occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>PIB nacional</i>
1940	6.7	19.8	16.0	42.2	15.2	100.0
1950	8.2	18.2	15.4	40.0	18.2	100.0
1960	8.5	18.0	12.6	45.6	15.3	100.0
1970	8.6	16.7	18.3	42.3	14.2	100.0
1980	7.2	15.7	16.9	42.5	17.6	100.0
1990	8.4	16.8	18.4	40.0	16.5	100.0
2000	8.8	18.9	18.8	39.6	13.9	100.0
2010	8.7	19.3	19.5	38.4	14.2	100.0

Fuente: elaboración propia, con base en los datos del cuadro 2.8.

### 2.2.6. Dinámica del PIB per cápita a nivel regional.

En el cuadro 2.10 se muestra la evolución de esta variable en el periodo que va de 1940 al año 2010. Como se puede observar, al relativizar la producción de cada región conforme los niveles de población residente se encuentra que la región Centro ya no es la que muestra los mayores indicadores de productividad. De hecho, mientras que la productividad nacional, medida por medio del PIB per cápita, pasa de 3,920 pesos (de 1993) por cada habitante en 1940, a un nivel de 15,847 pesos por habitante en 2010, dos de las regiones se encuentran por debajo de estos niveles en ambos años de referencia. En cambio, se observa que es la región Noreste la que ha mostrado una mayor dinámica en esta variable y ha logrado superar a la región Centro y la región Noroeste. En cambio, nuevamente es la región Sur-Sureste la que muestra no sólo los menores niveles de producto per cápita, sino incluso una tendencia a un mayor rezago en relación a la media nacional. Esta dinámica se puede apreciar más claramente en la figura 2.7.

**Figura 2.5. Dinámica de la participación regional en el PIB nacional.**



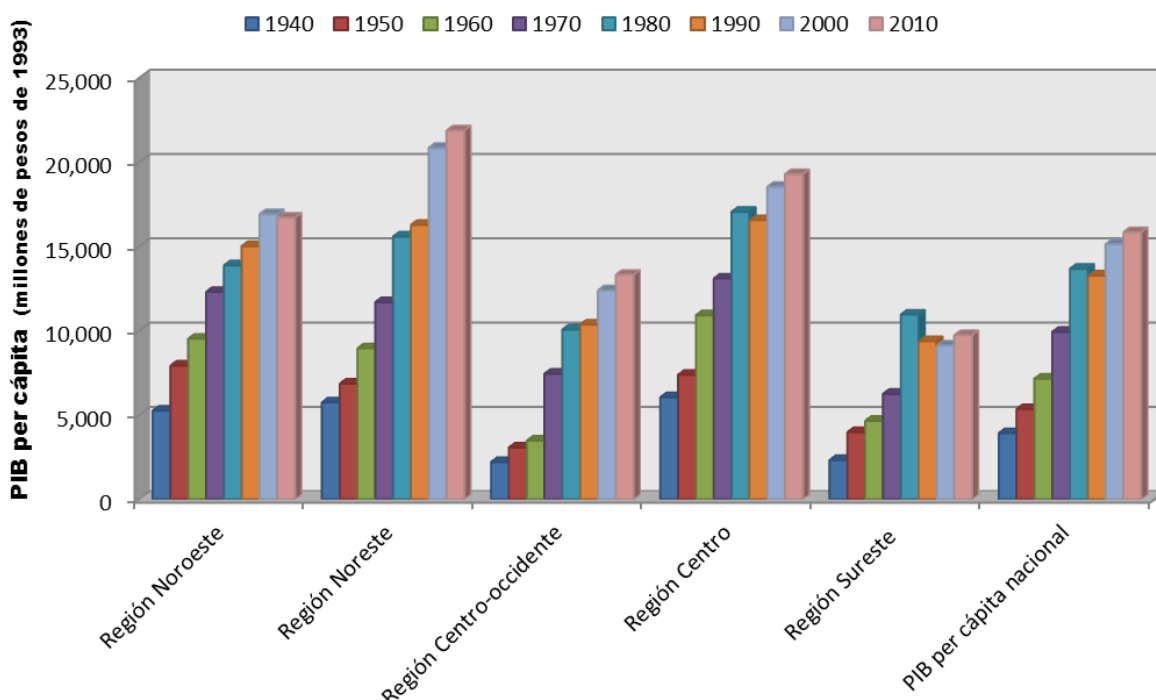
Fuente: elaboración propia, con datos de INEGI (Aguascalientes, México): "Estadísticas Históricas de México, Tomo 1", 1999; y "Estadísticas de Contabilidad Nacional, Sistema de Cuentas Nacionales de México". Banco de Información Económica (BIE), página WEB. 2002.

**Cuadro 2.10. PIB per cápita nacional y regional (millones de pesos de 1993)**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>PIB per cápita nacional</i>
1940	5,256	5,745	2,208	6,049	2,323	3,920
1950	7,929	6,853	3,070	7,382	3,974	5,349
1960	9,523	8,953	3,475	10,916	4,658	7,147
1970	12,299	11,692	7,448	13,091	6,251	9,924
1980	13,870	15,586	10,066	17,051	10,953	13,672
1990	15,016	16,274	10,359	16,556	9,383	13,269
2000	16,911	20,846	12,394	18,527	9,125	15,140
2010	16,704	21,876	13,316	19,292	9,735	15,847

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos de INEGI: "Estadísticas Históricas de México, Tomo 1", 1999. Aguascalientes, México; y "Estadísticas de Contabilidad Nacional, Sistema de Cuentas Nacionales de México". Banco de Información Económica (BIE), página web. 2002.

**Figura 2.6. Producto interno bruto per cápita en las regiones del país.**



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos de INEGI (Aguascalientes, México): "Estadísticas Históricas de México, Tomo 1", 1999; y, "Estadísticas de Contabilidad Nacional, Sistema de Cuentas Nacionales de México". Banco de Información Económica (BIE), página WEB. 2002.

### 2.2.7. Especialización económica de las regiones.

Al desagregar la anterior participación regional en el PIB, de acuerdo a las actividades en que existe cierta especialización regional, se obtienen los resultados que se incluyen en la figuras 2.8 y 2.9, mismas que cubren los años de 1995 y 2010.

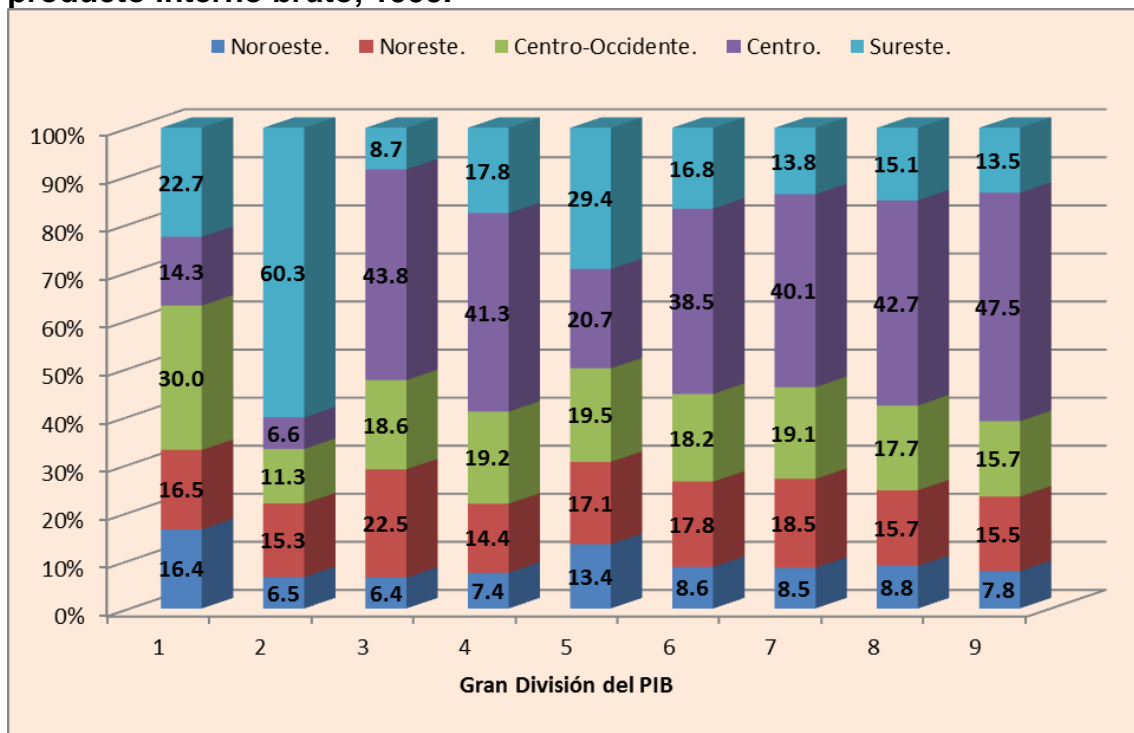
Las grandes divisiones consideradas en las figuras 2.8 y 2.9 son (INEGI, BIE):

1. Agropecuario, silvicultura y pesca.
2. Minería.
3. Industria manufacturera.
4. Construcción.
5. Electricidad, gas y agua.
6. Comercio, Hoteles y restaurantes
7. Transporte, almacenaje Y comunicaciones.
8. Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler.
9. Servicios comunales, sociales y personales.

Así, en la gran división económica correspondiente a las actividades agropecuarias, silvicultura y pesca, la mayor participación, tanto en 1995 como en 2010, corresponde a la región Centro-Occidente, seguida de la región Sur-Sureste. Las regiones Centro, Noroeste y Noreste muestran una participación relativamente baja, alrededor del 15%. Por el contrario, en la gran división correspondiente a la minería e industrias extractivas

es notable la creciente preeminencia de la región Sur-Sureste, lo cual se explica por la actividad petrolera desarrollada en los estados de Campeche, Veracruz y Tabasco. En la gran división que comprende a la industria manufacturera, que tiene un peso muy importante por la densidad de valor de sus productos, destaca la fuerte diferencia que tiene la región Centro cuya participación de cerca de 46% en 1995 casi duplica la correspondiente a la región que más le sigue (la región Noreste) que apenas muestra un 23% de participación en la actividad industrial del país. Sin embargo, esta situación cambia para el año 2010, en particular porque aumenta la presencia de la región Centro-Occidente que casi alcanza la cuarta parte de la producción manufacturera del país, al igual que lo hace la región Noreste. Esto se traduce en una reducción porcentual de la actividad manufacturera de la región Centro. Algo similar sucede con la gran división que engloba al sector de la construcción, ya que la región Centro disminuye de tener más del 40% del PIB del sector observado en 1995, para apenas alcanzar en 2010 poco menos de más de la cuarta parte del PIB nacional en esta actividad. En congruencia, las demás regiones tienen una relativamente mayor participación, incluyendo la región Sur-Sureste que llega a alcanzar la primera posición dejando detrás a la región Centro. La quinta gran división que corresponde a la producción de electricidad, gas y agua, es la que muestra el mayor equilibrio en la participación de todas las regiones. De hecho, es la única actividad en la que la región Sur-Sureste tenía en 1995 una participación relativamente mayor que las demás regiones, con casi el 30% del total, aunque este porcentaje disminuyó en 2010.

**Figura 2.7. Participación regional en las grandes divisiones económicas del producto interno bruto, 1995.**

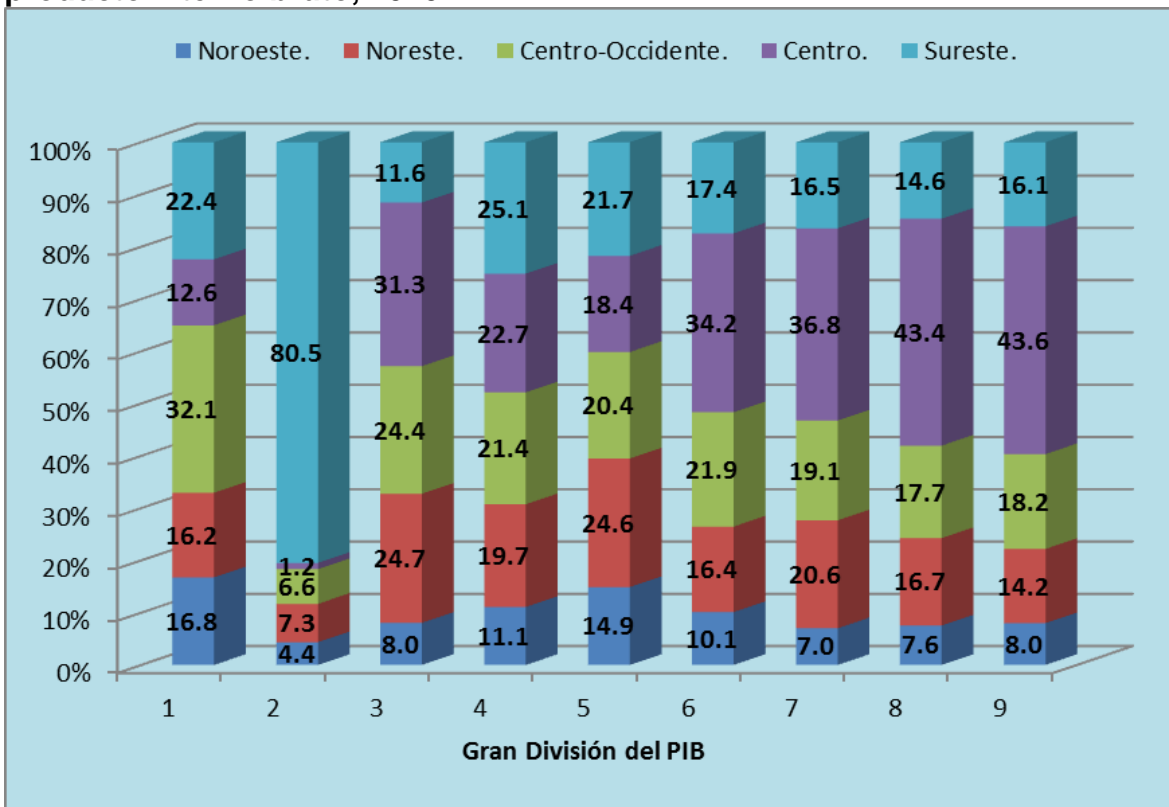


Fuente: elaboración propia, a partir de los datos de INEGI: "Estadísticas de Contabilidad Nacional, Sistema de Cuentas Nacionales de México". Banco de Información Económica (BIE), página web.

Por su parte, tanto en la gran división seis, que incluye al comercio, los hoteles y restaurantes, como a la siete que corresponde al transporte, almacenaje y comunicaciones, se encuentra que no hay un cambio en la estructura mostrada en 1995 con relación al año de 2010. Estas grandes divisiones, que son características de una economía urbanizada y de servicios, muestran, en consecuencia, un predominio de la región Centro que muestra una participación de más del doble de la región Noreste y la región Centro-Occidente, mientras que las regiones del Sur-Sureste y Noreste no tienen una participación muy notable.

Las observaciones realizadas en el anterior párrafo se hacen aún más evidentes tanto en el caso de la gran división 8 que corresponde a los servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler, como de la gran división 9 que incluye a los servicios comunales, sociales y personales. Nuevamente, la región Centro, merced a su alto nivel de urbanización e industrialización, alcanza niveles de participación en estas actividades de casi la mitad del total nacional, mientras que las regiones Noreste y Centro-Occidente apenas cuentan con una participación de alrededor del 15%, y las regiones del Sur-Sureste y Noreste no tienen una participación destacable.

**Figura 2.8. Participación regional en las grandes divisiones económicas del producto interno bruto, 2010.**



Fuente: elaboración propia, a partir de los datos de INEGI: "Estadísticas de Contabilidad Nacional, Sistema de Cuentas Nacionales de México". Banco de Información Económica (BIE), página web.

### **2.3. Principales resultados de la inversión en infraestructura de transporte carretero en las regiones económicas de México.**

En esta sección del capítulo se presenta el análisis correspondiente a la evolución de la red carretera y ferroviaria que se ha extendido en el país como resultado de la inversión acumulada en acervos de infraestructura en cada una de las regiones económicas cuya semblanza de desarrollo económico se presentó en la sección anterior. Con estos elementos, se procede a la revisión de algunos indicadores que nos permitirían relacionar dichos acervos de infraestructura precisamente con las características físicas, demográficas y económicas de las regiones de México.

#### **2.3.1. La infraestructura de transporte carretero en las regiones del país.**

En el cuadro 2.11 y la figura 2.10 se muestra la evolución que ha tenido cada una de las regiones económicas del país en el despliegue de caminos y autopistas. Así, mientras que en 1940 había solamente un total de poco más de 27 mil kilómetros de carreteras, de las cuales 6,419 eran pavimentadas (es decir, 23.7%), casi una tercera parte se concentraba en la región Noreste. Para el año 2010, el total nacional de carreteras era de casi 372 mil kilómetros, de las cuales más de 138 mil eran pavimentadas (es decir, 37.2%). En otras palabras, el acervo nacional de caminos no solo ha crecido en 13.7 veces en el periodo 1940 a 2010, sino que también ha mejorado en términos del porcentaje de caminos pavimentados.

Contrariamente a lo que pudiera esperarse por los indicadores de desarrollo económico mostrados en las secciones anteriores, la región Sureste es la que cuenta con la mayor dotación de carreteras, tanto pavimentadas como totales. Así, pasa de tener 4,258 kilómetros de carreteras totales (22% ya pavimentadas) en el año de 1940, a un total de más de 119 mil kilómetros de carreteras (de las que un 34.4% son carreteras pavimentadas).

Aunque bastante por detrás de la región Sureste, la región Centro-Occidente también cuenta con una gran capacidad carretera, pasando de tener poco menos de ocho mil kilómetros de carreteras en 1940 (18%, pavimentadas) a un total de casi 95 mil kilómetros en el año 2010 (39%, pavimentadas).

Por su parte, las regiones Noreste y Noroeste del país muestran una cantidad de acervos carreteros que, para el año 2010, es muy similar y cercana a los 59 mil kilómetros de caminos y autopistas. En cambio, el porcentaje de carreteras pavimentadas si es muy diferente: mientras que la región Noreste cuenta con 42% de carreteras pavimentadas, la región Noroeste tiene sólo 28%.

Finalmente, la región Centro tiene la menor cantidad de carreteras en el año 2010: 40,329 kilómetros, de los cuales el 47% son pavimentadas. Es decir, aunque tiene el menor acervo de infraestructura carretero, la región Centro tiene el mayor porcentaje de caminos transitables en todo tiempo.

**Cuadro 2.11. Crecimiento regional de la infraestructura carretera en México.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
Kilómetros de carreteras pavimentadas						
<i>1940</i>	194	2,177	1,465	1,648	934	6,419
<i>1950</i>	1,123	3,715	3,070	2,565	2,212	12,685
<i>1960</i>	4,432	7,187	6,434	3,293	6,023	27,369
<i>1970</i>	6,366	9,606	10,686	5,451	10,225	42,334
<i>1980</i>	11,290	13,934	15,350	8,857	17,489	66,920
<i>1990</i>	12,648	17,067	19,704	11,771	22,735	83,925
<i>2000</i>	15,002	20,562	27,004	15,133	30,787	108,488
<i>2010</i>	16,461	25,007	36,933	18,979	41,024	138,404
Kilómetros de carreteras totales						
<i>1940</i>	3,625	6,079	7,991	5,113	4,258	27,066
<i>1950</i>	3,489	5,835	6,739	4,014	4,832	24,910
<i>1960</i>	7,440	9,940	11,046	6,033	10,630	45,089
<i>1970</i>	8,687	13,312	17,931	10,418	21,534	71,882
<i>1980</i>	29,969	44,775	52,266	26,754	58,705	212,469
<i>1990</i>	34,687	51,612	58,700	28,679	65,557	239,235
<i>2000</i>	56,987	52,947	84,732	32,297	96,102	323,065
<i>2010</i>	58,636	58,887	94,752	40,329	119,332	371,936

Fuente: los datos del periodo 1940 a 1990 fueron tomados de INEGI, "Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos", varias ediciones. La información de 2000 y 2010 proviene de los Anuarios Estadísticos de la SCT, varias ediciones.

Para tener una idea más clara de la disponibilidad relativa que tiene cada región del acervo de carreteras pavimentadas, en el cuadro 2.12 se muestra cómo ha evolucionado esta infraestructura en cada una de las regiones mexicanas. Como se puede comprobar, esta distribución si ha cambiado en el periodo en estudio, pasando de una participación muy alta de las regiones Noreste y Centro (en el año de 1940), a una situación en el año 2010, donde es la región Sureste la que concentra el mayor porcentaje de las carreteras pavimentadas del país, y esto no es realmente reciente, sino que se observa desde hace varias décadas. En cambio, la región Centro-Occidente ha contado con alrededor de la cuarta parte de los acervos carreteros pavimentados, mientras que la región Noroeste sólo ha logrado incrementar su participación de manera modesta.

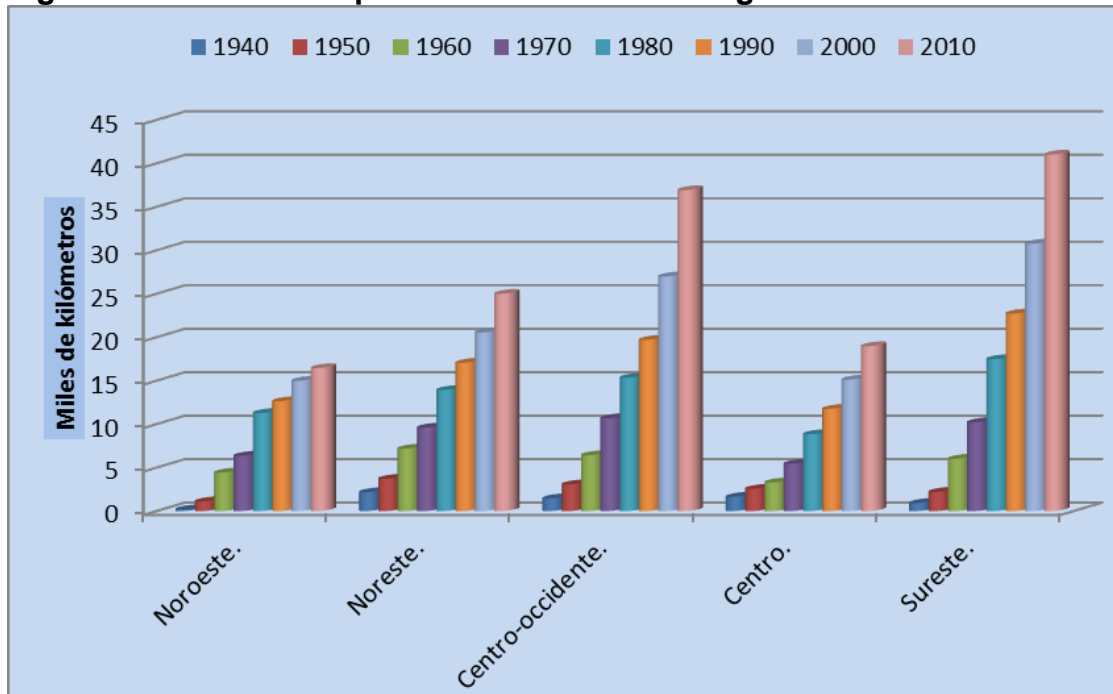


**Cuadro 2.12. Distribución del acervo de carreteras pavimentadas en México.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
(Porcentaje de carreteras pavimentadas del total nacional)						
<i>1940</i>	3.0	33.9	22.8	25.7	14.5	100.0
<i>1950</i>	8.9	29.3	24.2	20.2	17.4	100.0
<i>1960</i>	16.2	26.3	23.5	12.0	22.0	100.0
<i>1970</i>	15.0	22.7	25.2	12.9	24.2	100.0
<i>1980</i>	16.9	20.8	22.9	13.2	26.1	100.0
<i>1990</i>	15.1	20.3	23.5	14.0	27.1	100.0
<i>2000</i>	13.8	19.0	24.9	13.9	28.4	100.0
<i>2010</i>	11.9	18.1	26.7	13.7	29.6	100.0

Fuente: elaboración propia a partir de la información del cuadro 2.11.

**Figura 2.9. Carreteras pavimentadas en cada región económica**



Fuente:

elaboración propia a partir de la información del cuadro 2.11.

**Figura 2.10. Carreteras de dos, cuatro o más carriles por región en el país.**



Fuente: elaboración propia con base en información de los Anuarios Estadísticos de la SCT, varias ediciones.

### 2.3.2. Indicadores de la infraestructura de transporte carretero.

Para valorar más adecuadamente el significado de las cantidades de kilómetros de carreteras con que dispone cada región económica de México, y en un primer análisis cuantitativo, tenemos que relacionar dicha disponibilidad con el tamaño de la región, la dinámica de su población y del ritmo de la actividad económica que desarrollan.

Para empezar el cuadro 2.13 muestra la evolución de la densidad carretera en cada una de las regiones en estudio, es decir, la cantidad de metros pavimentados de carretera por kilómetro cuadrado de superficie. Este indicador tomaría en cuenta el tamaño geográfico de la región ya que no es correcto soslayar esta variable, en particular por las grandes diferencias que tienen las regiones económicas mexicanas en su extensión geográfica. Así, no es equiparable el esfuerzo de cubrir territorialmente la superficie de la región Noreste del país que representa casi una tercera parte del territorio nacional, que la región Centro que constituye apenas un 4.5% de la superficie del país. Precisamente, ello explica la baja densidad carretera de dicha región Noreste, misma que es apenas poco más de la mitad de la densidad promedio nacional. Por el contrario, es la región Centro la que siempre ha mostrado la mayor densidad carretera, aunque ha visto reducida la diferencia con relación a las demás regiones. Así, por ejemplo, mientras que

en 1940 tenía una densidad 38 veces a la que mostraba la región menos favorecida (la región Noroeste), en el año 2010 esta diferencia se reduce a 5.8 veces la densidad de la región con menor densidad carretera que es la región Noreste. Incluso, la región Centro-Occidente es la que muestra un mayor crecimiento en su densificación, a lo largo de los setenta años del análisis.

**Cuadro 2.13. Densidad carretera en las regiones del país, 1940-2010.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
(Metros de carreteras pavimentadas por cada kilómetro cuadrado de superficie)						
<i>1940</i>	0.5	3.3	4.1	19.0	2.0	3.3
<i>1950</i>	3.0	5.6	8.6	29.6	4.7	6.5
<i>1960</i>	11.7	10.8	17.9	38.0	12.8	14.0
<i>1970</i>	16.8	14.5	29.8	62.9	21.7	21.6
<i>1980</i>	29.8	21.0	42.8	102.1	37.0	34.2
<i>1990</i>	33.4	25.8	54.9	135.7	48.2	42.8
<i>2000</i>	39.6	31.0	75.2	174.5	65.2	55.4
<i>2010</i>	43.5	37.7	102.9	218.9	86.9	70.6

Por supuesto, algo que es aún más importante analizar, es la relación que tiene la infraestructura carretera en función de la dinámica mostrada por la cantidad de habitantes de cada región (véase el cuadro 2.14). Como se puede corroborar, son las regiones Noreste y Noroeste las que han mostrado la mayor consistencia en mostrar una disponibilidad de metros de carretera pavimentada por cada habitante de la región que es mayor al promedio nacional. Un comportamiento similar muestran las regiones Sureste y Centro-Occidente, aunque han superado la media nacional sólo a partir de 1980. Por el contrario, la región Centro es la que dispone de una reducida cantidad de acervos carreteros pavimentados por cada habitante y, por su peso demográfico, contrarresta a las demás regiones en este indicador. Esta situación lleva a cuestionar el significado real de este indicador. Así, el hecho de que se tenga una cantidad de carreteras proporcionalmente baja en relación al tamaño de la población (o al tamaño del territorio) no se traduce directamente en una desventaja para el desarrollo económico. Son las características del emplazamiento específico de la red carretera, esto es el uso eficiente o ineficiente que se haga de las mismas, lo que bien podría determinar el potencial real de desarrollo que representa la acumulación de estos acervos de capital físico.

Tomando en cuenta lo anterior, se analizó la relación entre el nivel de actividad económica de cada región y la disponibilidad de kilómetros de carreteras pavimentadas, con los resultados que se muestran en el cuadro 2.15.

**Cuadro 2.14. Cobertura poblacional de los acervos carreteros en las regiones del país, 1940-2010.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
(metros de carreteras pavimentadas por habitante)						
<i>1940</i>	0.19	0.79	0.26	0.30	0.18	0.32
<i>1950</i>	0.78	1.02	0.45	0.34	0.35	0.49
<i>1960</i>	1.99	1.44	0.71	0.32	0.74	0.78
<i>1970</i>	1.89	1.41	0.91	0.35	0.94	0.88
<i>1980</i>	2.37	1.52	1.00	0.39	1.19	1.00
<i>1990</i>	2.11	1.54	1.03	0.45	1.20	1.03
<i>2000</i>	1.96	1.54	1.20	0.48	1.37	1.11
<i>2010</i>	1.78	1.59	1.42	0.54	1.58	1.23

Fuente: elaboración propia a partir de la información de los cuadros 2.4 y 2.11.

Al analizar la productividad (medida en función del producto interno bruto regional, en pesos de 1993) que está asociada a cada kilómetro de carretera pavimentada, se encuentra que tanto la región Noroeste como la región Sureste han disminuido los niveles mostrados en el inicio del periodo. En especial, la región Noroeste muestra en el año 2010 que la productividad de sus carreteras corresponde con la tercera parte de lo que tenía en los años cuarenta, aunque parece estarse recuperando de una caída aún mayor. Igualmente, la región Sureste disminuye la productividad de sus acervos carreteros a menos de la mitad con la que inició el periodo, sin mostrar indicios de mejorar. Por su parte, aunque ha duplicado los niveles de productividad en estos setenta años del análisis, la región Noreste no muestra realmente un comportamiento que lleve sugerir que está en vías de aprovechar más productivamente la disponibilidad de acervos carreteros. Peor aún, la región Centro-Occidente muestra un estancamiento en este indicador de productividad. En el caso de la región Centro es claramente la región que usa más productivamente su red carretera pavimentada, si bien muestra un estancamiento en los niveles de este tipo de productividad. La conclusión general es que ninguna región ha incrementado sustancialmente el uso productivo de las crecientes disponibilidades de acervos carreteros, pero algunas regiones incluso han empeorado en este indicador. Una hipótesis que pudiera plantearse al respecto consiste precisamente en la posibilidad de que sea la falta de infraestructura la que esté provocando la falta de crecimiento del PIB regional. Sin embargo, es notable el caso de la región Sureste que muestra los mayores incrementos de carreteras pavimentadas en el periodo, pero ello no corresponde con un incremento en la contribución porcentual de la región al PIB nacional (véase el cuadro 2.9). Podría entonces plantearse la posibilidad de que la productividad

de las carreteras sea medida en términos del PIB per cápita, lo cual se muestra en el cuadro 2.16. No obstante, como se ve claramente en dicho cuadro, al estimar el indicador de la cantidad de PIB per cápita asociado al kilometraje de vías pavimentadas, se corrobora el descenso marcado en todas las regiones, pero especialmente en la región Sureste.

**Cuadro 2.15. Productividad regional de la infraestructura carretera pavimentada.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
(millones de pesos de PIB, por kilómetro de carretera pavimentada)						
1940	26.71	7.02	8.43	19.73	12.54	12.00
1950	10.12	6.74	6.90	21.52	11.35	10.87
1960	4.78	6.23	4.89	34.54	6.33	9.11
1970	6.50	8.30	8.18	37.10	6.64	11.31
1980	5.84	10.27	10.09	43.88	9.22	13.66
1990	7.13	10.60	10.06	36.60	7.83	12.85
2000	8.64	13.57	10.30	38.60	6.66	13.60
2010	9.36	13.74	9.38	36.00	6.16	12.86

Fuente: elaboración propia a partir de la información de los cuadros 2.8 y 2.11.

**Cuadro 2.16. Productividad per cápita de la infraestructura carretera.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro- occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>
(millones de pesos de PIB per cápita, por kilómetro de carretera pavimentada)					
1940	27050.1	2639.1	1506.5	3669.6	2488.8
1950	7059.8	1844.6	999.9	2878.2	1797.0
1960	2148.6	1245.8	540.1	3315.0	773.3
1970	1932.0	1217.2	696.9	2401.6	611.3
1980	1228.5	1118.5	655.8	1925.2	626.3
1990	1187.2	953.5	525.7	1406.5	412.7
2000	1127.2	1013.8	459.0	1224.3	296.4
2010	1014.8	874.8	360.6	1016.5	237.3

Fuente: elaboración propia a partir de la información de los cuadros 2.10 y 2.11.

Finalmente, también es importante revisar el comportamiento de la productividad del acervo total de carreteras, esto es, agregando el acervo de carreteras no pavimentadas. La razón de esta consideración radica en que las carreteras no pavimentadas podrían ser un factor importante para la movilización de productos agrícolas y minerales. En el cuadro 2.17 se realizó un análisis similar al contenido en el cuadro 2.15, pero considerando ahora el total de carreteras existentes en cada región económica del país. Como se puede observar, nuevamente se encuentra un deterioro generalizado de este indicador, incluso en mayor medida que en el caso del análisis de las carreteras pavimentadas.

**Cuadro 2.17. Productividad económica regional del acervo total de infraestructura carretera, 1940-2010.**

	<i>Región Noroeste</i>	<i>Región Noreste</i>	<i>Región Centro-occidente</i>	<i>Región Centro</i>	<i>Región Sureste</i>	<i>Total nacional</i>
(millones de pesos de PIB, por kilómetro de carretera, pavimentada o no pavimentada)						
<i>1940</i>	1.43	2.51	1.55	6.36	2.75	2.85
<i>1950</i>	3.26	4.29	3.14	13.75	5.20	5.54
<i>1960</i>	2.85	4.50	2.85	18.85	3.58	5.53
<i>1970</i>	4.76	5.99	4.87	19.41	3.15	6.66
<i>1980</i>	2.20	3.20	2.96	14.53	2.75	4.30
<i>1990</i>	2.60	3.50	3.38	15.02	2.72	4.51
<i>2000</i>	2.27	5.27	3.28	18.09	2.13	4.57
<i>2010</i>	2.63	5.84	3.66	16.94	2.12	4.79

Fuente: elaboración propia a partir de la información de los cuadros 2.8 y 2.11.

Los resultados de este capítulo permiten la consolidación de las hipótesis de partida, a saber: primero, que no parece existir una relación directa o clara entre la acumulación de acervos carreteros en una región y el nivel de desarrollo económico que muestran, ni en el corto o en el largo plazo; segundo, que tampoco parece estarse cumpliendo la idea de que la inversión en infraestructura carretera pueda contribuir a un desarrollo regional más equilibrado en el país. A la primera hipótesis la podemos identificar como una situación de eficiencia (en el manejo de los recursos económicos), mientras que a la segunda hipótesis se le puede relacionar con el problema de equidad en el desarrollo regional. Al análisis de estas hipótesis se dedica, respectivamente, cada uno de los siguientes capítulos.

### **CAPÍTULO 3. MEDICIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN TRANSPORTE AL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS REGIONES ECONÓMICAS DE MÉXICO.**

La infraestructura de transporte puede desempeñar un papel muy importante para la integración de regiones y países. Sin embargo, para que ello se cumpla, dicha infraestructura debe ser construida y operada con plena eficiencia, aprovechando al máximo los recursos materiales, tecnológicos y humanos. Incluso, desde el momento de decidir su ubicación, deben existir todas las condiciones de mercado para que su construcción esté realmente justificada.

No obstante lo evidente del anterior razonamiento, no es difícil encontrar infraestructura de transporte con unos niveles de utilización que podrían poner en duda su justificación económica. En México, es frecuente encontrar argumentos de orgullo regional como base para decidir la construcción y operación de caminos y vías férreas. En el otro extremo del debate, y coincidiendo con el cambio operado en la política económica del gobierno mexicano a partir de la segunda mitad de los años noventa, se ha cambiado la orientación de los objetivos de la política de infraestructura de transporte, haciendo que predomine la lógica financiera de la inversión. Aunque no se reconozca en forma pública, cada vez se rechaza más el argumento del desarrollo regional para la inversión pública en infraestructura, el uso de subsidios o para alguna otra forma de ayuda gubernamental. Así, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público postula que, para una mejor utilización de los recursos públicos, ésta se garantiza sólo si la infraestructura de transporte disminuye los costos de operación y los tiempos de traslado, pero se rechazan argumentos ambientales, accidentes y desarrollo económico regional. De esta forma, regiones con alta incidencia de accidentes, impacto ambiental o bajo nivel de integración al desarrollo nacional no se verían beneficiados por recursos públicos para infraestructura de transporte, a menos que sean atractivos para la inversión privada.

Ante la importancia de este debate, el objetivo principal de este capítulo es conocer en qué medida los acervos (“stocks”) de inversión que se hacen en infraestructura de transporte impactan la actividad económica en las regiones en que son construidas. Para lograr dicho objetivo, se empleará el método de la envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés), desarrollado por Charnes, Cooper y Rodes en 1978, el cual compara unidades productivas, basándose en el criterio de la mejor marca, para cuantificar la eficiencia técnica de cada una de ellas. Este método ha sido empleado de manera recurrente en trabajos similares, dada la facilidad que presenta para un análisis multi insumo y multi producto.

El presente capítulo está organizado de la siguiente manera: en la primera sección se realiza una revisión preliminar del estado actual de la investigación en la medición de la productividad regional en México, tomando en cuenta las limitaciones cuantitativas y cualitativas de la información que puede ser usada para dicho fin.

Después, aunque ya en el segundo capítulo se muestran los resultados de la medición de la productividad de las redes carreteras, a nivel de las regiones económicas, ello representa apenas un primer de marco de referencia y han servido para presentar la información que puede servir para la aplicación de los modelos con los que se desea

conocer la medida en que la inversión en carreteras ha seguido un criterio de eficiencia (en el presente capítulo) o de equidad regional (capítulo cuarto).

En la segunda sección se establece el marco teórico de la metodología empleada para el análisis subsecuente que se basa en la medición de la eficiencia técnica, siguiendo las ideas de Farrel (1957). Después, en la cuarta sección se analizan los resultados de la aplicación de dicha metodología. Así, se realiza un análisis de la eficiencia técnica que mostrarían las entidades federativas del país en el uso de la infraestructura de carreteras para alcanzar los niveles de productividad per cápita mostrados en el periodo que va desde 1940 y hasta el año 2010. Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas de este análisis de la eficiencia técnica que debieran ser importantes para efectos de políticas públicas, por sus implicaciones presupuestales.

### **3.1. Alcances en la medición de la productividad regional en México.**

El estudio del crecimiento económico regional en México ha recibido, recientemente, importantes contribuciones. Para el propósito del presente trabajo, destacan las siguientes.

Según las evidencias empíricas que presentan Lachler y Aschauer en un documento de trabajo publicado por el Banco Mundial,<sup>1</sup> el crecimiento económico de México empezó a desplomarse al mismo tiempo que lo hizo la inversión pública. Sin embargo, aunque dicho decrecimiento parece estar coincidiendo, en particular, con la disminución en la inversión de capital para la infraestructura de tres sectores estratégicos: electricidad, transporte y comunicaciones, ello no se sustenta de manera contundente. Así, al realizar una modelación econométrica (mediante series de tiempo) de la relación observada en México, entre la productividad total de los factores y el cociente de la inversión pública entre la inversión privada, estos autores apenas encuentran coeficientes de correlación que van de 0.21 a 0.43.<sup>2</sup>

Gerardo Esquivel desarrolló en el año 2000 un estudio en el que explora las causas del desarrollo económico de la regiones de México. Aunque incluye algunas variables como representativas de la infraestructura (acceso al agua, al alcantarillado y a la electricidad) a las que no les encuentra mucha significancia estadística, no incluye la infraestructura de transporte, pero concluye que son el clima y la vegetación las que determinan las diferencias observadas entre las entidades federativas sobre sus niveles y las tasas de crecimiento del ingreso per cápita.<sup>3</sup>

En el mismo año de 2000, Messmacher realizó una investigación para conocer los efectos del TLC en la desigualdad regional en México, aplicando regresiones de convergencia e indicadores de dispersión.<sup>4</sup> Entre sus conclusiones principales, destaca no sólo la corroboración de que se está incrementando la desigualdad regional que ha

---

<sup>1</sup> Lachler, U. and Alshauer, D. A. 1998. *Public investment and economic growth in México*, Policy Research Working Paper 1962, The World Bank, Washington.

<sup>2</sup> Op cit., p. 7.

<sup>3</sup> Esquivel, Gerardo. (2000) *Geografía y Desarrollo Económico en México*. Research Network Working Paper #R-389. Banco Interamericano de Desarrollo.

<sup>4</sup> Messmacher Linartas, Miguel. (2000) *Desigualdad regional en México, el efecto del TLCAN y otras reformas estructurales*. Documento de investigación 2000-4. Banco de México.



favorecido a los estados del norte del país, sino que son las actividades manufactureras y el transporte y las comunicaciones las que explican el dinamismo de los estados que más han crecido. Así, aunque no analiza propiamente la infraestructura de transporte, esta conclusión podría apoyar la idea de que el sector transporte no podría estar creciendo sin una adecuada infraestructura. Por lo tanto, indirectamente se podría inferir que las entidades federativas que más han invertido en carreteras, por ejemplo, han apoyado más el crecimiento de sus actividades manufactureras. Por supuesto, esas son precisamente temas dentro de la agenda de investigación del desarrollo regional.

En contrapartida, Noriega y Fontenla (2005) si encuentran que hay una complementariedad entre la inversión pública en infraestructura y la inversión privada en México.<sup>5</sup> En particular, estos autores revisan los efectos de largo plazo que han tenido los incrementos de infraestructura telefónica, carretera y telefónica, en el crecimiento del PIB real. De esta manera, estos autores encuentran que el efecto del incremento de kilómetros de carreteras tiene su efecto perceptible sólo después de siete u ocho años.

De hecho, también en el año de 2005, Calderón y Servén realizaron un estudio para medir el impacto del stock de infraestructura de transporte terrestre en el crecimiento y la distribución del ingreso. Aunque sus resultados son derivados de un análisis de cifras agregadas de más de 100 países y no es realmente un estudio a nivel regional, es importante destacar que encuentra una relación robusta entre dichos stocks de infraestructura y el crecimiento del PIB e incluso encuentran una relación inversa con la desigualdad en la distribución del ingreso en los países con mayor cantidad y calidad de infraestructura.<sup>6</sup>

Por el contrario, un estudio del Banco Mundial, realizado por Eli Weiss en 2010, orientado a buscar el impacto que puede tener la corrupción en el desarrollo regional mexicano, lleva a cabo una análisis de regresión, incluyó como variable a la densidad de carreteras (relación entre cantidad de carreteras y el tamaño el estado) como parte de las variables explicativas del crecimiento promedio del PIB per cápita. Sin embargo, encuentra que dicha densidad si es significativa pero sólo a un nivel de significancia estadística del 10%, quedando por detrás de otras cinco variables con mucho mayor poder explicativo.<sup>7</sup>

Dos aspectos podrían concluirse de esta breve semblanza de estos estudios que consideramos que son representativos de otros que se pueden consultar sobre el tema de la desigualdad regional en México. Primero, que no parece haber una tendencia uniforme sobre la influencia de la infraestructura de transporte en el desarrollo regional. En efecto, al margen de las posibilidades de comparación de los fundamentos teóricos de ambos modelos, lo que se puede enfatizar, por el momento, es la existencia de un debate que esta distante de estar cerrado. De hecho, una posibilidad de contribución al análisis de estos investigadores es, precisamente, la consideración del ámbito geográfico. Así, una posible vertiente de análisis es el estudio de la respuesta de la productividad en un nivel menor de agregación. Es decir, en lugar de usar las cifras

---

<sup>5</sup> Noriega, A. and Fontenla, M. 2005. *Public Infrastructure and Economic Growth in México*. Documento de trabajo, Universidad de Guanajuato.

<sup>6</sup> Calderon, C., Servén, L., (2005) The effects of infrastructure Development on Growth and Income Distribution. World Bank.

<sup>7</sup> Weiss, E., Rosenblatt, D., (2010) Regional Economic Growth in México. Policy Research Working Paper 5369.

nacionales, se realizará el análisis con información a nivel regional, hasta donde lo permitan la disponibilidad de información.

Segundo, en dichos estudios, la herramienta de análisis se ha centrado en los modelos econométricos o no se incluye explícitamente a la infraestructura de transporte como variable de análisis. Por lo tanto, ambas cuestiones nos permiten asumir la pertinencia de un análisis con el enfoque que presentamos en este trabajo.

### **3.2. Eficiencia técnica (Farrel, 1957).**

El concepto de productividad se refiere a la relación entre los productos obtenidos y los insumos consumidos en el proceso productivo. Así, la productividad puede ser expresada como sigue:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producto obtenido}}{\text{insumo usado}} \quad \text{-----[3.1]}$$

Este cociente es un cálculo directo derivado del caso producto simple, insumo simple. Sin embargo, el caso más común es la situación donde hay multi-producto y multi-insumo. En este caso, en la presencia de varios productos y varios insumos en el proceso productivo es necesario agregar los insumos y los productos en un índice de productividad simple. Para hacer esto, es necesario obtener un índice agregado de los insumos y de los productos por medio de un sistema de ponderación. Por ejemplo, los productos pueden ser ponderados por medio de su participación en el ingreso total, mientras que los insumos pueden ser ponderados por medio de su participación en los costos evitables (Hensher, 2001). Así, un índice de productividad puede diferir dependiendo del sistema de ponderación usado y con el nivel de agregación de insumos y productos. Sin embargo, una de las principales desventajas en el uso de números índice es que ellos no permiten distinguir entre las diferentes fuentes de cambio de la productividad (Oum et al, 1999).

Es evidente que, por medio de la ecuación 1.1, una ganancia en productividad puede ser definida como el incremento del producto en relación con los insumos, o un decremento en el uso de insumos con relación a un nivel de producto dado. En otras palabras, a mayor valor del cociente, mayor es la productividad.

Aunque la variación en la productividad puede deberse a muy diferentes causas o fuentes, uno de los principales propósitos de la medición de la productividad consiste en la separación e identificación del componente "eficiencia" con la intención de hacer inferencias sobre el efecto de la eficiencia en el proceso productivo de una empresa, industria u organización determinada (Oum et. al, 1999). El término eficiencia se refiere a la comparación entre la productividad obtenida con los valores de insumos y productos del caso en análisis, en relación con los valores que se obtendrían con los valores óptimos de insumos y producción (Lovell, 1993). Más aún, de acuerdo con los valores óptimos, dos tipos de eficiencia deben ser considerados: la eficiencia técnica y la eficiencia en la asignación de recursos ("allocative efficiency"). Si los valores óptimos están definidos en términos del máximo nivel de producción que puede ser alcanzado

dado el nivel de insumos, o el mínimo nivel de insumos que pueden ser usados para producir un determinado nivel de producción, esto es, en términos de la frontera de producción; la eficiencia es técnica. En otras palabras, la eficiencia técnica es alcanzada al producir en la frontera de producción.

Por otra parte, si el valor óptimo está basado en la selección de la mezcla de insumos en forma tal que un determinado nivel de producto es producido al menor costo posible, dados los precios respectivos en los insumos, entonces, el término eficiencia se refiere a la eficiencia en la asignación de recursos. Así, de la definición clásica de eficiencia en la asignación de recursos, se puede inferir que es necesario tener un proceso multi-insumos o multi-producción para poder medir este tipo de eficiencia.

### 3.2.1. Definición de la eficiencia técnica.

Las medidas de eficiencia nos indican una relación entre lo que se produce, y lo que se debe producir. Es decir, para saber si se está produciendo de manera eficiente, debe existir un marco de comparación. Para ello, Farrell (1957) propuso que dicha comparación debería estar en función de la mejor marca (o lo que hoy conocemos como *benchmarking*) observada entre un conjunto de empresas ó DMU<sup>8</sup>, a las que se desee equiparar. Además de ello, identificó dos formas en las que se produce de manera ineficiente. La primera de ellas ocurre cuando se utilizan más insumos de los que se requieren en el proceso de producción de acuerdo con la tecnología existente, mientras que la segunda resulta de no contar con la mejor combinación de insumos, dados los costos de estos. A la primera se le conoce con el nombre de ineficiencia técnica, y a la segunda se le nombró ineficiencia de asignación. En el presente trabajo de investigación nos enfocamos sólo en la estimación de la eficiencia técnica. Por ello, sólo es necesario contar con las cantidades utilizadas de insumos y de producción.

Farrell definió la eficiencia técnica como la distancia existente entre la mejor marca y la marca real de la empresa ó DMU, que se desea comparar.

La figura 3.1 puede servir para ilustrar la diferencia entre la eficiencia técnica y la eficiencia en la asignación de recursos. Considérese una empresa que usa dos insumos,  $x_1$  y  $x_2$ , para producir un producto simple  $y$ . Así, en este caso, la empresa tendrá una función de producción  $y = f(x_1, x_2)$ . Entonces, asumiendo rendimientos constantes a escala, la función de producción puede ser expresada como  $1 = f(x_1/y, x_2/y)$ . Así, la frontera tecnológica puede estar representada por la isocuanta I-I'. Más aún, se asume que la función presupuestaria está representada por la línea de isocostos P-P', la cual se define por la relación de precios de los insumos. Como se observa en la figura 6.1, la línea de isocostos es tangente a la isocuanta en el punto D.

Ahora, supongamos que la empresa está produciendo en el punto A, el cual es técnicamente ineficiente puesto que este punto no está ubicado en la frontera de producción, este es, sobre la isocuanta. Para estimar el nivel de ineficiencia técnica podemos usar la definición de Farrell (1957), que propone la Eficiencia Técnica (ET) como “one minus the maximum equiproportionate reduction in all inputs that still allows continued production of given outputs” (Lovell, 1993). Así, la Eficiencia Técnica en el

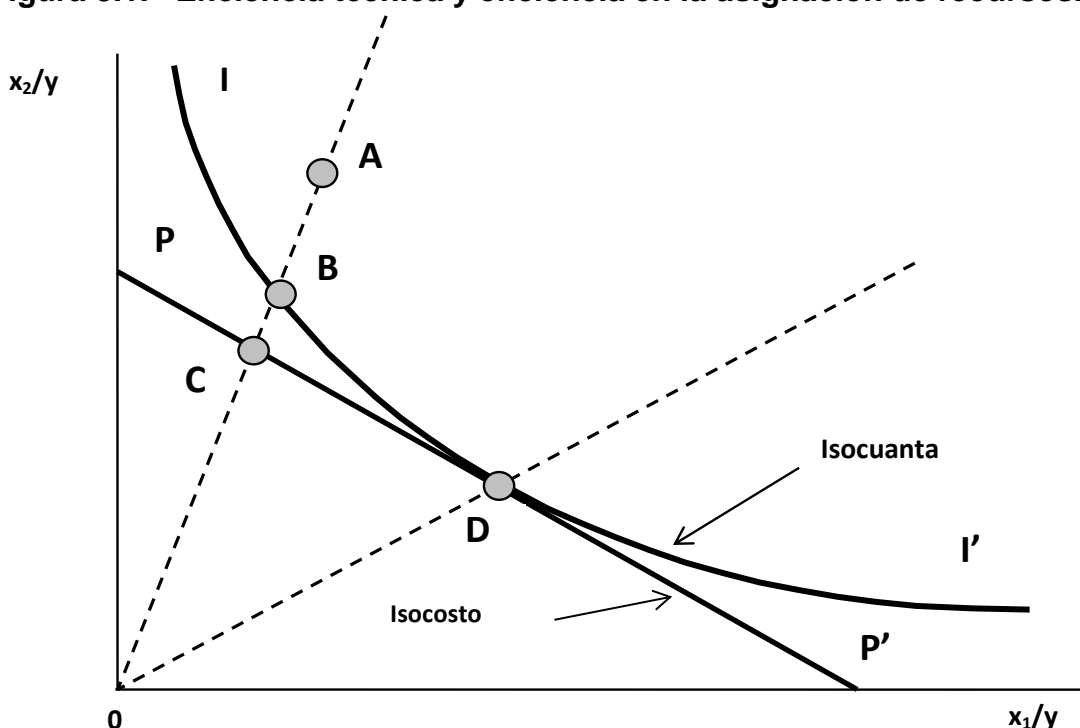
---

<sup>8</sup> En la literatura sobre el tema se identifica como DMU a cada una de las unidades tomadoras de decisiones (DMU = “Decision Making Unit”).

punto A está dada por  $ET_A = (1 - BA/OA)$ , ó  $ET_A=(OB/OA)$ . Esto es, la ET en el punto A mide la proporción mínima de insumos  $x_{1A}$  y  $x_{2A}$  necesarios para producir  $y_A$ .

La eficiencia técnica total se logra en el punto B, en el cual  $ET_B=1$ . De hecho, en general, dicha Eficiencia Técnica total se alcanza en cualquier punto sobre la isocuenta. Más aún, la ET está restringida a tener valores entre 0 y 1, esto es:  $0 \leq ET \leq 1$ . Así, el punto B es técnicamente eficiente. Sin embargo, es posible producir el mismo nivel de producto a un menor costo cambiando la proporción que se usa del insumo  $x_1$  en relación con la cantidad usada del insumo  $x_2$ . como resultado, el punto B es ineficiente en la asignación de recursos. Farrell (1957) define la ineficiencia en la asignación de recursos (en adelante, AE, o "allocative inefficiency") en el punto B como el cociente:  $AE_B=OC/OB$ . Más aún, puesto que los puntos A y B tienen la misma proporción de insumos, ambos tienen el mismo nivel de ineficiencia, esto es:  $AE_A=AE_B$ . Similarmente, AE está restringida a tener valores entre 0 y 1, esto es:  $0 \leq AE \leq 1$ . La eficiencia en la asignación de recursos se alcanza en cualquier punto en la línea de isocostos, por lo que el punto C es eficiente en la asignación de recursos pero no es técnicamente eficiente.

**Figura 3.1. Eficiencia técnica y eficiencia en la asignación de recursos.**



Fuente: Coelli et al, 1998.

Así, combinando la eficiencia técnica (ET) y la eficiencia en la asignación de recursos (AE) podemos obtener una eficiencia productiva total, esto es, una eficiencia económica (EE), la cual se obtiene en el punto D. La eficiencia económica, tal y como la define

Farrell (1957) se obtiene como el producto de (ET) y (AE), esto es:  $EEA=(ETA)(AEA)$ . Así, EE en el punto A se define como:  $EEA = (OB/OA) (OC/OB) = OC/OA$ .

Una vez definida la eficiencia técnica, lo importante es determinar la frontera de la misma, es decir, la curva I-I' en la figura 3.1. Para ello, en los últimos años se han desarrollado dos enfoques principales para determinar la frontera y medir la eficiencia. El enfoque paramétrico consiste en determinar, a través de técnicas econométricas, una función frontera utilizando una representación paramétrica de la tecnología junto con un término de error compuesto. En cambio, el método no paramétrico se resuelve mediante técnicas de programación lineal, y se calcula la frontera productiva directamente de los datos, sin imponer restricciones a priori a dicha función frontera.

El principal exponente del enfoque paramétrico es el método de las fronteras estocásticas, el cual surge de los trabajos propuestos por Aigner, Lovell y Schmidt (1977), y Meeusen y Van den Broeck (1977), quienes, de manera independiente, propusieron la función de la frontera estocástica, a la que consideraron un valor aleatorio, el cual se refiere a hechos fortuitos, que puede tener efectos positivos o negativos.

Las características básicas del modelo de fronteras estocásticas son ilustradas en la figura 3.2. El eje horizontal representa el insumo (entrada ó *input*), mientras que el vertical el producto (salida ó *output*), la frontera de producción, creada por medio de técnicas econométricas, significa la máxima producción alcanzable con la tecnología disponible, por lo que todos aquéllos puntos que se encuentren fuera de ella, se dice que producen de manera ineficiente, como los puntos i y j.

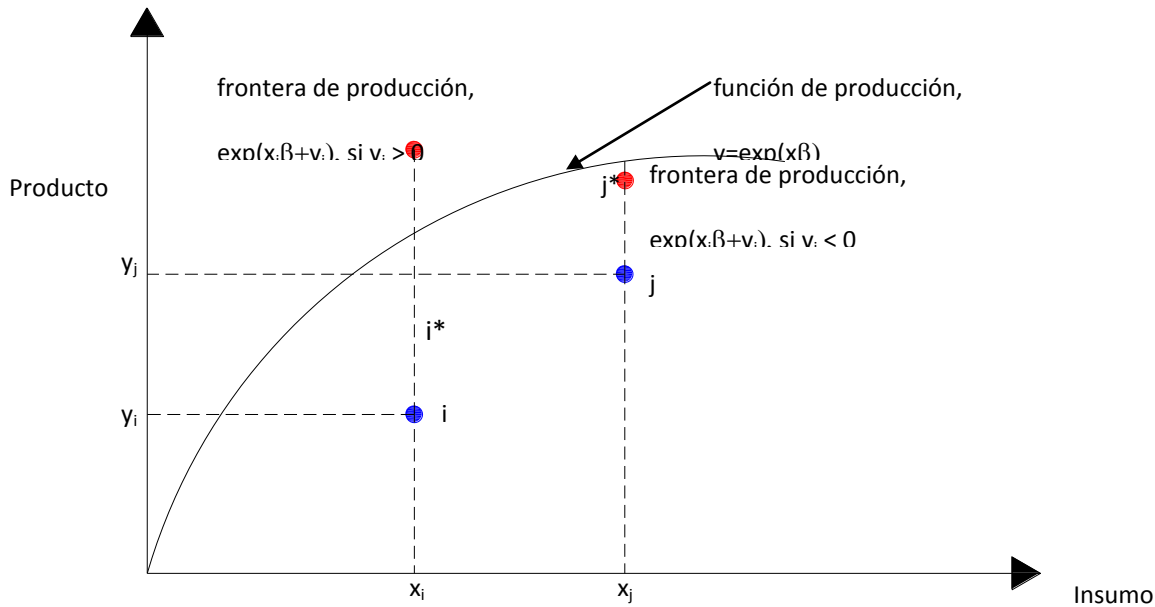
Los puntos i y j representan a dos empresas que emplean los insumos  $x_i$  y  $x_j$  para producir las cantidades  $y_i$  y  $y_j$  respectivamente. El punto  $i^*$ , es la correspondiente frontera de producción en i, el cual, se encuentra por arriba de la función de producción debido a que el error aleatorio,  $v_i$ , es positivo, el caso contrario ocurre en el punto  $j^*$ , que se encuentra por debajo de la función de producción. Otro aspecto que vale la pena destacar de la figura es que las salidas (*outputs*) pueden ser mayores que la parte determinística de la frontera estocástica, sí los correspondientes errores aleatorios son más grandes que los efectos de ineficiencia, es decir,  $y_i > \exp(x_i\beta)$  sí  $v_i > u_i$ .

En las fronteras de producción, la eficiencia técnica de la empresa i-ésima se define como el cociente entre el producto alcanzado por dicha empresa y su producción potencial, definida por la frontera estocástica, es decir:

$$ET = \frac{y_i}{f(x_i;\beta)\exp(v_i)} = \exp(-u_i)$$

Se trata de una medida de eficiencia técnica orientada al producto (“output”), que indica la cantidad de producto que la empresa i-ésima podría haber alcanzado utilizando la misma cantidad de factores productivos (“inputs”) que la empresa eficiente.

**Figura 3.2. La frontera estocástica de la función de producción.**



### 3.2.2. El método DEA.

Por otra parte, el método más empleado del enfoque no paramétrico es el **Análisis Envoltente de Datos** o **DEA** (Data Envelopment Analysis), desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, el cual es un método de programación lineal, en el que la función de producción está definida por el máximo nivel de producción alcanzable, con una cierta combinación de insumos. Otro enfoque que puede tomar este método es considerar la menor cantidad de insumos necesaria para producir una cantidad de producto.

El método DEA implica el uso de métodos de programación lineal para “construir” una superficie (o frontera) no paramétrica envolvente de los datos. El modelo asume retornos constantes a escala. Para la formulación matemática, Coelli y otros (1978) recurren a una interpretación intuitiva. Suponiendo que hay datos sobre K diferentes insumos y M diferentes productos para cada una de las N empresas, se parte del hecho de que para cada empresa analizada podemos obtener la relación de los productos ( $y_i$ ) entre la cantidad de insumos ( $x_i$ ), donde tanto  $x_i$  como  $y_i$  son vectores columna. Se tendría así una matriz de insumos ( $K \times N$ ), y una matriz de productos ( $M \times N$ ). Para cada industria nos interesa conocer una medida de la relación de todos los productos a todos los insumos, es decir,

$$\frac{u' y_i}{v' x_i} \text{ -----[3.2]}$$

donde  $u'$  y  $v'$  son vectores de “pesos” o ponderadores de los productos e insumos respectivamente. La obtención del valor óptimo de esos ponderadores se obtiene al resolver el siguiente problema de programación lineal (Coelli et al, 1998):

$$\max_{u,v} \left( \frac{u'y_i}{v'x_i} \right)$$

sujeto a:

$$\frac{u'y_j}{v'x_j} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N,$$

$$u, v \geq 0$$

-----[3.3]

Al resolver este problema, se encuentran los valores de  $u$  y  $v$ , tales que la eficiencia de la  $i$ -ésima DMU, sean maximizados, sujetos a las restricciones de que todas las medidas de eficiencia deben ser menores o iguales a uno. Un problema detectado en este planteamiento, es que tiene un infinito número de soluciones. Para evitar eso, se puede imponer la restricción  $v'x_i=1$ , quedando:

$$\max_{\mu,v} (\mu'y_i),$$

sujeto a:

$$v'x_i = 1,$$

$$\mu'y_j - v'x_j \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N$$

$$\mu, v \geq 0$$

-----[3.4]

Debe notarse que en la expresión 3.4 se ha dado un cambio de notación para los ponderadores, de  $(u, v)$  a  $(\mu, v)$ , para enfatizar que se trata de un problema de programación diferente al inicial.

Ahora disponemos de un problema de optimización lineal estándar, de  $N + 1$  restricciones lineales y  $n + m$  restricciones de no negatividad. Este planteamiento es conocido como la forma del multiplicador del problema de programación lineal del DEA.

El problema dual asociado se puede formular en una forma *envolvente* similar:

$$\min_{\theta, \lambda} \theta,$$

sujeto a:

$$-y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

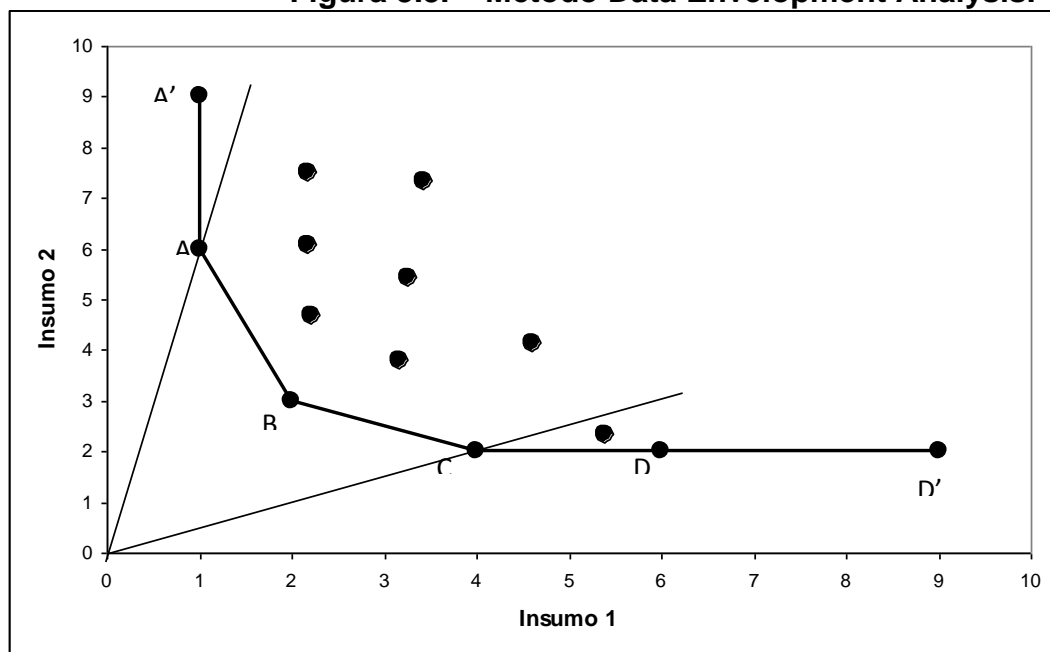
$$\lambda \geq 0$$

-----[3.5]

En la expresión 3.5,  $\theta$  es un escalar y  $\lambda \in \mathfrak{R}^{N \times 1}$  un vector de constantes,  $X \in \mathfrak{R}^{n \times N}$  es la matriz de insumos con tantas filas como insumos y tantas columnas como DMU e  $Y \in \mathfrak{R}^{m \times N}$ , la matriz de productos con tantas filas como productos y columnas como DMU haya. En este caso habrá  $n + m$  restricciones lineales y  $N$  de no negatividad, es decir, una cantidad menor de restricciones que en la representación primal. Así, es generalmente la forma preferida para resolver. El valor de  $\theta$  obtenido será la marca de eficiencia para la  $i$ -ésima región, con lo que este problema nos permite determinar las DMU a partir de las cuales se construirá la empresa “virtual” con la que se compara al resto de las DMU. Para conocer las unidades “eficientes” asociadas a las demás, se debe resolver un problema similar; por esta razón el ejercicio debe repetirse  $N$  veces (una vez para cada DMU). De hecho, los valores encontrados para  $\theta$  representan el valor de la eficiencia técnica, por lo que serán identificados como  $TE_{CRS}$  para mantener la notación que predomina en la literatura sobre este tipo de modelos (donde la indicación CRS significa que se están asumiendo rendimientos constantes a escala). Igualmente, se debe hacer mención que un resultado igual a 1, indica que esa DMU es técnicamente eficiente, mientras que los resultados menores a 1, nos indican el porcentaje respecto a la DMU eficiente al que se está operando.

La representación gráfica del método es presentada en la figura 3.3, la cual nos muestra un conjunto de DMU, que emplean 2 insumos para producir la misma cantidad de producto, los puntos A, B y C representan las mínimas combinaciones de insumos necesarias. Para construir la frontera de eficiencia, se unen los puntos mencionados, y se prolonga tanto vertical como horizontalmente, quedando la superficie A'ABCDD'. A partir de esa frontera se debe medir la distancia que existe entre ella y el resto de los puntos, tal como se realizó en la definición de la eficiencia técnica.

**Figura 3.3. Método Data Envelopment Analysis.**



Fuente: Fried et al, 2008, (p.23).



Un elemento restrictivo y muy importante en la anterior expresión 3.5 es el supuesto de que se presentan rendimientos constantes a escala en la producción. Precisamente por ello se le identifica como el modelo DEA de rendimientos constantes a escala, o como el modelo CCR, por referencia a los autores del modelo (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). Claramente, este supuesto sólo es válido cuando todas las DMU están operando a una escala óptima (esto es, correspondiente a la porción plana de la curva de costos promedios de largo plazo). La competencia imperfecta, restricciones en el financiamiento, etc., pueden causar que una DMU no esté operando a una escala óptima. Banker, Charnes y Cooper (1984) encontraron una extensión del modelo de DEA-CCR, tal que permite la existencia de rendimientos crecientes a escala.

Para lo anterior, el problema de programación lineal es modificado al agregar una restricción de convexidad (esto es,  $\sum \lambda = 1$ ), quedando la expresión matemática del modelo BCC como sigue:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta, \\ \text{sujeto a:} & \\ & -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \sum \lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad \text{-----[3.6]}$$

Nuevamente, como en el caso de la expresión 3.5, los valores encontrados para  $\theta$  representan el valor de la eficiencia técnica, y serán identificados como  $TE_{VRS}$  para mantener la notación que predomina en la literatura sobre este tipo de modelos y donde  $VRS$  significa que se asumen rendimientos variables a escala.

Otro elemento a considerar en los anteriores modelos radica en que el modelo corresponde a las medidas que Farrell propuso para medir la ineficiencia técnica cuando hay una orientación a la reducción de los insumos que se utilizan. Sin embargo, es evidente la posibilidad de medir la ineficiencia técnica como un incremento proporcional en la producción considerando cantidades fijas de insumos. Este es un caso muy frecuente en sectores como el del transporte donde no es posible reducir el tamaño de la infraestructura, por lo que la eficiencia podría estar orientada al producto y no necesariamente a los insumos. La implicación metodológica radica en que los resultados al medir la eficiencia varían cuando se considera la posibilidad de rendimientos variables a escala.

El modelo a optimizar tiene un desarrollo teórico muy similar al formulado en las expresiones 3.5 y 3.6 anteriores, pero se plantea como la siguiente maximización que asume rendimientos variables a escala (Coelli, 1998):

$$\max_{\phi, \lambda} \Phi,$$

sujeto a:

$$-\Phi y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

-----[3.7]

Por supuesto, ahora los valores encontrados para  $\Phi$  representan el valor de la eficiencia técnica, y serán identificados como  $T_{EO,VRS}$ , donde  $O,VRS$  significa que se asume orientación al producto así como rendimientos variables a escala. La notación para las demás mediciones de la eficiencia quedaría como sigue:

$TE_{I,CRS}$  = eficiencia técnica orientada a los insumos, con rendimientos constantes a escala.

$TE_{I,VRS}$  = eficiencia técnica orientada a los insumos, con rendimientos variables a escala.

$TE_{O,CRS}$  = eficiencia técnica orientada a los productos, rendimientos constantes a escala.

A manera de síntesis y conclusión preliminar, parece que, para estimar la productividad total en las regiones económicas de México, se podría aplicar el método del análisis de envolvente de datos (DEA), el cuál es un método no paramétrico basado en la programación lineal. El método DEA tiene la ventaja que tiene en consideración los múltiples insumos, recursos y procesos, de entrada y los múltiples productos de salida de un proceso productivo. Esto se realiza sin entrar, necesariamente, al detalle de la forma como se desarrolla el proceso mismo. Por lo tanto, esta abstracción permite, después, llevar a cabo un análisis más completo del mismo.

El DEA es un método que utiliza métodos de programación lineal para estimar una frontera de producción máxima mediante la construcción de hiperplanos para envolver un conjunto de datos observados de los diferentes productos e insumos (Oum & Yu, 1994). La principal ventaja de esta técnica en la estimación de la productividad es el hecho de que no requiere información de los precios de los productos o insumos. Además, esta técnica permite la consideración del caso multi-producto y multi-insumo.

Por otra parte, basándose en el concepto de funciones de distancia, Caves, Christensen y Diewert (Caves et al, 1982) desarrollaron un método para estimar cambios en la productividad. Este método realiza una comparación de la cantidad de producto producido con un nivel dado de insumos y la tecnología actual (periodo t+1), con la cantidad de producto con el mismo nivel de insumos utilizando una tecnología de referencia (periodo t). Como ya se mencionó, este método es conocido como el índice de productividad Malmquist (IPM) (Coelli et al, 1998).

Así, para estimar la productividad total de las regiones económicas de México, se propone un modelo DEA Malmquist, el cual emplea funciones de distancia que son estimadas empleando el método DEA.

Dentro de las ventajas que representa el utilizar este método son:

1. Admite modelos con múltiples insumos y productos (“inputs” y “outputs”).
2. No requiere una hipótesis de relación funcional entre dichos insumos y productos.
3. Las unidades se comparan directamente con otras unidades o una combinación de ellas.

Como es de esperarse, este modelo es una herramienta que se puede aplicar a diversos problemas que puedan recibir el tratamiento de una frontera de producción. Tiene que buscarse la congruencia con el postulado teórico del problema en análisis. Sólo mide la productividad y permite probar diversas hipótesis sobre el desempeño de diversos insumos en determinados productos. Para complementar lo anterior, es necesaria una teoría consistente sobre las características intrínsecas del proceso productivo en estudio.

Por supuesto, cada una de las metodologías analizadas, presentan ventajas y desventajas entre si. Por ejemplo, de acuerdo con Novell (1993), la principal ventaja del enfoque paramétrico es distinguir los efectos del ruido estadístico de la ineficiencia, mientras que las técnicas no paramétricas tratan fácilmente los procesos multiproductivos, además de no imponer ninguna forma funcional a priori sobre los datos.

### 3.3. Medición de la eficiencia técnica en el transporte carretero.

En esta parte del trabajo se aplicará el modelo de eficiencia que se puede resolver empleando el software *DEA-Solver Learning* (Cooper et al, 2000). Este modelo se basa en el método de la envolvente de datos (*data envelopment analysis*), que en adelante será referido como el modelo DEA-CCR, propuesto por Charnes, Cooper y Rodes en 1978, para estimar la eficiencia técnica con la que las regiones económicas de México están usando los recursos de infraestructura de transporte para alcanzar los niveles observados en su producción agrícola e industrial. El modelo DEA es un método de programación lineal, en el que la función de producción está definida por el máximo nivel de producción alcanzable, con una cierta combinación de insumos (Bonilla y otros, 2002). En realidad, también se utilizará el modelo modificado por Banker, Charnes y Cooper en 1984, quienes encontraron una extensión del modelo de DEA-CCR, tal que permite tomar en cuenta la posibilidad de la existencia de rendimientos crecientes a escala. Así, el modelo DEA-BCC nos permite establecer comparaciones entre un conjunto de regiones, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente. Estas dos opciones, también pueden considerar un enfoque orientado a los insumos o a los recursos. Por lo tanto, se tienen como modelos de solución las cuatro opciones siguientes:

- 1) el CCRI, es decir, el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes, que estima la TEI,CRS (la eficiencia técnica orientada a los insumos) al minimizar la cantidad de insumos utilizados dada la cantidad de producción, y asumiendo rendimientos constantes a escala.
- 2) el CCRO, es decir, el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes, que estima la TEO,CRS (la eficiencia técnica orientada a los productos) al maximizar la cantidad de de producción dada la cantidad de insumos utilizados, y asumiendo rendimientos constantes a escala.
- 3) el BCCI, es decir, el modelo de Banker, Charnes y Cooper, que estima la TEI,BRS (la eficiencia técnica orientada a los insumos) al minimizar la cantidad de insumos utilizados dada la cantidad de producción, y asumiendo rendimientos variables a escala.
- 4) el BCCO, es decir, el modelo de Banker, Charnes y Cooper, que estima la TEO,BRS (la eficiencia técnica orientada a los productos) al maximizar la cantidad de de producción dada la cantidad de insumos utilizados, y asumiendo rendimientos variables a escala.

Por las razones ya apuntadas previamente, es posible plantear que es precisamente el último modelo planteado (el BCCO) el que representa mejor las condiciones de la infraestructura de transporte. Es decir, que no se puede ya cambiar la cantidad insumos utilizados, y se asume la existencia de rendimientos variables a escala. Es el modelo que se utilizará para el análisis en el presente trabajo.

Por otra parte, es importante señalar que los datos consignados en los cuadros 2.10 y 2.11 no sólo son útiles para mostrar la importancia relativa de cada una de las entidades federativas o de las regiones en que son agrupadas. Las variables mostradas son también las que serán utilizadas para calibrar los modelos de eficiencia. Así, se está seleccionando al nivel de PIB per cápita como la variable explicada, dependiente o, más precisamente en el contexto metodológico de nuestro análisis, como el “producto”

realmente relevante a ser generado en la actividad económica de las regiones del país, tomadas éstas como las DMU. Si bien hay otros “productos” que pueden resultar de interés particular para el desarrollo económico de ciertas regiones (por ejemplo, como en el caso de las exportaciones de manufacturas), nos hemos concentrado en el PIB per cápita. Por supuesto, también es posible analizar la posibilidad de considerar la actividad del sector servicios. Sin embargo, este sector puede estar más relacionado con la productividad y el desarrollo económico al interior de las ciudades. Así, dado que estamos interesados por conocer el impacto económico regional de la infraestructura de transporte interurbano (que ciertamente, interesa más al gobierno federal como parte de la política de integración territorial y comunicación regional e internacional), asumimos al PIB per cápita como la variable explicativa de nuestro modelo.

Sin embargo, y tomando en cuenta la posible emergencia de otros sectores económicos, también es posible usar, alternativamente, el PIB per cápita generado en cada una de las entidades federativas del país. De hecho, en este capítulo del trabajo se comparan los resultados de utilizar estos dos niveles de agregación regional.

Como variables explicativas hemos seleccionado la cantidad de kilómetros de carreteras pavimentadas y la cantidad de kilómetros de carreteras no pavimentadas. Ello obedece a dos motivos. Primero, porque representan una expresión del nivel de acervos de capital acumulado no sólo por la inversión inicial en dichas infraestructuras sino también por los gastos de mantenimiento y operación de la mismas. Además, estas variables no sólo son importantes, per se, en la eficiencia de la inversión, sino que además pueden actuar como variables *proxy* del consumo de recursos que demanda la atención de la demanda de movilidad de bienes y personas en una región.

Tomando en cuenta lo anterior, las hipótesis a comprobar, mediante la estimación del modelo de eficiencia basado en el modelo DEA, son las siguientes.

#### Planteamiento de hipótesis 1:

Las **regiones económicas** de México que muestran un mayor nivel de **productividad** son las que tienen los índices de eficiencia más altos con relación a sus **acervos de infraestructura de transporte carretero**.

Bajo esta hipótesis, el modelo de la función de producción que se plantea, genéricamente, es el siguiente:

$$Y_{R(1,2)i} = f(CPAV_i, CNPAV_i) \quad \text{-----[3.8]}$$

donde:

$Y_{R(1,2)i}$  es el nivel de producto interno bruto per cápita de la **región**  $i$ -ésima, medido en miles de millones de pesos de 1993 por cada habitante;

$CPAV_i$  es la cantidad de kilómetros de carreteras pavimentadas; y,

$CNPAV_i$  es la cantidad de kilómetros de carreteras no pavimentadas.

## Planteamiento de hipótesis 2:

Las **entidades federativas** de México que muestran un mayor **nivel de productividad** son las que tienen los índices de eficiencia más altos con relación a sus **acervos de infraestructura de transporte carretero**.

Bajo esta hipótesis, el modelo de la función de producción que se plantea, genéricamente, es el siguiente:

$$Y_{EF(1,2)i} = f(CPAV_i, CNPAV_i) \quad \text{-----[3.9]}$$

donde:

$Y_{EF(1,2)i}$  es el nivel del PIB per cápita de la **entidad federativa** i-ésima, medido en miles de miles de pesos de 1993 por cada habitante;

$CPAV_i$  es la cantidad de kilómetros de carreteras pavimentadas; y,

$CNPAV_i$  es la cantidad de kilómetros de carreteras no pavimentadas.

A continuación presentaremos los resultados de las corridas del modelo DEA (prioritariamente en su versión BCCO) para estas dos hipótesis.

### 3.3.1. Análisis de la eficiencia técnica a nivel de las regiones económicas de México (“Hipótesis 1”). Resultados generales de 1940 al año 2010.

Por motivos de espacio, en el anexo 1 sólo será presentado en extenso el listado de salida de la corrida del modelo DEA-BCCO para el análisis de las regiones mexicanas, correspondiente al año de 2010. Para el resto de las opciones (es decir, de los años 1940 a 2000), sólo se incluirán a continuación los datos relevantes, debidamente resumidos.

El cuadro 3.1, muestra un resultado importante. Bajo la hipótesis 1, de las 5 regiones económicas analizadas, pocas alcanzan la calificación máxima (es decir, 1), mientras que el resto quedaron por abajo de dicho objetivo, es decir, son ineficientes. Esta predominancia de la ineficiencia, tal y como se midió en el presente trabajo, se refleja en que la calificación promedio ronda el 0.80 llegando a bajar en 1960 a una calificación de apenas 0.69.

**Cuadro 3.1. Resultados globales en la medición de la eficiencia técnica regional.**

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Average of scores =	0.864	0.754	0.688	0.793	0.792	0.817	0.806	0.811
No. of efficient DMUs =	3	2	1	2	1	1	3	3
No. of inefficient DMUs =	2	3	4	3	4	4	2	2

Fuente: elaboración propia, a partir de los listados de salida, como el mostrado en el anexo 1.

El desglose de las calificaciones obtenidas por cada región económica es presentado en el cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2. Resultados en la medición de la eficiencia técnica regional.**

DMU	Región	1940		1950		1960		1970	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
1	<i>Noroeste</i>	1	1	1	1	0.872	2	1	1
2	<i>Noreste</i>	0.949	4	0.881	3	0.820	3	0.920	3
3	<i>Centro-Occidente</i>	0.371	5	0.387	5	0.318	5	0.569	4
4	<i>Centro</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
5	<i>Sureste</i>	1	1	0.501	4	0.427	4	0.477	5

DMU	Región	1980		1990		2000		2010	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
1	<i>Noroeste</i>	0.813	3	0.906	3	1	1	1	1
2	<i>Noreste</i>	0.914	2	0.982	2	1	1	1	1
3	<i>Centro-Occidente</i>	0.590	5	0.625	4	0.595	4	0.609	4
4	<i>Centro</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
5	<i>Sureste</i>	0.642	4	0.567	5	0.438	5	0.445	5

Como se puede observar, bajo la hipótesis 1, la única región que alcanza la máxima calificación es la región Centro. Le sigue en calificación la región Noroeste que en la mayoría de los años analizados alcanzó la máxima calificación, y la región Noreste que ha aumentado de manera más consistente. Como se puede comprobar, al comparar estos resultados con los niveles de PIB que alcanzan estas regiones, se concluye que también están entre las regiones más importantes. Es decir, estas regiones no sólo tienen un importante desempeño en su productividad económica sino coinciden en que tienen y usan una red vial que, a resultados de este análisis, tiene una mayor eficiencia en su tamaño que el resto de las regiones. En cambio, las regiones Centro-Occidente y Sureste muestran un desempeño muy alejado del óptimo. Con base en esto, es posible afirmar que podemos aceptar la hipótesis planteada, esto es que "las regiones económicas de México que muestran una mayor cantidad de producción industrial y agrícola son los que tienen los índices de eficiencia más altos con relación a su infraestructura de transporte carretero".

Por otra parte, la aplicación del modelo DEA a la información obtenida para un periodo tan amplio, que va de 1940 hasta 2010, y cuyos resultados se presentan también en el cuadro 3.2, nos permite comprobar si en las regiones con una tendencia a incrementar los niveles de PIB per cápita son donde se han presentado también una tendencia a incrementar la eficiencia en el manejo de su infraestructura carretera. Sin embargo, en el mismo cuadro se puede comprobar que no existe una tendencia general al cambio, lo cual descarta esta posibilidad. Es decir, contrariamente a lo que podríamos suponer que debería estar ocurriendo por las tendencias a dotar de infraestructura de transporte a las regiones con los mayores rezagos en el nivel de actividad económica para lograr un desarrollo regional más equilibrado (e incluso, otras razones de tipo político), no parece presentarse una dinámica especialmente mayor en la eficiencia con la que operan su red vial dichas regiones.

Adicionalmente, el cuadro 3.3 muestra las calificaciones que obtienen las diferentes entidades federativas en el año de 2010, bajo cada uno de los modelos DEA

anteriormente planteados, y bajo la hipótesis 1. Esto es de utilidad no sólo por la posibilidad de que existan sesgos en el análisis dado el modelo específico empleado. También destaca el hecho de que no es generalmente observable un gran cambio en la calificación al pasar del modelo BCC-O al modelo CCR-O, es decir, al asumir que existen rendimientos a escala constantes. Sin embargo, es notorio el hecho de que las regiones ineficientes caen abruptamente en su calificación, lo cual significa que tienen problemas importantes de ineficiencias de escala (Coelli, 1998). Un ejemplo claro de ello es el caso del Sureste que baja su calificación de 0.445 a casi 0.233, que además de estar por abajo del valor promedio para la calificación del modelo CCRO significa que tiene una ineficiencia de escala del orden del 21.2%. Ello se muestra en la última columna del cuadro 3.3. De hecho, esta misma situación se corrobora en el caso de la región Centro-Occidente que había resultado muy por abajo del óptimo bajo el modelo BCRO. Esto apoya la comprobación de nuestra hipótesis 1.

Por otra parte, como ya anticipaba la teoría (véase el planteamiento del modelo), el cambio del modelo CCRO al modelo CCRI no cambia en absoluto las calificaciones obtenidas, mientras que el cambio del modelo BCCO al modelo BCCI apenas muestra algunas variaciones significativas, pero no altera las conclusiones anteriores.

**Cuadro 3.3. Resultados por modelo en la medición de la eficiencia técnica (2010).**

DMU	Región económica	Score BCCO	Score CCRO	Score CCRI	Score BCCI	Ineficiencias de escala
1	Noroeste	1	0.998	0.998	1	0.002
2	Noreste	1	0.861	0.861	1	0.139
3	Centro-occidente	0.609	0.355	0.355	0.491	0.254
4	Centro	1	1	1	1	0.0
5	Sureste	0.445	0.233	0.233	0.427	0.212

### 3.3.2. Análisis de la eficiencia técnica a nivel de las entidades federativas de México (“Hipótesis 2”).

Aunque el análisis de la eficiencia técnica con que son manejados los acervos carreteros a nivel de las regiones económicas (es decir, la hipótesis 1) ha sido bastante claro y concluyente, con la hipótesis 2 estamos planteando la posibilidad de al interior de las regiones no sea homogénea la situación de eficiencia o ineficiencia.

Nuevamente, por motivos de espacio, el listado de salida de la corrida del modelo DEA-BCCO, correspondiente al año de 2010, para las entidades federativas de México, es presentado en extenso en el anexo 2. Para el resto de las opciones (es decir, de los años 1940 a 2000), sólo se incluirán los datos relevantes, debidamente resumidos.

El cuadro 3.4 (también formado a partir de los listados de salida como el mostrado en el anexo 2), muestra un resultado importante. Bajo la hipótesis 2, de las 32 entidades federativas analizadas, sólo tres alcanzaron, en 1940 y 1950, la calificación máxima (es decir, 1), mientras que 29 quedaron por abajo de dicho objetivo, es decir, son



ineficientes. Esta situación de partida ha empeorado en las décadas posteriores. De hecho, esta predominancia de la ineficiencia, tal y como se midió en el presente trabajo, se refleja en que la mayor calificación promedio se alcanzó en 1970, con apenas 0.46, pero ha disminuido a 0.37 en el año 2010. El desglose de las calificaciones obtenidas por cada entidad federativa es presentado en el cuadro 3.5.

**Cuadro 3.4. Resultados globales en la medición de la eficiencia técnica estatal.**

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Average of scores =	0.347	0.355	0.301	0.459	0.395	0.373	0.385	0.369
No. of efficient DMUs =	3	3	1	1	2	2	1	1
No. of inefficient DMUs =	29	29	31	31	30	30	31	31

**Cuadro 3.5. Resultados en la medición de la eficiencia técnica, estatal.**

DMU	Entidad Federativa	1980		1990		2000		2010	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
1	Aguascalientes	0.383	14	0.413	10	0.483	10	0.500	6
2	Baja Calif. Norte	0.608	4	0.467	6	0.525	7	0.415	10
3	Baja Calif. Sur	0.554	5	0.541	5	0.495	8	0.468	7
4	Campeche	0.355	17	1	1	0.607	3	0.412	11
5	Coahuila	0.457	7	0.412	11	0.544	6	0.526	3
6	Colima	0.443	8	0.463	7	0.398	13	0.360	14
7	Chiapas	0.348	18	0.179	31	0.169	31	0.152	32
8	Chihuahua	0.377	15	0.419	9	0.573	5	0.526	4
9	Distrito Federal	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Durango	0.288	23	0.290	19	0.325	16	0.329	16
11	Guanajuato	0.259	27	0.234	24	0.296	20	0.301	21
12	Guerrero	0.212	30	0.203	28	0.206	30	0.197	29
13	Hidalgo	0.263	24	0.230	26	0.246	23	0.224	27
14	Jalisco	0.402	11	0.356	15	0.394	14	0.363	13
15	México	0.387	13	0.309	17	0.311	19	0.313	19
16	Michoacán	0.221	29	0.191	30	0.228	27	0.224	28
17	Morelos	0.355	16	0.399	13	0.342	15	0.334	15
18	Nayarit	0.328	19	0.277	20	0.236	25	0.227	26
19	Nuevo León	0.633	3	0.568	3	0.698	2	0.702	2
20	Oaxaca	0.159	32	0.167	32	0.167	32	0.158	31
21	Puebla	0.259	26	0.226	27	0.268	22	0.274	23
22	Querétaro	0.394	12	0.403	12	0.474	11	0.461	9
23	Quintana Roo	0.527	6	0.550	4	0.587	4	0.517	5
24	San Luis Potosí	0.233	28	0.246	23	0.290	21	0.307	20
25	Sinaloa	0.302	20	0.302	18	0.315	17	0.325	18
26	Sonora	0.433	9	0.430	8	0.491	9	0.465	8
27	Tabasco	1	1	0.338	16	0.241	24	0.261	24
28	Tamaulipas	0.410	10	0.357	14	0.429	12	0.400	12
29	Tlaxcala	0.262	25	0.252	22	0.218	28	0.189	30
30	Veracruz	0.289	22	0.231	25	0.231	26	0.248	25
31	Yucatán	0.291	21	0.275	21	0.314	18	0.329	17
32	Zacatecas	0.199	31	0.196	29	0.216	29	0.274	22

**Cuadro 3.5 (cont.). Resultados en la medición de la eficiencia técnica, estatal.**

DMU	Entidad Federativa	1940		1950		1960		1970	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
1	Aguascalientes	0.524	6	0.175	24	0.182	22	0.410	17
2	Baja Calif. Norte	1	1	1	1	0.686	3	0.754	3
3	Baja Calif. Sur	0.479	7	0.554	6	0.346	10	0.723	4
4	Campeche	0.417	9	0.336	12	0.284	13	0.436	15
5	Coahuila	0.371	11	0.448	8	0.460	5	0.623	6
6	Colima	0.628	4	0.333	13	0.232	17	0.446	13
7	Chiapas	0.102	29	0.145	29	0.144	28	0.257	30
8	Chihuahua	0.282	18	0.491	7	0.459	6	0.526	10
9	Distrito Federal	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Durango	0.354	14	0.262	17	0.222	18	0.373	21
11	Guanajuato	0.156	23	0.168	25	0.188	20	0.370	23
12	Guerrero	0.081	32	0.143	30	0.154	24	0.268	28
13	Hidalgo	0.120	26	0.151	27	0.149	27	0.279	26
14	Jalisco	0.151	24	0.249	19	0.243	16	0.540	9
15	México	0.115	27	0.179	23	0.263	15	0.561	7
16	Michoacán	0.088	31	0.148	28	0.119	30	0.272	27
17	Morelos	0.252	19	0.285	16	0.297	11	0.437	14
18	Nayarit	0.324	15	0.300	15	0.211	19	0.393	19
19	Nuevo León	0.410	10	0.570	4	0.771	2	0.866	2
20	Oaxaca	0.102	28	0.129	32	0.093	32	0.183	32
21	Puebla	0.097	30	0.185	22	0.152	25	0.323	24
22	Querétaro	0.463	8	0.157	26	0.149	26	0.408	18
23	Quintana Roo	1	1	1	1	0.182	21	0.519	11
24	San Luis Potosí	0.132	25	0.243	20	0.167	23	0.303	25
25	Sinaloa	0.365	13	0.347	11	0.384	8	0.486	12
26	Sonora	0.566	5	0.560	5	0.513	4	0.720	5
27	Tabasco	0.295	17	0.252	18	0.270	14	0.376	20
28	Tamaulipas	0.368	12	0.446	10	0.352	9	0.545	8
29	Tlaxcala	0.162	22	0.137	31	0.108	31	0.237	31
30	Veracruz	0.221	20	0.448	9	0.405	7	0.422	16
31	Yucatán	0.315	16	0.321	14	0.292	12	0.372	22
32	Zacatecas	0.169	21	0.203	21	0.140	29	0.267	29

Como se puede observar, bajo la hipótesis 2, la única entidad federativa que alcanza la consistentemente máxima calificación es el Distrito Federal. En la situación inicial (esto es, en 1940 y 1950) otras entidades que destacan son Baja California Norte, Quintana Roo, Colima, Sinaloa, Nuevo León, Sonora y Baja California Sur. Estas entidades federativas muestran un desempeño superior al promedio. Como se puede comprobar, la mayoría de estas entidades federativas están entre las más importantes por su productividad per cápita pero otras lo son menos, pero también muestran una aceptable eficiencia en el uso de su red vial, en comparación con el resto de las entidades federativas. No obstante, es muy preocupante que 25 de las entidades federativas tuvieran en 1940 una calificación incluso inferior a 0.5. A pesar de que han pasado setenta años, esta situación no cambia mucho para la última década. Así, en el año 2010, además del caso del Distrito Federal, destaca el estado de Nuevo León, con una calificación de 0.7, y los estados de Coahuila, Chihuahua, Quintana Roo, Aguascalientes, Sonora y Baja California Sur que alcanzan una calificación apenas

superior o cercana a 0.5, aunque vienen mejorando desde varias décadas atrás. Es notable que precisamente la lista anterior de entidades federativas son las que presentan los mayores niveles de PIB per cápita (alrededor de 20,000 pesos en el año 2010). Es decir, las entidades con mayor PIB per cápita son las mejor calificadas en el uso de su red de caminos y carreteras.

Llama la atención el hecho de que algunas entidades federativas tienen niveles muy altos de Producto Interno Bruto (México, Jalisco, Sinaloa y Veracruz) e incluso de industrialización, pero con niveles de población también relativamente altos, lo cual se refleja en sus bajos niveles de PIB per cápita, pero también se encuentran muy mal calificados en la productividad en el uso de su red vial.

Con base en lo anterior, es posible afirmar que también podemos aceptar la hipótesis 2 como fue planteada, esto es, que "las entidades federativas de México que muestran un mayor nivel de productividad son las que tienen los índices de eficiencia más altos con relación a sus acervos de infraestructura de transporte carretero".

En otras palabras, la aplicación del modelo DEA a la información obtenida para los años de 1940 a 2010, y cuyos resultados se presentan el cuadro 3.5, nos permiten comprobar que en las entidades federativas con más productividad es donde se han presentado también los mayores crecimientos en la eficiencia en el manejo de su infraestructura carretera, aunque, en general, el nivel de calificaciones es bajo. Además, en dicho cuadro se puede comprobar que no existe una tendencia general al cambio, incluso en el largo plazo. Es decir, contrariamente a lo que podríamos suponer que debería estar ocurriendo por las tendencias a dotar de infraestructura de transporte a las entidades federativas con rezagos en su nivel de actividad económica, no parece presentarse una dinámica especialmente mayor en la eficiencia con la que operan su red vial dichas entidades federativas.

Es importante resaltar que se ha llegado a una conclusión muy similar tanto en la hipótesis 1 como bajo la hipótesis 2. Esto implica que las dos hipótesis son compatibles y complementarias. Es decir, que el cumplimiento de la primera hipótesis, que es a nivel regional, se explica por el desempeño a nivel de las propias entidades federativas que integran cada región, aun cuando existen también diferencias dentro de cada región. Así, resulta equivalente, en términos analíticos, el uso de cualquiera de las dos hipótesis, pero la hipótesis 2 nos lleva a un mayor nivel de detalle en el análisis de la eficiencia técnica en el uso de los recursos carreteros.

En congruencia con lo anterior, el cuadro 3.6 muestra las calificaciones que obtienen las diferentes entidades federativas en el año de 2010, bajo cada uno de los modelos DEA anteriormente planteados, y bajo la hipótesis 2. Destaca el hecho de que, excepto para el caso del Distrito Federal, se observa que, en general, hay un gran cambio en la calificación al pasar del modelo BCC-O al modelo CCR-O, es decir, al asumir que existen rendimientos a escala constantes. De hecho, es notorio que la mayor parte de las entidades federativas caen abruptamente en su calificación, lo cual significa que tienen problemas importantes de ineficiencias de escala (Coelli, 1998). El ejemplo más extremo es el caso de Nuevo León que baja su calificación de 0.702 a casi 0.022, que además de estar por abajo del valor promedio para la calificación del modelo CCRO, significa que tiene una ineficiencia de escala del orden del 68%. Ello se muestra en la última columna del cuadro 3.6. De hecho, esta misma situación se corrobora en otros casos de

entidades federativas que habían resultado con calificaciones relativamente altas bajo el modelo BCCO (Coahuila, Chihuahua, Quintana Roo y Aguascalientes). Esto sirve para corroborar la comprobación de nuestra hipótesis 2.

Por otra parte, como ya anticipaba la teoría (véase el planteamiento del modelo), el cambio del modelo CCRO al modelo CCRI no cambia en absoluto las calificaciones obtenidas, mientras que el cambio del modelo BCCO al modelo BCCI muestra variaciones significativas, puesto que se amplía enormemente la diferencia entre el valor óptimo mostrado por el Distrito Federal y el resto de las entidades federativas. Esto implica que hay mayores niveles de ineficiencia técnica cuando se pone más énfasis en los insumos que en los resultados (véase la sección 3.2).

**Cuadro 3.6. Resultados por modelo en la medición de la eficiencia técnica estatal.**

DMU	Entidad federativa	Calificación BCCO	Calificación CCRO	Calificación CCRI	Calificación BCCI	Ineficiencias de escala
1	Aguascalientes	0.500	0.059	0.059	0.118	0.441
2	Baja Calif. Norte	0.415	0.023	0.023	0.055	0.392
3	Baja Calif. Sur	0.468	0.033	0.033	0.071	0.435
4	Campeche	0.412	0.017	0.017	0.040	0.395
5	Coahuila	0.526	0.016	0.016	0.031	0.51
6	Colima	0.360	0.046	0.046	0.129	0.314
7	Chiapas	0.152	0.004	0.004	0.026	0.148
8	Chihuahua	0.526	0.014	0.014	0.027	0.512
9	Distrito Federal	1	1	1	1	0
10	Durango	0.329	0.010	0.010	0.030	0.319
11	Guanajuato	0.301	0.007	0.007	0.024	0.294
12	Guerrero	0.197	0.006	0.006	0.029	0.191
13	Hidalgo	0.224	0.009	0.009	0.039	0.215
14	Jalisco	0.363	0.008	0.008	0.023	0.355
15	México	0.313	0.007	0.007	0.022	0.306
16	Michoacán	0.224	0.005	0.005	0.022	0.219
17	Morelos	0.334	0.030	0.030	0.089	0.304
18	Nayarit	0.227	0.011	0.011	0.049	0.216
19	Nuevo León	0.702	0.022	0.022	0.032	0.68
20	Oaxaca	0.158	0.004	0.004	0.025	0.154
21	Puebla	0.274	0.008	0.008	0.029	0.266
22	Querétaro	0.461	0.037	0.037	0.081	0.424
23	Quintana Roo	0.517	0.027	0.027	0.053	0.49
24	San Luis Potosí	0.307	0.009	0.009	0.029	0.298
25	Sinaloa	0.325	0.010	0.010	0.031	0.315
26	Sonora	0.465	0.010	0.010	0.022	0.455
27	Tabasco	0.261	0.009	0.009	0.035	0.252
28	Tamaulipas	0.400	0.012	0.012	0.029	0.388
29	Tlaxcala	0.189	0.019	0.019	0.102	0.17
30	Veracruz	0.248	0.005	0.005	0.021	0.243
31	Yucatán	0.329	0.008	0.008	0.024	0.321
32	Zacatecas	0.274	0.008	0.008	0.031	0.266

## **CAPÍTULO 4. CONTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN LA CONVERGENCIA REGIONAL EN MÉXICO (1941-2010).**

Es muy frecuente encontrar la idea de que existe una fuerte correlación entre la inversión en infraestructura de transporte y el *impulso* al crecimiento económico, y que esta correlación es mucho mayor que cualquier otra que existiera entre el crecimiento económico y la inversión en otro tipo de infraestructura e incluso otras actividades económicas. Por ejemplo, en un documento de la OECD se señala que el análisis de la inversión en infraestructura de transporte debe ir más allá de la estimación de los beneficios directos a los usuarios, ya que dicha infraestructura tiene amplias repercusiones sobre el desarrollo regional, y que estos efectos también deben tenerse en cuenta con el fin de garantizar una asignación eficiente de los recursos (OECD, 2002: 4) De hecho, además de algunos beneficios derivados de la generación de empleos, inclusión social e incluso menores costos ambientales, la nueva infraestructura de transporte permitiría a las industrias de la región diversos ahorros en tiempo y costos, así como mejoras en la accesibilidad a los mercados, traduciéndose en un incremento de la productividad (OECD, 2002: 9).

Sin embargo, Vickerman reconoce que éste es un debate con mucha controversia que se presenta no sólo entre los especialistas que buscan un método robusto para identificar y medir el tamaño de los supuestos beneficios económicos de la inversión en infraestructura de transporte, sino también entre los tomadores de decisión que desean justificar o rechazar la inversión en un proyecto de inversión específico (Vickerman, 2007: 3)

El objetivo del presente capítulo es la exploración de la fundamentación teórica y empírica que tiene la vinculación entre la inversión en infraestructura de transporte carretero y el desarrollo económico regional en México. En particular, nos interesa revisar si el incremento de la cantidad de acervos carreteros de las entidades federativas del país está contribuyendo al proceso de convergencia regional en el PIB per cápita.

### **4.1. Aschauer y el debate sobre el impacto de la inversión en infraestructura.**

La preocupación sobre la contribución real que tienen que las inversiones en infraestructura de transporte en el desarrollo económico se puede encontrar en la literatura especializada desde hace varias décadas.<sup>9</sup> Sin embargo, es a partir de un estudio de Aschauer (1989a) sobre el papel de la inversión en infraestructura que se agudiza el debate. En efecto, en un análisis de la productividad observada en la economía de los Estados Unidos de Norteamérica, entre 1950 y 1985, Aschauer encuentra que los acervos de capital público son mucho más importantes en la determinación de la productividad que el gasto corriente, y que la infraestructura *básica* (i.e., autopistas, aeropuerto, transporte público, drenaje, red de agua potable, etc.), tiene el mayor poder explicativo de la productividad observada (Aschauer, 1989a: 177). Así, concluye que el descenso en el incremento de la productividad (observada en la economía norteamericana en el periodo mencionado) es coincidente, o se adelanta

---

<sup>9</sup> Véanse, por ejemplo, las aportaciones presentadas por Owen (1959), Voigt (1964), o Fromm (1980).

ligeramente, a una fuerte caída en el incremento de los acervos netos de infraestructuras y equipos públicos (Aschauer, 1989a: 195). Es en torno a esta afirmación que se abre el debate sobre el verdadero impacto de las inversiones en capital público, pero Aschauer va más allá cuando, en un estudio sobre el comportamiento observado (entre 1960 y 1980), en la productividad en las siete economías más industrializadas del mundo, encuentra que el ajuste general en las prioridades del gasto gubernamental, que prefiere el gasto corriente frente a la inversión en capital público, afectó negativamente su productividad, por lo que recomienda que el capital público sea incluido como un ingrediente vital en la receta para el crecimiento económico (Aschauer, 1989b: 24). Más específicamente, de un análisis econométrico del transporte carretero y la economía norteamericana en el período de 1960 a 1985, Aschauer concluye que una mayor cantidad y calidad de la capacidad carretera expande los servicios de transporte y, de esta manera, incrementa el producto marginal del capital privado. Así, se induce una mayor inversión en capital físico y un incremento del ingreso y el producto per cápita (Aschauer, 1990: 14, 22).

Aunque esta relación causal fue corroborada por otros estudios, incluso a nivel regional (véase, por ejemplo, a Munnell, 1990), también generó una diversidad de críticas, de las que destacan las tres siguientes: primero, que la magnitud de la correlación estadística encontrada entre el capital público y el capital privado es poco convincente; segundo, que se omiten otras variables que podrían explicar la caída observada en la productividad; y, tercero, que no se consideró la posibilidad de una causalidad inversa, esto es, que la caída en la productividad fuera una causa de la disminución de la inversión en capital público, y no al revés. La respuesta de Aschauer fue que la existencia de otras variables no representa en sí misma una disminución de la importancia del capital público, y que las inconsistencias metodológicas de otros investigadores hace poco convincente su argumentación (Aschauer y Holtz-Eakin, 1993: 20). No obstante, Aschauer reconoció la necesidad de incorporar en su análisis la optimalidad de los acervos de capital público en comparación con la maximización de la productividad del capital privado. Además, en el mismo trabajo este autor presenta evidencias de una baja provisión de capital público en la economía estadounidense, dada la existencia de una tasa de retorno del capital público que estaba por encima de la correspondiente al capital privado (Ibid, pp: 11-14).

Otros estudios realizados por Aschauer le han permitido refinar sus instrumentos de análisis, y corroborar, en lo general, las ideas postuladas previamente. De hecho, en un estudio realizado en 1998, Lachler y Aschauer encuentran evidencias empíricas de que el crecimiento económico de México empezó a desplomarse al mismo tiempo que lo hizo la inversión pública. Sin embargo, aunque también observan que dicho decrecimiento parece estar coincidiendo con la disminución en la inversión de capital para la infraestructura (en particular, de tres sectores estratégicos: electricidad, transporte y comunicaciones), no encuentran un sustento estadístico contundente. Así, al realizar un análisis de series de tiempo de la relación observada en México, entre la productividad total de los factores y el cociente de la inversión pública entre la inversión privada, sólo hallan coeficientes de correlación que van de 0.21 a 0.43 (Lachler y Aschauer, 1998: 7).

Los hallazgos de Aschauer han sido corroborados o ampliados por otros investigadores, pero también cuestionados ampliamente. La primera revisión importante del debate lo realiza Gramlich en 1994. Según este autor, un problema importante es la propia definición de capital de infraestructura: en la mayoría de los estudios econométricos se usa la infraestructura de propiedad pública como la variable independiente principal, pero otras definiciones incluyen las inversiones en infraestructuras de propiedad privada, las inversiones en capital humano e incluso en investigación y desarrollo experimental orientadas a la propia infraestructura.<sup>10</sup> De hecho, se señala a la disponibilidad de información como un factor que dificulta el uso de definiciones más amplias del capital de infraestructura (Gramlich, 1994: 1177). En particular, este autor identifica varios problemas econométricos importantes: cointegración de las series de tiempo de las variables usadas en el análisis, ausencia de variables explicativas importantes (como los precios de los energéticos), y el problema de la causalidad entre la inversión en capital de infraestructura y el nivel de productividad en la economía. Así, esta diversidad de enfoques y problemas econométricos, representa la principal razón para encontrar respuestas encontradas o mixtas en el estudio del impacto económico de la inversión en infraestructura, por lo que la evidencia empírica no es concluyente (Gramlich, 1994: 1193).

Posteriormente, Bangqiao (2001) actualiza el estado del debate sobre el tema corroborando que el tipo de infraestructura analizada puede tener un impacto diferenciado en el crecimiento de la productividad. Además, señala que las especificaciones econométricas simples siempre tienen estimaciones (de parámetros) mayores y más significativas estadísticamente que las especificaciones matemáticamente más sofisticadas, las cuales no sólo tienen tales estimaciones menores y débiles sino algunas incluso negativas. Además, según este autor, los estudios a nivel macro no son capaces de proveer una guía adecuada para tomar una decisión en relación con un proyecto de infraestructura de transporte específica, lo cual requiere usar las herramientas de análisis microeconómico, tales como el análisis costo beneficio social (Bangqiao, 2001: iii).<sup>11</sup>

Más recientemente, Angel de la Fuente realizó un análisis de los primeros veinte años del debate iniciado por Aschauer. De hecho, de la Fuente no sólo amplía el recuento de las diferentes especificaciones empíricas y sus problemas econométricos, sino también reitera el frecuente problema de la calidad de los datos y su falta de homogeneidad, todo lo cual dificulta las comparaciones entre estudios realizados en contextos o países diferentes (de la Fuente, 2010). No obstante, al igual que Gramlich y Bangqiao, concluye que la evidencia empírica no es concluyente y su interpretación es complicada debido a los problemas econométricos no resueltos. En particular, encuentra que el uso de primeras diferencias o la introducción de efectos fijos en panel de datos, elimina la significancia de la acumulación de capital fijo en la productividad regional (de la Fuente, 2010:38). Sin embargo, encuentra que la inversión en infraestructura pública sí contribuye significativamente al crecimiento de la productividad, al menos en los países donde el punto de saturación no ha sido alcanzado (de la Fuente, 2010:2). Esta última

---

<sup>10</sup> En el artículo de Rozas y Sánchez (2004) se puede encontrar una revisión conceptual de estos temas.

<sup>11</sup> En ese sentido, se deben consultar las aportaciones de Weisbrod (2008: 519).

conclusión es similar a la alcanzada en un estudio de Calderón (2005), el cual mediante el análisis de cifras agregadas de más de 100 países, encuentra una relación robusta entre los acervos de infraestructura y el crecimiento del PIB, pero resalta la relación inversa de la desigualdad en la distribución del ingreso en los países con mayor cantidad y calidad de infraestructura (Calderón y Servén, 2005:26).

Es importante hacer notar que los autores anteriores realizan sus análisis considerando los impactos de la infraestructura pública, pero no necesariamente enfatizan el papel de la infraestructura de transporte. En cambio, una edición especial de la revista "The Logistics and Transportation Review" del año 1996, incluye artículos que se centran en el análisis de los impactos de la inversión en infraestructura de transporte en el desarrollo económico. De la lectura de esos artículos se encuentran prácticamente los mismos argumentos, en favor y en contra, que son reportados por los autores arriba citados. No obstante, en uno de los trabajos, se enfatiza la idea de que la inversión en transporte puede tener efectos de rebozamiento (*spillover effects*), al facilitar la expansión y la innovación en otros sectores (Garrison and Souleyrette, 1996: 5). En cambio, en otro artículo se exploran las posibilidades de complementariedad y sustituibilidad entre el transporte y otros factores productivos, aunque no se encuentran resultados concluyentes (Gillen, 1996: 55).

Otros estudios más recientes encuentran resultados no necesariamente coincidentes. Por ejemplo, Montolio y Solé realizaron en 2007 un estudio para medir el impacto de la inversión en infraestructura carretera en el crecimiento de la productividad total de los factores observado en las industrias de las provincias españolas en el periodo 1984-1994. Al incluir en su análisis a las variables "intensidad vehicular" y "nivel de congestión" de las carreteras, encuentran un efecto positivo de la inversión en carreteras en el desempeño de la productividad regional, dependiendo de la magnitud de las variables mencionadas.

En el caso de México, Noriega y Fontenla encuentran que sí hay una complementariedad entre la inversión pública en infraestructura y la inversión privada en México (Noriega y Fontenla, 2007: 885). En particular, estos autores revisan los efectos de largo plazo que han tenido los incrementos de infraestructura telefónica, carretera y telefónica, en el crecimiento del PIB real. Sin embargo, estos autores encuentran que el efecto del incremento de kilómetros de carreteras tiene su efecto perceptible sólo después de siete u ocho años. De hecho, un resultado similar encontró Leduc (2012) quien realizó un estudio de la inversión en carreteras federales (en los EUA, entre 1993 y 2010) encontrando un efecto positivo en el PIB regional, pero sólo como impactos locales y temporales, incluso perceptibles sólo después de 6 a 8 años y dejando de percibirse después de 10 años (Leduc, 2012: 38). Así, estos resultados contradicen los ya mencionados hallazgos del anteriormente mencionado estudio de Lachler y Aschauer (1998), aunque el análisis de estos últimos autores recayó en los efectos en la productividad total de los factores.

Una característica muy notable de este debate sobre la importancia económica de la inversión en infraestructura (y, en particular, de la inversión en infraestructura carretera)



es la frecuente ausencia del análisis de la contribución que puede tener dicha inversión en la disminución de las desigualdades en el crecimiento económico de las diferentes regiones de un país como México. Por ejemplo, Gerardo Esquivel desarrolló en el año 2000 un importante estudio en el que exploró las causas del desarrollo económico de las regiones en México. En dicho estudio incluye algunas variables como representativas de la infraestructura (acceso al agua, al alcantarillado y a la electricidad, aunque no incluye la infraestructura de transporte) a las que no les encuentra mucha significancia estadística, y concluye que son el clima y la vegetación las que determinan las diferencias observadas entre las entidades federativas sobre sus niveles y las tasas de crecimiento del ingreso per cápita (Esquivel, 2000: 44).

Sin embargo, otros estudios sí han incluido a la infraestructura carretera como parte del análisis del desarrollo regional mexicano. Por ejemplo, Weiss y Rosenblatt llevaron a cabo un análisis del crecimiento promedio del PIB per cápita regional, y encontraron que la densidad de carreteras<sup>12</sup> sólo es significativa a un nivel de significancia estadística del 10%, quedando por detrás de otras cinco variables con mucho mayor poder explicativo (Weiss and Rosenblatt, 2010: 19).

En todo caso, queda claro que en el anterior debate no se ha puesto mucho énfasis en el posible impacto que podría tener la inversión en infraestructura carretera para acelerar el crecimiento económico de las regiones más atrasadas del país y contribuir así a un desarrollo regional más equilibrado. En ese sentido, en el presente trabajo usamos la teoría de la convergencia regional como un enfoque que podría ser muy pertinente en el análisis. A la revisión de este enfoque se dedica la siguiente sección del trabajo.

#### **4.2. Barro y el debate sobre la convergencia regional.**

Han pasado más de veinte años desde que Barro y Sala-i-Martin publicaran sus artículos más importantes sobre la convergencia regional, mismos que detonaron exponencialmente el interés ya existente sobre la posibilidad de que los países puedan o no estar convergiendo hacia el desarrollo económico.<sup>13</sup> Este debate se ha centrado en la posibilidad de que los países pobres estén acortando la distancia que los separa de los países ricos. Una idea muy similar se maneja cuando se analiza la convergencia económica pero en el interior de cada país, es decir, estudiando el desarrollo económico de las diversas regiones que integran una nación. En el desarrollo de este debate se han considerado no sólo diversos conceptos o medidas de *desarrollo económico*, sino también múltiples herramientas econométricas aplicadas a diferentes modelos basados en sendas propuestas teóricas y analizando una cantidad muy grande de variables y factores que posiblemente afectan el desarrollo económico. Claramente, no es posible ni se desea abordar toda esta diversidad de análisis en el presente trabajo, puesto que desviaría la atención al tema que nos ocupa que es la contribución de los acervos carreteros a la convergencia regional en México. Así, el análisis se centra en los trabajos

---

<sup>12</sup> Esto es, la relación entre cantidad de carreteras y la superficie de cada entidad federativa.

<sup>13</sup> Nos referimos a los trabajos publicados por estos autores en 1991, 1992 y 2004 (véase la bibliografía).

que se consideran como más relevantes y que, ciertamente, giran en torno a los trabajos de Barro y Sala-i-Martin.

Como han señalado estos autores, en la literatura sobre el tema hay dos conceptos básicos de convergencia del ingreso per cápita regional (Barro y Sala-i-Martin, 2004:462): “convergencia Sigma ( $\delta$ )” y “convergencia Beta ( $\beta$ )”. La convergencia Sigma ( $\delta$ ) es una medida de la convergencia que ocurre cuando la dispersión (estimada por medio de la desviación estándar del logaritmo de los valores de los ingresos per cápita de las regiones en estudio) disminuye con el paso del tiempo. Es decir, se mide la posible reducción en la dispersión del ingreso per cápita (Esquivel, 1999: 727). En cambio, bajo la convergencia Beta ( $\beta$ ) incondicional se postula que existe convergencia cuando una economía pobre tiende a crecer más rápido que una economía rica, de tal manera que la economía pobre tiende a alcanzar a la economía rica en términos de los niveles de producto per cápita. Así, se estima la tasa de convergencia de las regiones hacia un estado estacionario al que se aproximan todas las regiones, aunque algunas regiones llevan la delantera. De hecho, para que esta tasa de convergencia sea positiva se requiere que exista una correlación negativa entre las dos variables en análisis: los niveles iniciales del ingreso per cápita mostrado por cada región y sus tasas de crecimiento.

No obstante, Barro y Sala-i-Martin advierten que si bien la convergencia Beta tiende a generar convergencia del tipo Sigma, este proceso podría verse afectado por los factores que tienden a incrementar la dispersión: “ $\beta$  convergence is necessary but not a sufficient condition for  $\delta$  convergence”. (Barro y Sala-i-Martin, 2004: 464). En ese sentido, Thirwall ha señalado que la estimación de la convergencia Beta implica un supuesto muy importante: la tasa de inversión, el crecimiento poblacional, la tecnología y el resto de los factores que afectan la productividad del trabajo deben ser los mismos para todas las regiones que se están comparando (Thirwall, 2003: 154). Tomando en cuenta que el supuesto anterior es de difícil cumplimiento, surge el concepto de *convergencia condicional* como es planteado por Barro y Sala-i-Martin, que propone la inclusión en el análisis de aquellas variables que se postula que afectan el crecimiento del ingreso per cápita, y determinar los parámetros que miden el efecto de distorsión de dichas variables en el crecimiento (Barro y Sala-i-Martin, 2004: 465). En parte, esta es una respuesta a las críticas que se han hecho a la teoría de la convergencia, porque no ha logrado capturar todo el potencial de análisis que puede permitir la teoría del desarrollo endógeno (Romer, 1994:11)

Por supuesto, existen investigaciones que cuestionan la importancia de la teoría de desarrollo endógeno en el proceso de convergencia económica. Por ejemplo, Hulten y Schwab presentaron en 1993 un documento de trabajo en el que aportaron evidencias de que la convergencia tecnológica no explica la evolución regional de la industria manufacturera en los Estados Unidos de América (Hulten and Schwab, 1993: 23). Sin embargo, la crítica que es quizás más importante sobre la aplicación de la hipótesis de convergencia, la presentó Steven Durlauf en el año 2003. Según este autor, aunque las aplicaciones en la literatura sobre el tema han identificado algunos hechos estilizados sobre el proceso de desarrollo económico, su principal problema radica en que las

pruebas estadísticas incluidas han fallado en encontrar la noción de convergencia económica en una forma interesante desde el punto de vista económico. Al respecto, propone poner más atención en la heterogeneidad en los procesos de desarrollo de los diferentes países incluidos en los análisis de regresión. Así, sugiere el uso de *clubs de convergencia* para integrar a los países en grupos con mayor homogeneidad. Entonces, este enfoque trataría de identificar patrones de comportamiento en grupos de observaciones antes que la estimación de modelos paramétricos (Durlauf, 2003:13-15).

En línea con la anterior aportación, De Souza y otros realizaron un análisis del proceso de convergencia regional en las provincias de España en el periodo 1955 a 2010, pero logrando identificar los diferentes patrones de convergencia que se dan a nivel regional y sub-regional, aunque no identifican las causas de la disparidad en los patrones de convergencia a nivel sub-regional. Dejan así abierta una pregunta muy importante: ¿por qué hay diferentes respuestas en las sub-regiones que aplicaron las mismas políticas económicas? (De Souza et al, 2011:14). En ese sentido, en el presente trabajo hemos explorado la posibilidad de que sea una diferente política de dotación de infraestructura carretera lo que explique, en combinación con otros factores, la existencia de una convergencia regional en todo el país (véase la sección 5), pero no abordaremos, por el momento, la posibilidad de convergencia a nivel sub-regional.

Otro problema metodológico es el mencionado por Bonnefond (2013:4) en un estudio sobre el proceso de convergencia en las provincias de China: existe el riesgo de encontrar resultados sesgados al usar como variables explicativas a aquellas que sean endógenas con relación al propio crecimiento económico. Al respecto, esta investigadora utiliza el sistema de estimación GMM (Generalized Method of Moments) para tratar de evitar dicho problema.

Por otra parte, el enfoque tradicional de convergencia ha sido usado para el análisis de los posibles efectos diferenciados que pueden tener la aplicación de determinadas políticas económicas. Por ejemplo, Spilimbergo y Xingyuan revisaron el efecto de ciertas reformas estructurales en los procesos de convergencia económica de las regiones o estados de un conjunto de 32 países (Spilimbergo and Xingyuan, 2012). De su análisis encuentran que el desarrollo financiero doméstico, el grado de apertura comercial, una mejor infraestructura institucional y ciertas reformas laborales han facilitado el proceso de convergencia regional. También corroboran la relación inversa que existe entre el grado de dispersión de su PIB per cápita regional y el nivel de desarrollo económico del país. Específicamente, encuentran que México muestra uno de los niveles más altos de dispersión en el PIB per cápita. En ese sentido, un cálculo interesante que realizan es el posible incremento del PIB per cápita nacional que se obtendría en México, si el ingreso de las regiones más pobres se incrementara para que la relación de ingresos entre la región más rica y la más pobre fuera la que se observa en los EUA en el año 2005. Así, nuevamente México muestra uno de los mayores porcentajes de incremento (33.2%) en dicho indicador, sólo por detrás de Tailandia cuyo PIB per cápita se incrementaría en 48.5%, si abatiera su enorme disparidad regional (Spilimbergo and Xingyuan, 2012:4).

Por supuesto, existen planteamientos teóricos específicos que difieren de la propuesta metodológica de Barro y Sala-i-Martin. Por ejemplo, en un estudio reciente, Shi analizó el impacto de la inversión en capital de infraestructura en el proceso de convergencia económica regional de las provincias de China. Con el modelo desarrollado para estimar la tasa de crecimiento del PIB per cápita, Shi encuentra que la expansión de la red carretera sí ha favorecido la convergencia regional en China. No obstante, en algunas regiones el crecimiento carretero ha sido excesivo, causando que el capital de infraestructura se vuelva improductivo (Shi, 2012:24).

Con los elementos de discusión precedentes procederemos al análisis de la convergencia regional que puede estarse presentando en México y del papel que podría estar desempeñando la existencia de una creciente disponibilidad de infraestructura carretera en México. Seguiremos la pauta metodológica de Barro y Sala-i-Martin, en particular porque permitiría hacer comparaciones con trabajos anteriormente realizados en México, dejando abierta la posibilidad futura de otros enfoques como la identificación de clubes de convergencia dentro del territorio mexicano.

#### **4.3. Convergencia regional en México: antecedentes.**

En un artículo realizado en el año 1999, Esquivel analizó el efecto que tienen algunas variables demográficas en las diferencias observadas tanto en el nivel como en la tasa de crecimiento del ingreso per cápita entre los estados mexicanos y realiza una medición de la convergencia tipo  $\delta$  (desviación estándar no ponderada del ingreso per cápita) entre 1940 y 1995 (Esquivel, 1999: 725-761). Este autor encuentra que el valor de  $\delta$  en 1940 era de 0.62, cayendo a un valor de 0.44 para 1995, por lo que concluye que hubo una importante reducción en la dispersión regional del nivel de ingreso per cápita de los estados, pero que dicho proceso de convergencia en México es realmente lento (1.2 por ciento por año) y se presenta principalmente entre los años 1940 y 1960, manteniéndose relativamente constante después de 1960.

De hecho, Esquivel confirma estos resultados cuando realiza el análisis a nivel regional, es decir, agrupando a las entidades federativas según pertenezcan a las regiones Norte, Pacífico, Golfo y Capital, que muestran una tendencia a crecer más rápido que las regiones Sur, Centro y Centro-Norte. De hecho, los dos factores que Esquivel encuentra como posibles explicaciones a la baja tasa de convergencia entre las regiones mexicanas son “la baja sensibilidad de la migración interestatal a diferenciales de ingreso y el aumento en la disparidad regional en la provisión de educación post-primaria.” La conclusión final de Esquivel en su artículo apenas da una pauta para el objetivo de nuestro estudio ya que menciona que “es necesario delinear e implementar medidas de política tendientes a reducir las desigualdades regionales en términos del acervo y la formación de capital humano y, quizá, de infraestructura básica” (op. cit: 760, el subrayado es nuestro).

Poco tiempo después, el mismo investigador explora el papel que podrían desempeñar los factores geográficos en el tipo de desarrollo regional observado en México. En particular, de su análisis encuentra que la posible influencia de variables geográficas

(localización, vegetación y clima) en el desarrollo económico regional se da a través de su efecto en el capital humano, es decir, “a través de su influencia en la esperanza de vida y en la adquisición de un mayor nivel educativo” (Esquivel, 2000: 30).

Esta conclusión de Esquivel nos resulta de especial interés porque refuerza nuestra hipótesis de que las carreteras podrían ser un factor clave en el desarrollo de las regiones mexicanas dado que, precisamente, se puede postular que el acceso a los servicios educativos y de salud depende de la accesibilidad física que proporcionan los activos carreteros con que cuenta cada entidad federativa en el país, aunque también es posible que dicho acceso a los servicios quede determinado por el costo total de transportarse.

En el mismo año, Messmacher realizó una investigación para conocer los efectos del TLC en la desigualdad regional en México. Entre sus conclusiones principales, destaca no sólo la corroboración de que se está incrementando la desigualdad regional que ha favorecido a los estados del norte del país, sino que son las actividades manufactureras y el transporte y las comunicaciones las que explican el dinamismo de los estados que más han crecido (Messmacher, 2000:22). Así, aunque no analiza propiamente la infraestructura de transporte, esta conclusión podría apoyar la idea de que el sector transporte no podría estar creciendo sin una adecuada infraestructura. Por lo tanto, indirectamente se podría inferir que las entidades federativas que más han invertido en carreteras, por ejemplo, han apoyado más el crecimiento de sus actividades manufactureras. Por supuesto, esos son precisamente temas dentro de la agenda de investigación del desarrollo regional.

Dos años después de los trabajos ya reseñados de Esquivel, y probablemente en forma paralela y sin conocer dichos trabajos, Luis Cabrera Castellanos desarrolla un trabajo que desea analizar la evidencia empírica de que se esté presentando la convergencia regional entre los estados de la República Mexicana (Cabrera, 2002:1-28). Aunque el periodo del análisis (1970–1995) que realiza este investigador es bastante menor al considerado por Esquivel, llega a una conclusión cualitativamente semejante: se corrobora la existencia de convergencia absoluta en México. Sin embargo, sus resultados contradicen a Esquivel cuando Cabrera afirma que la velocidad de convergencia tiende a crecer en los últimos años puesto que “la velocidad a que se da la convergencia absoluta es ligeramente superior al 1% para el periodo completo y de 3% para los últimos quince años” (*Ibid*, p. 18). Como se anotó anteriormente, Esquivel (1999: 760) encuentra que la convergencia se ha estancado precisamente a partir de la década de los sesenta.

Una posible explicación de esta aparente contradicción se encuentra al comparar la escala de las gráficas de la convergencia sigma que ofrecen estos dos autores. Así, al abarcar un periodo de tiempo más grande, Esquivel encuentra el periodo 1960-1995 como de relativo estancamiento en el comportamiento de la tasa de convergencia. En cambio, Cabrera encuentra los cambios quinquenales como muy significativos. Este tema será revisado posteriormente en este trabajo.

#### 4.4. Medición de la convergencia absoluta en el periodo 1940-2010.

En el presente trabajo, el periodo de análisis para la comprobación de la existencia de un proceso de convergencia absoluta se ha seleccionado por dos criterios. Primero, buscando contar con el mayor rango posible de años de desarrollo económico regional en México, bajo una situación de relativa estabilidad política y social. Es decir, buscando comprobar la existencia de un posible efecto de ciertas políticas públicas en el desarrollo económico de las regiones del país, mediante el análisis de un periodo realmente amplio, a partir de la pacificación del país. De hecho, basándose en esta idea bien se pudiera haber tomado la década de los años treinta del siglo pasado como el inicio del periodo de estabilidad. Sin embargo, el segundo criterio con el que se seleccionó el periodo de estudio también se determinó por la posibilidad de contar con información razonablemente confiable. En ese sentido, se ha considerado que se puede tomar al producto interno bruto per cápita como una de las variables más representativas para el análisis comparativo del crecimiento económico de cada una de las regiones y que los trabajos de Germán Soto han permitido la disponibilidad de una estimación del PIB estatal muy consistente (Germán-Soto, 2005: 617-653). Así, a la serie de PIB estatal (a precios de 1993) de este investigador (que cubre el periodo 1940 a 1992), se le ha agregado la estimación que realiza el INEGI para el periodo de 1993 al año 2010.<sup>14</sup>

Con base en la información mencionada, es fácil corroborar el comportamiento del PIB per cápita (en adelante, PIBpc), en pesos de 1993, a nivel nacional:<sup>15</sup> tendencia general creciente (aún con los efectos negativos pero temporales provocados por las crisis de la economía mexicana), con un crecimiento acumulado tal que el PIBpc promedio observado en el año 2010 es 3.6 veces mayor al registrado en 1940, es decir, a una tasa de crecimiento anual de 1.85% en estos setenta años. Es importante notar que, siguiendo la pauta de Esquivel (1999:740), excluimos a Tabasco y Campeche para evitar la distorsión del comportamiento general, aunque también hemos excluido a Baja California Sur, observando un comportamiento que tiene las mismas características, pero sin los eventuales sesgos temporales que implica la inclusión de las entidades mencionadas.

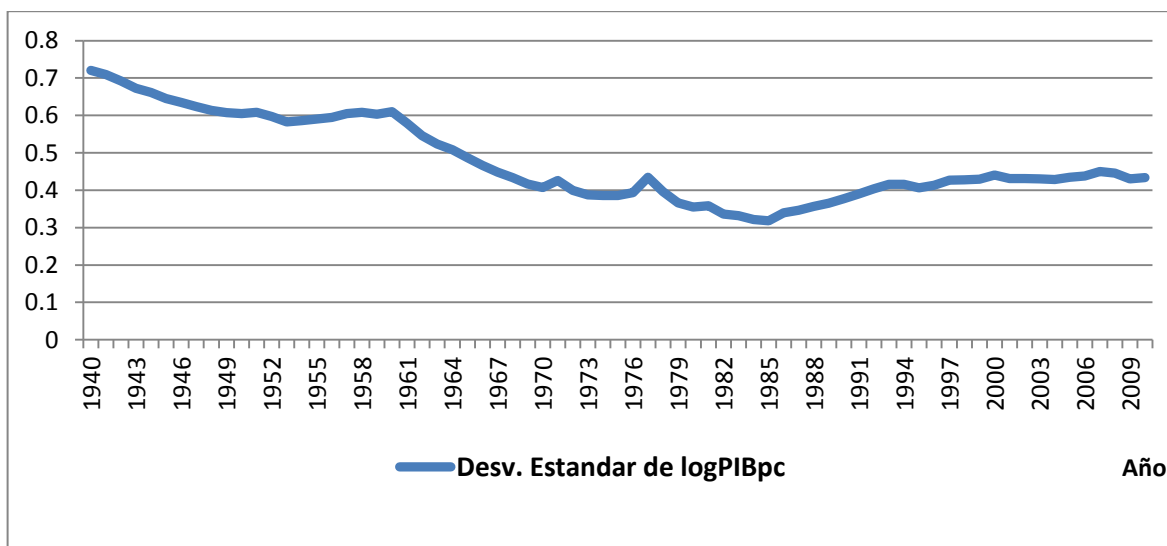
Por otra parte, la hipótesis que se postula bajo el proceso de convergencia absoluta  $\delta$  implica una reducción en la desviación estándar del logaritmo del producto interno per cápita (en adelante, logPIBpc) que muestra la distribución del PIBpc. Así, en la figura I se puede apreciar el comportamiento que ha tenido este indicador de la medida de dispersión del PIBpc generado por las entidades federativas del país entre 1940 y 2010.

---

<sup>14</sup> Adicionalmente, se debe reconocer que tampoco nos fue posible obtener información confiable para conocer el proceso de construcción de carreteras en cada una de las entidades federativas de México, sino a partir del año de 1940. Así, la serie informativa disponible sobre la cantidad de carreteras construidas se puede obtener de los anuarios estadísticos que el INEGI puede proporcionar en formato PDF en su página web (véase la bibliografía).

<sup>15</sup> Hemos mantenido el año base de 1993 que consideró German-Soto por homogeneidad con la información de INEGI que tiene también el mismo año base.

**Figura 4.1. Desviación estándar de logPIBpc.**



Fuentes: elaborado en base a Germán-Soto (2005), para el periodo 1940-1992, e INEGI (2014a) para los años 1993 a 2010, y cálculos propios.

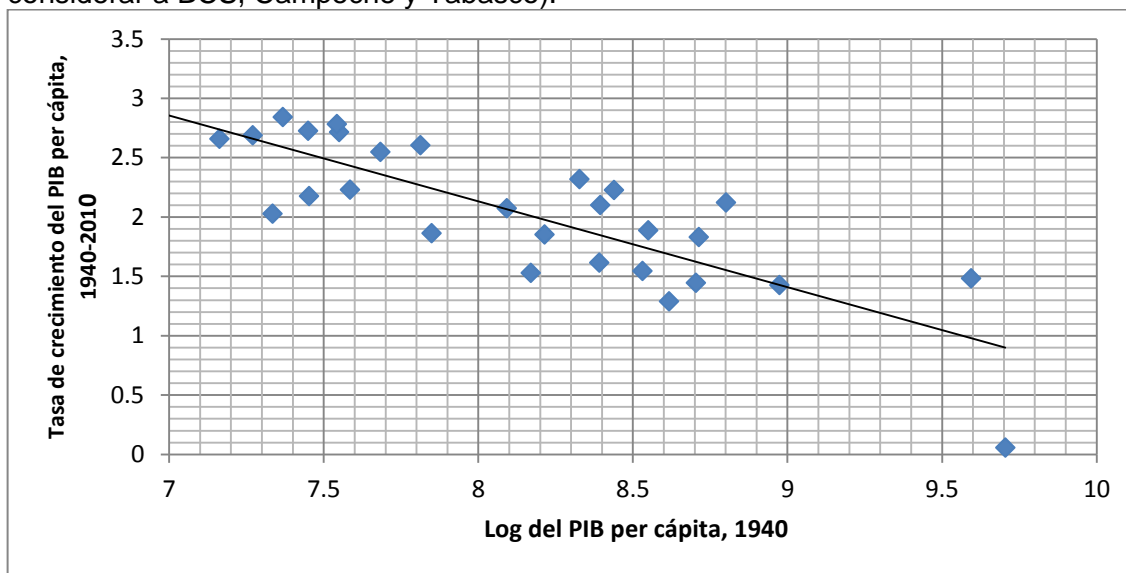
Es importante señalar que el comportamiento y los valores estimados de logPIBpc (graficados en la figura I) son, en lo general, más cercanos a los observados por Cabrera (2002) que por los reportados por Esquivel (1999: 740), en los periodos correspondientes en que hay coincidencia con los estudios.<sup>16</sup> De hecho, el tomar un periodo de tiempo mucho más largo parece dimensionar mejor la conclusión de Cabrera de que se está presentando un incremento de la dispersión del PIB regional entre los años de 1985 y 1995. Así, la tendencia de largo plazo mostrada en la figura I señala que, efectivamente, se está presentando dicho fenómeno, pero ello representa realmente una recuperación de la caída que sufre la desviación estándar del logPIBpc en la década previa.

Por otra parte, también se corrobora la conclusión central de Esquivel de que la tendencia global entre 1940 y 1995 señala una disminución de la disparidad en el PIBpc estatal, pero con dos periodos muy marcados: fuerte disminución entre 1940 y 1960, y una posterior estabilización. Sin embargo, como se puede observar en la figura I, en realidad el periodo de disminución de la dispersión llega hasta mediados de la década de los ochenta. Después, parece darse un proceso de ligero incremento de la desviación estándar, esto es una creciente desigualdad interestatal en el PIBpc.

De hecho, siguiendo la pauta metodológica de Barro y Sala-i-Martin (2004:466), en la figura II se muestra la relación que existe entre la tasa de crecimiento del PIBpc en función del logaritmo del PIBpc inicial observado en la entidad federativa correspondiente en el año de 1940.

<sup>16</sup> Lo cual puede deberse a que Esquivel (1999: 740) tiene fuentes de información diferentes a las usadas en el presente trabajo.

**Figura 4.2. Relación entre la tasa de crecimiento del PIBpc y el logPIBpc inicial** (sin considerar a BCS, Campeche y Tabasco).



Fuentes: elaborado en base a Germán-Soto (2005), para el periodo 1940-1992, e INEGI (2014a) para los años 1993 a 2010, y cálculos propios.

La regresión simple correspondiente arroja una  $R^2$  igual a 0.69 y un coeficiente negativo y estadísticamente significativo.<sup>17</sup> Es decir, este análisis indicaría que existe un proceso de convergencia económica entre las entidades federativas de México entre los años de 1940 y 2010.

Para estimar la tasa a la cual se está presentando el proceso de convergencia entre las entidades federativas en México, hemos optado por usar la misma expresión que utiliza Esquivel (1999: 738), lo cual nos permitirá hacer algunas comparaciones con los resultados que este investigador encontró en su estudio.

Dicha expresión es la siguiente:

$$\frac{y_{i,t} - y_{i,t-\tau}}{\tau} = \alpha - \beta y_{i,t-\tau} + \mu_{i,t} \quad \text{-----[4.1]}$$

donde  $y_{i,t}$  es el ingreso per cápita observado en la región  $i$ -ésima en el periodo  $t$ -ésimo,  $\mu_{i,t}$  es el término estocástico,  $\alpha$  es la constante que incluye el nivel de ingreso en el estado estacionario,  $\beta$  es un parámetro directamente relacionado con la tasa de convergencia hacia el estado estacionario común en la economía de todas las regiones en estudio, y  $\tau$  es el intervalo de tiempo en el que se mide el proceso de convergencia. Como puede observarse, la variable explicativa es el logaritmo del PIB per cápita inicial.

<sup>17</sup> En realidad, se realizó también el análisis con la inclusión de BCS, Campeche y Tabasco, pero prácticamente no hay diferencias entre ambos casos, aunque la  $R^2$  disminuye ligeramente (0.67).



El cuadro 1 muestra los resultados de estimar la anterior expresión en tres diferentes periodos de interés para el análisis: 1940-2010, 1940-1985, y 1986-2010. La cuarta regresión también corresponde al periodo 1986-2010, pero se excluye a los estados de Baja California Sur, Campeche y Tabasco, por las razones ya citadas.

**Cuadro 4.1. Resumen de resultados de las estimaciones de tasa de convergencia absoluta.**

Regresión	Periodo	Tasa de convergencia		R2	Observaciones
		Coficiente	Desv. Estándar		
1	1940-2010	0.0070	0.0009	0.672	32
2	1940-1985	0.0138	0.0023	0.537	32
3	1986-2010	0.0135	0.0035	0.346	32
4	1986-2010	0.0025	0.0037	0.016	29

Nota: sólo las regresiones 1 y 2 resultan significativas al 1%.

Fuente: elaboración propia, basándose en el formato de Esquivel (1999: 740).

Para empezar, es notable el hecho de que se encuentra una tasa de convergencia relativamente menor que la reportada por Esquivel y Cabrera. Así, mientras que Esquivel (1999) estimó, para el periodo 1940-1995, una tasa de convergencia promedio anual de casi 1.2 por ciento, nuestro análisis para el periodo 1940-2010 encuentra que esta variable es de 0.7 por ciento. La diferencia puede deberse a dos causas. La primera es la diferencia en la base de datos utilizada. Así, una regresión (no reportada en el cuadro 1) realizada para el mismo periodo que analizó Esquivel (es decir, 1940-1995) encuentra una tasa de convergencia menor (o sea, 0.9%).<sup>18</sup> La segunda explicación de la diferencia encontrada (y que probablemente se agrega a la anterior causa), estriba en que precisamente es en los últimos años en los que se ha observado una tendencia a incrementar la disparidad regional en el PIBpc. De hecho, este cambio aparente en las tendencias de la tasa de convergencia ya había sido comentado antes, aunque Esquivel lo veía como un estancamiento y no una reversión de la tendencia. Por ello, resulta importante separar el análisis en los dos periodos (véase la figura I) que parecen conllevar, primero, a una tendencia de convergencia (1940 a 1985) y después a una divergencia o, al menos, un estancamiento en el crecimiento de la tasa de convergencia (1986 a 2010).

Como también muestra el cuadro 4.1, al analizar solamente el periodo 1940 a 1985, se encuentra una tasa de convergencia aún mayor que la estimada para todo el periodo. Este es un resultado esperado y también congruente con los valores reportados por Esquivel (1999: 740). Por el contrario, la estimación de la tasa observada entre 1986 y 2010 también reporta un valor de tasa de convergencia mayor al encontrado para todo el periodo. Aunque la estimación no es estadísticamente significativa ni al 10%, este resultado requiere una explicación. Una primera posibilidad de análisis consiste en la exclusión de Baja California, Campeche y Tabasco. Así, la regresión 4 mostrada en el

<sup>18</sup> Nuevamente, las diferencias pueden deberse, principalmente, a que Esquivel (1999) usó una base de datos diferente a la usada en el presente trabajo, que es la proporcionada por German-Soto (2005).

cuadro 1, señala la existencia de una tasa de convergencia muy baja, aunque nuevamente la estimación no es estadísticamente significativa.

Es evidente la necesidad de profundizar y continuar el análisis. Sin embargo, la revisión y actualización que hemos realizado en esta primera parte del trabajo sobre el proceso de convergencia del PIB per cápita regional nos resulta suficiente para los fines del presente trabajo al corroborar las principales conclusiones que muestran trabajos anteriores sobre el tema: sí existe una tendencia a la convergencia económica entre las entidades federativas en México, pero este proceso tiene una tasa de crecimiento muy baja o que incluso se ha detenido en los últimos años. Pasaremos ahora al análisis del papel que pudiera haber desempeñado la inversión en infraestructura carretera en dicho proceso de convergencia.

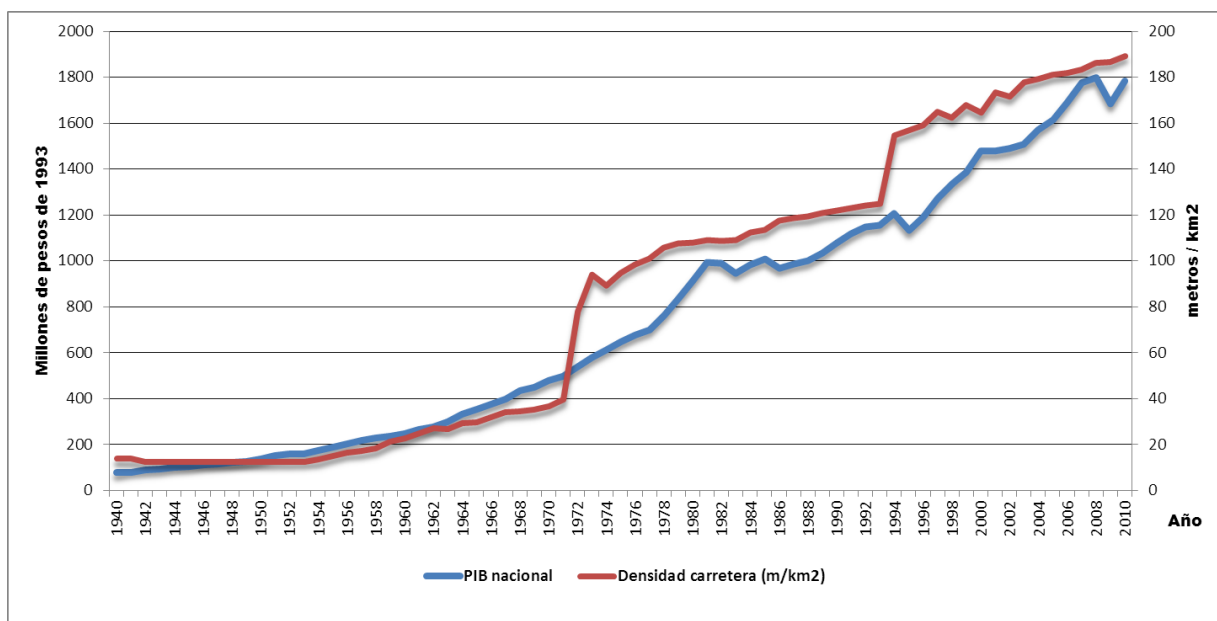
#### **4.5. Expansión de la red carretera en México.**

Como se puede observar en la figura 4.3, la acumulación de acervos carreteros ha mostrado, dentro del periodo en análisis, un comportamiento relativamente parecido al crecimiento del PIB nacional. Tomando como base el indicador de metros lineales de carretera por cada kilómetro cuadrado de superficie, se puede apreciar que el territorio nacional se ha cubierto paulatinamente de una mayor cantidad de carreteras, aunque ese proceso muestre dos momentos atípicos de fuerte expansión (en 1972-1973 y 1994). Por supuesto, la dinámica que muestra una mayor densificación no basta, por sí misma, para concluir que la expansión de la red carretera ha sido acorde a las necesidades de movilidad que plantea el desarrollo económico del país en todas sus regiones. Además de aspectos cualitativos, como son el tipo de carreteras construidas (pavimentadas, revestidas o de terracería) o la cantidad de carriles con que dispone la carretera,<sup>19</sup> existe la posibilidad de que las carreteras no necesariamente se estén construyendo donde más se necesiten o donde más contribuyan al desarrollo económico de la región (Islas, 1990:73).

---

<sup>19</sup> Lo cual se traduce en una mayor capacidad en el uso de la carretera, aunque, ciertamente, un incremento de la capacidad no es un factor que se pueda demostrar que está relacionado con una mayor seguridad. Véase, por ejemplo, Karlaftis, M. (2002).

**Figura 4.3. Crecimiento del PIB nacional y la densidad carretera.**



Fuentes: elaborado en base a Germán-Soto (2005), para el PIB del periodo 1940-1992, INEGI (2014a) para el PIB de los años 1993 a 2010, y cálculos propios basados en INEGI (2014b) para la densidad carretera.

Por ejemplo, como se muestra en el cuadro 4.2, no todas las entidades federativas han alcanzado un nivel similar de densidad en su red carretera, ni han tenido el mismo ritmo de crecimiento durante el periodo en estudio.<sup>20</sup> Así, hay un grupo de entidades federativas que han alcanzado un alto nivel de densidad carretera, pero ello se explica, principalmente, por su relativamente menor superficie total. Tal es el caso de Tlaxcala, Morelos, Aguascalientes, Guanajuato, Colima y Tabasco. Una excepción lo representa el caso de Campeche en el que siempre se ha observado una densidad muy inferior al promedio nacional.

Por otra parte, se encuentran las entidades federativas que muestran un bajo nivel de densidad carretera, que se explica en parte por el gran tamaño de su extensión territorial, como corresponde a los casos de Chihuahua, Coahuila, Baja California Sur, Durango y Sonora. No obstante, encontramos varios casos en los que la enorme extensión no es factor para impedir un relativamente alto nivel de densidad carretera, como se muestra con el comportamiento de Veracruz, Chiapas, y Oaxaca.

<sup>20</sup> Aunque estamos presentando el análisis realizado al considerar el total de carreteras, también se analizó el comportamiento del crecimiento de las carreteras pavimentadas y si bien se encontraron diferencias importantes, no se exponen para no desviar la argumentación principal: el diferente comportamiento de la acumulación de acervos carreteros en las entidades federativas del país.

**Cuadro 4.2. Evolución de la densidad carretera en las entidades federativas de México** (metros de carreteras totales por kilómetro cuadrado de superficie)

	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aguascalientes	11.2	45.0	95.5	123.3	367.1	355.5	389.9	408.1
Baja California	9.1	11.1	17.4	20.7	50.0	111.2	167.3	166.2
Baja Calif. Sur	3.7	8.3	21.2	13.8	67.9	82.3	87.7	74.0
Campeche	1.5	4.5	14.9	21.7	47.5	100.2	85.8	98.4
Coahuila	7.6	8.7	16.8	19.3	63.9	63.4	55.5	58.0
Colima	31.3	37.0	66.5	98.1	284.5	287.3	382.4	406.2
Chiapas	7.6	9.7	24.7	41.4	134.1	149.7	275.9	302.7
Chihuahua	3.9	4.7	7.6	12.3	39.1	46.3	51.1	53.7
Durango	12.0	10.1	14.7	18.2	74.8	74.9	103.0	130.0
Guanajuato	23.4	23.8	46.9	84.0	197.3	245.8	361.6	406.4
Guerrero	11.4	10.0	25.5	40.2	140.9	129.6	207.3	281.0
Hidalgo	39.6	45.8	72.7	124.6	292.8	301.3	438.7	537.5
Jalisco	14.3	19.4	27.1	41.2	125.1	142.3	309.7	339.6
México	87.1	45.8	96.4	170.3	361.7	459.7	462.4	638.8
Michoacán	51.5	24.7	41.5	61.9	168.6	157.4	221.1	268.5
Morelos	87.2	99.8	120.4	175.3	466.3	426.6	405.0	563.7
Nayarit	10.1	17.8	33.3	44.5	107.5	127.7	201.7	299.2
Nuevo León	16.9	14.4	27.7	39.4	91.4	137.4	111.2	113.7
Oaxaca	10.8	10.9	18.4	44.0	121.1	116.3	167.2	222.9
Puebla	30.7	31.8	42.1	73.1	216.2	218.6	251.1	289.5
Querétaro	49.2	25.3	36.3	90.4	291.5	313.7	282.6	279.9
Quintana Roo	0.7	2.7	8.3	23.5	83.3	116.6	119.8	129.2
S. L. Potosí	18.9	18.3	25.3	37.0	110.8	151.5	194.1	183.2
Sinaloa	15.5	16.2	38.4	51.7	198.2	189.0	327.5	336.8
Sonora	10.2	7.0	14.8	19.6	62.4	61.4	121.1	133.3
Tabasco	24.0	14.1	33.6	103.4	206.2	291.3	347.9	350.7
Tamaulipas	16.7	15.2	24.6	33.0	132.6	159.4	155.5	174.7
Tlaxcala	98.9	101.8	93.5	191.6	781.3	717.2	638.5	660.4
Veracruz	9.0	18.5	33.0	70.2	157.8	141.3	217.8	354.5
Yucatán	31.9	8.7	23.2	42.6	127.1	164.6	282.5	285.0
Zacatecas	7.8	7.8	14.9	33.5	121.9	134.1	136.6	152.7
Total	13.9	12.7	22.9	36.5	108.0	121.6	164.2	189.1

Fuentes: cálculos propios, basados en INEGI (2014b).

Es de destacar, no obstante, que aún dentro de los grupos anteriores no parece existir una relación estrictamente inversa entre la magnitud de la extensión territorial y la densidad carretera. Esta observación es aún más clara al analizar el comportamiento del resto de las entidades federativas. En ese sentido, un factor que pudiera estar influyendo en un ritmo mayor de densificación carretera podría ser el nivel de actividad económica. Ello explicaría los casos de Jalisco y México, pero no el caso de Nuevo León.

Por otra parte, mientras que hay algunas entidades federativas que muestran un incremento atípico en la década de los años setenta, en otras sí se observa un incremento en esos años pero más moderado, en tanto que su incremento más importante se observa en los años noventa o más recientemente. En todo caso, la conclusión más importante que se puede derivar del análisis preliminar del cuadro 4.2 es que no se observa un comportamiento similar en las diferentes entidades federativas. Esta situación lleva a plantear la pregunta siguiente: es la mayor disponibilidad de infraestructura carretera con que cuentan algunas entidades federativas un factor para que alcance en unos años el nivel de PIBpc de las entidades que ahora lo rebasan? Veamos, por ejemplo, el caso de Aguascalientes, que muestra algunos periodos breves con una fuerte tasa de construcción de carreteras (que se refleja en una mayor densidad carretera). No obstante, esos impulsos no parecen tener un impacto visible en el comportamiento del PIBpc, aunque podría argumentarse que precisamente una mayor disponibilidad de infraestructura carretera fue una base para lograr un crecimiento sostenido del PIBpc.

#### 4.6. Infraestructura carretera y convergencia regional en México.

Con el propósito de tener una respuesta más general y fundamentada sobre la posible influencia que podría tener la mayor disponibilidad de infraestructura carretera en el proceso de convergencia económica de las diferentes entidades federativas en México, a continuación se describen los resultados de un análisis de convergencia condicional en el que se ha puesto especial énfasis en una variable: la acumulación de acervos carreteros.

Para el análisis utilizaremos la siguiente expresión:

$$\log(y_{i,t} / y_{i,t-T}) = \alpha + \beta_1 (\log y_{i,t-T}) + \beta_2 x_{1it} + \beta_3 x_{2it} + \dots + \beta_n x_{mit} + \mu_{it} \quad \text{-----[4.2]}$$

donde, además de los elementos ya descritos de la expresión [1], se tienen las variables  $x_{1it}$  a  $x_{mit}$  que se postula que afectan el crecimiento del ingreso per cápita y que Cabrera (2002:14) denomina “variables adicionales de control del estado estacionario”.

En nuestro análisis de regresión se consideraron las variables que se describen en el cuadro 4.3, aplicada a la regionalización mostrada en el cuadro 4.4, y cuyos resultados se muestran en el cuadro 4.5. Se incluyó en todos los casos a la variable LPIBPCIN, por razones de congruencia con los modelos de análisis de convergencia. Después, se incluyó sólo una de las variables que podrían servir para medir el impacto de la acumulación de carreteras (CARRPAV, CARRNOPAV, y CARRTOT), en corridas correspondientes a cada una de estas variables por separado (para evitar problemas de *multicolinealidad*, dados los altos coeficientes de correlación existentes entre estas variables). En realidad, esta separación también resulta importante con fines de análisis de las políticas de dotación de infraestructura carretera. Así, resulta de interés la comparación del efecto diferenciado las políticas que se centran en construir más caminos de menores especificaciones (i.e., revestidas y de terracería), versus la

construcción de menos carreteras (por ser evidentemente más costosas) pero pavimentadas y con mejores especificaciones, o incluso en ambas.

**Cuadro 4.3. Variables a incluir en las regresiones de convergencia condicional en México (1941-2010).**

Variable	Descripción (la información corresponde a cada entidad federativa en un año determinado).	Fuentes
LTDCREC	Logaritmo de la tasa promedio de crecimiento anual del PIB per cápita.	INEGI (2014a); German-Soto (2002); y, cálculos propios.
LPIBPCIN	Logaritmo del PIB per cápita en el año inicial.	Cálculos propios.
CARRNOPAV	Kilómetros de carreteras revestidas y de terracería.	INEGI (2014b); y cálculos propios.
CARRPAV	Kilómetros de carreteras pavimentadas.	INEGI (2014b); y cálculos propios.
CARRTOT	Total de kilómetros de carreteras.	INEGI (2014b); y cálculos propios.

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo, en cierta medida, la idea antes mencionada de Durlauf (2003:13-15) sobre los clubes de convergencia, hemos realizado nuestro análisis considerando a las entidades federativas de México agrupados en la regionalización de uso más frecuente en México. De hecho, se realizó previamente un ejercicio de regresión preliminar teniendo en cuenta las 32 entidades del país, pero los resultados fueron estadísticamente más débiles que los obtenidos con la regionalización que se muestra en el cuadro 4.4.

Los resultados obtenidos en las diferentes regresiones relacionadas con el modelo postulado en la expresión 4.2, se muestran en el cuadro 4.5.

De dicho cuadro podemos destacar la alta significancia estadística que guarda la relación de la tasa de crecimiento del PIB per cápita (es decir, LTDCREC) con los niveles iniciales de PIB per cápita (LPIBPCIN). Aunque el valor del parámetro es relativamente bajo (y similar en todas las corridas de regresión), tiene un signo negativo. Este resultado es congruente con las conclusiones del análisis realizado para la medición de la convergencia absoluta (véase la sección cuarta de este trabajo): se corroboran los indicios de que se estaría en un proceso de convergencia pero a un ritmo relativamente bajo, en el periodo 1941 a 2010.

**Cuadro 4.4. Regionalización empleada para el análisis de convergencia.**

Región	Entidades federativas
Noroeste	Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa, Sonora.
Noreste	Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Tamaulipas.
Centro-Occidente.	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas.
Centro	Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Tlaxcala.
Sureste	Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán.

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 4.5. Corridos básicos de convergencia condicional, 1941-2010.**

Variable explicativa	Variable dependiente: LTDCREC		
	1	2	3
<b>Constante</b>	<b>0.042484</b> <b>(16.18577)</b>	<b>0.044387</b> <b>(17.57108)</b>	<b>0.042830</b> <b>(12.75309)</b>
<b>LPIBPCIN</b>	<b>-0.015009</b> <b>(-20.76352)</b>	<b>-0.015170</b> <b>(-19.80483)</b>	<b>-0.015001</b> <b>(-20.31570)</b>
<b>CARRPAV</b>	<b>0.000355</b> <b>(1.07366)**</b>		
<b>CARRNOP AV</b>		<b>-3.45E-05</b> <b>(-0.12017)**</b>	
<b>CARRTOT</b>			<b>0.000267</b> <b>(0.70656)**</b>
Adjusted R <sup>2</sup>	<b>0.167</b>	<b>0.167</b>	<b>0.167</b>
F-statistic	<b>225.958</b>	<b>225.274</b>	<b>225.565</b>

Notas: las cifras entre paréntesis corresponden al valor del estadístico t; los parámetros marcados con doble asterisco no son significativos ni al 90%. Otras pruebas no revelan problemas importantes de multicolinealidad o heteroscedasticidad.

Fuente: elaboración propia, con base a los resultados de Eviews.

En cambio, los parámetros estimados para las diferentes variables que miden los acervos carreteros (LCARRNOHAV, LCARRPAV, y LCARRTOT), muestran valores que son realmente muy bajos, en particular si se les compara con el parámetro obtenido para el PIB per cápita inicial. No obstante, esta observación resulta poco relevante porque estos parámetros no resultan estadísticamente significativos. Incluso, es de notar que la R2 ajustada de las regresiones queda, en los tres casos, en el valor de 0.167. Este hecho, además de corroborar la baja capacidad explicativa de las variables que miden la dotación carretera, implicaría la necesidad de incluir otras variables del tipo  $x_{mit}$  en la expresión 4.2, cuando el objetivo sea encontrar las variables que expliquen mejor el proceso de convergencia regional.

Tomando en cuenta lo anterior, y aun considerando que dicha explicación no es parte central del presente trabajo, hemos incluido en el análisis algunas de las variables típicamente asociadas al crecimiento del PIB per cápita. Así, este análisis nos permitiría comparar y valorar mejor el desempeño de las variables asociadas al crecimiento de los acervos carreteros con que cuenta cada entidad federativa.<sup>21</sup> Desafortunadamente, no hemos contado con la disponibilidad de información completa y confiable para todo el periodo del análisis previo (1941 a 2010) sino únicamente para los años recientes, es decir, de 1994 a 2010. No obstante, aún puede ser de utilidad porque permitiría comparar también el desempeño de dichos acervos carreteros en un periodo reciente.

Para empezar, estamos agregando la variable *esperanza de vida* porque se asume que es una variable *proxy* que mide de otra forma el capital humano con que cuenta cada región o entidad federativa de nuestro país.<sup>22</sup> De hecho, del análisis de correlación de nuestra base de datos (de 1994 a 2010) se encuentra un coeficiente de correlación (en adelante, CC) con la tasa de crecimiento del PIB per cápita de 0.29, que es el mayor de todos los CC mostrados por las variables en análisis. Por otra parte, originalmente se incluyó la escolaridad porque frecuentemente es usada para medir la incidencia del capital humano en el crecimiento económico<sup>23</sup> y porque muestra en el periodo un razonable CC con la tasa de crecimiento del PIB per cápita (es decir, 0.19), pero se eliminó del análisis por su un alto nivel de CC con la esperanza de vida y con el PIBpc inicial. De hecho, este mismo problema se presentó con otra variable que asumimos que podría ayudar al análisis, es decir, la inversión extranjera directa. En cambio, se incluyó la migración poblacional neta<sup>24</sup> (en adelante, MIGN) porque esta variable muestra unos valores relativamente bajos de CC con la el PIBpc inicial y con la esperanza de vida, mientras que señala un signo negativo en la correlación con la tasa de crecimiento del PIBpc, implicando que los estados que retienen o incluso atraen más población (esto es, con una migración neta negativa al ser mayor la inmigración a la emigración) tienden a crecer económicamente. Adicionalmente, también con las variables adicionales se tuvo

---

<sup>21</sup> La comparación con el efecto del PIB per cápita inicial podría parecer exagerada, dada la importancia teórica de esta variable.

<sup>22</sup> Definida como la cantidad de años de vida promedio de la población residente, véase CONAPO, 2012.

<sup>23</sup> Por ejemplo, en un estudio reciente sobre convergencia condicional en China, Bonnefond encuentra que tanto la inversión en capital físico como en educación, en el periodo de 1995 a 2009, han jugado un papel muy importante en la promoción del crecimiento económico y en la reducción de la disparidad regional (Bonnefond, 2013: 12).

<sup>24</sup> Calculada como la diferencia entre los miles de personas que migraron hacia otra entidad federativa y los miles de personas que migraron hacia la entidad en estudio (véase CONAPO, 2012).



cuidado para no incluirlas en la corrida de regresión cuando llegaban a tener un nivel alto de CC con las variables de las carreteras, pero ello no se presentó. En realidad, no se esperaba, a priori, esta baja correlación de las variables carreteras con la escolaridad, la esperanza de vida, la inversión extranjera directa y la migración interestatal. Cabría esperar que una mayor cantidad de carreteras en una entidad estaría correlacionada con estas variables. Sin embargo, el análisis detallado de estas correlaciones calculadas con la información oficial podría ser objeto de otro estudio.

Los resultados de las corridas de regresión para el periodo 1994-2010, se muestran en el cuadro 4.6. Nuevamente, en todos los casos se comprueba la significancia estadística (al 99%) de los parámetros asociados a la variable que mide el nivel de PIB per cápita inicial, con el signo negativo correspondiente al planteamiento teórico, pero con valores relativamente bajos. De hecho, estos parámetros son inferiores incluso a los valores encontrados en el análisis del periodo 1941 a 2010 (véase el cuadro 4.5).

Por otra parte, en este análisis que corresponde al periodo 1994 a 2010, se encuentra que las variables del desarrollo carretero (CARRPAV, CARRNOPAV y CARRTOT), muestran un mejor desempeño en su significancia estadística en relación al mostrado en el cuadro 4.5 (que corresponde al análisis de largo plazo, 1940 – 2010). De hecho, las carreteras pavimentadas, ahora si resultan significativas incluso al 99%, aun cuando el valor del parámetro es realmente muy bajo en comparación al parámetro correspondiente a la esperanza de vida (la única variable adicional que resultó estadísticamente significativa en este análisis), y también en comparación con el nivel inicial de PIB per cápita. En cambio, las carreteras no pavimentadas no resultan estadísticamente significativas, mientras que el total de carreteras lo sería sólo al 95%. Estos resultados resultan congruentes a los hallazgos de Weiss en el sentido de la menor significancia estadística de las carreteras frente a otras variables con mayor poder explicativo del crecimiento del PIB per cápita regional (Weiss, 2010:19).

**Cuadro 4.6. Corridas básicas de convergencia condicional en México (1994-2010).**

Variable explicativa	Variable dependiente: LTDCREC		
	1	2	3
<b>Constante</b>	<b>-0.28633</b> <b>(-6.6014)</b>	<b>-0.29671</b> <b>(-6.74794)</b>	<b>-0.29737</b> <b>(-6.78897)</b>
<b>LPIBPCIN</b>	<b>-0.00624</b> <b>(-2.97244)</b>	<b>-0.00787</b> <b>(-3.76426)</b>	<b>-0.007399</b> <b>(-3.51883)</b>
<b>CARRPAV</b>	<b>1.50E-06</b> <b>(3.57889)</b>		
<b>CARRNOPAV</b>		<b>1.45E-07</b> <b>(1.10129)**</b>	
<b>CARRTOT</b>			<b>1.96E-07</b> <b>(1.81277)*</b>
<b>ESPVIDA</b>	<b>0.004126</b> <b>(6.78371)</b>	<b>0.00438</b> <b>(7.15997)</b>	<b>0.004359</b> <b>(7.14397)</b>
<b>MIGN</b>	<b>-7.38E-08</b> <b>(-1.73026)**</b>	<b>-6.38E-08</b> <b>(-1.47848)**</b>	<b>-6.38E-08</b> <b>(-1.48395)**</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.1189</b>	<b>0.0999</b>	<b>0.1034</b>
<b>F-statistic</b>	<b>14.5211</b>	<b>11.95028</b>	<b>12.40996</b>

Notas: las cifras entre paréntesis corresponden al valor del estadístico t; los parámetros marcados con un signo de asterisco sólo son significativos al 95%, mientras que los marcados con doble asterisco no lo son ni al 90%. Otras pruebas no revelan problemas importantes de multicolinealidad o heteroscedasticidad.

Fuente: elaboración propia, con base a los resultados de Eviews.

## **CONCLUSIONES.**

El propósito principal del presente trabajo es de contribuir al análisis del debate sobre el frecuente argumento de que las inversiones en infraestructura de transporte son un "detonador" del desarrollo, porque tienen una gran capacidad de "arrastrar" de la economía, y que permiten un desarrollo regional más equilibrado o que incluso son parte de la competitividad de las regiones.

El sistema carretero de transporte en México ha crecido y se ha diversificado por todo el país. Aunque una parte de este crecimiento cuantitativo y cualitativo puede haberse presentado como respuesta a la detección de necesidades específicas, y buscando una asignación adecuada de recursos, existe la posibilidad de que, al menos, otra parte de la construcción de infraestructura se haya realizado por razones desvinculadas a la racionalidad económica o sin un mayor conocimiento de la interrelación que guarda la inversión en infraestructura carretera y el proceso de desarrollo económico de las regiones en las que se construye dicha infraestructura. Ciertamente, la infraestructura de transporte puede desempeñar un papel muy importante para la integración de regiones y países. Sin embargo, para que ello se cumpla, dicha infraestructura debe ser construida y operada con plena eficiencia, aprovechando al máximo los recursos materiales, tecnológicos y humanos. Incluso, desde el momento de decidir su ubicación, deben existir todas las condiciones de mercado para que su construcción esté realmente justificada.

Por lo anterior, la presente investigación se centra en dos hipótesis de trabajo, a saber: primero, que no parece existir una relación directa o clara entre la acumulación de acervos carreteros en una región y el nivel de desarrollo económico que muestran, ni en el corto o en el largo plazo; segundo, que tampoco parece estarse cumpliendo la idea de que la inversión en infraestructura carretera pueda contribuir a un desarrollo regional más equilibrado en el país. A la primera hipótesis la podemos identificar como una situación de eficiencia (en el manejo de los recursos económicos), mientras que a la segunda hipótesis se le puede relacionar con el problema de equidad en el desarrollo regional.

Por la no tan evidente complejidad del tema, en el presente trabajo nos hemos concentrado en unas variables muy específicas, y buscamos la aplicación de herramientas de análisis (el método de la envolvente de datos y los modelos basados en la teoría de la convergencia regional) que no han sido usados frecuentemente en la investigación seria del tema, también con el propósito de buscar nuevos enfoques y aportarlos al debate. Así, de nuestro análisis de los últimos setenta años de política carretera, se desprenden los siguientes hallazgos.

Las tendencias que se observan desde hace seis décadas muestran que la IPF en transporte no sólo es una cantidad que es cada vez menor en relación con la inversión pública federal, sino que incluso no muestra un patrón claro o consecuente con el comportamiento del PIB nacional, aunque también la IPF en transporte es una proporción decreciente en el PIB. Esta menor inversión pública en infraestructura (aún en

términos relativos) podría significar que el transporte tiene cada vez menos recursos, en términos relativos, para atender una creciente demanda del servicio, lo cual es más grave si se considera que en esa inversión pública se ha otorgado una mayor preferencia por las carreteras.

En lo relacionado con el desarrollo regional se observa la primacía de la región Centro como el área geográfica más poblada en el país, más urbanizada, con los mayores niveles de PIB total y PIB per cápita (aunque ya muestra cierto rezago en pobreza extrema). La región Centro-Occidente también destaca en los aspectos demográficos y de crecimiento económico (aunque con una dinámica menor que la región Centro) y reduciendo sus niveles de pobreza extrema. Por su parte, las regiones Noroeste y Noreste tienen una dinámica económica importante pero detrás de las anteriores regiones. En cambio, la región Sur-Sureste es la que muestra los indicadores más rezagados tanto en los aspectos económicos como sociales.

En particular, en el caso de la productividad nacional, medida por medio del PIB per cápita, se observa que es la región Noreste la que ha mostrado una mayor dinámica en esta variable y ha logrado superar a la región Centro y la región Noroeste. En cambio, nuevamente es la región Sur-Sureste la que muestra no sólo los menores niveles de producto per cápita, sino incluso una tendencia a un mayor rezago en relación a la media nacional.

En este trabajo nos interesa conocer la relación que hay entre este desarrollo regional tan diferenciado con la enorme red de infraestructura de transporte carretero que ha acumulado el país, esto es, con el acervo (“o stock”) de inversión realizado hasta ahora. Las conclusiones preliminares del segundo capítulo indican que no se puede apreciar una tendencia que confirme que las regiones con más infraestructura de transporte terrestre son las más productivas, aún en términos relativos. Para tener una mejor comprensión del problema, hemos realizado una revisión preliminar del estado actual de la investigación en la medición de la productividad regional en México.

Para la medición de la eficiencia técnica por medio del método de la envolvente de datos (DEA), se ha probado la hipótesis siguiente: las regiones económicas que muestran un mayor nivel de productividad son las que tienen los índices de eficiencia más altos con relación a sus acervos de infraestructura de transporte carretero. La misma hipótesis se prueba, pero al nivel de entidades federativas. Encontramos que, de las cinco regiones económicas analizadas, sólo una alcanza siempre la calificación máxima, mientras que el resto quedaron por abajo de dicho objetivo, es decir, son ineficientes. Al comparar estos resultados con los niveles de PIB que alcanzan estas regiones, se concluye que también están entre las regiones más importantes. Es decir, estas regiones no sólo tienen un importante desempeño en su productividad económica sino coinciden en que tienen y usan una red vial que, a resultados de este análisis, tiene una mayor eficiencia en su tamaño que el resto de las regiones.

Coincidiendo con lo anterior, y contrariamente a lo que podríamos suponer que debería estar ocurriendo por las tendencias a dotar de infraestructura de transporte a las entidades federativas con rezagos en su nivel de actividad económica, no parece

presentarse una dinámica especialmente mayor en la eficiencia con la que operan su red vial dichas entidades federativas. Con base en esto, es posible afirmar que, en lo general, no hay un manejo eficiente de los acervos carreteros, tanto a nivel regional como a nivel de las entidades federativas, aunque no sea homogénea la situación de eficiencia o ineficiencia.

Pasando al problema de equidad en dicho manejo de acervos carreteros, en el presente trabajo se realizó la aplicación del marco conceptual que estudia el proceso de convergencia regional, particularmente basado en las aportaciones metodológicas de Barro y Sala-i-Martin. Para ello, se tomó en cuenta el trabajo previo que sobre convergencia absoluta y convergencia condicional se ha realizado en México, centrando el interés en los resultados de Esquivel (1999) y Cabrera (2002). Además de corroborar las principales conclusiones de estos investigadores, en el sentido de la existencia de un proceso de convergencia (absoluta) en la evolución del PIB per cápita en México, pero a una tasa muy baja, nuestro análisis se realizó tomando un periodo de análisis sustancialmente mayor al considerado por estos autores. Así, hemos corroborado este incremento pero sólo como parte de una ligera reversión en la tendencia a la convergencia regional en los últimos años, mientras que Esquivel lo veía como un estancamiento.

En el caso del análisis de la convergencia condicional, de nuestro análisis de largo plazo (1941 a 2010), encontramos que los parámetros estimados para las diferentes variables que miden los acervos carreteros, son realmente muy bajos, en particular cuando se les compara con el parámetro obtenido para el PIB per cápita inicial, aunque no resultan estadísticamente significativos. De hecho, la  $R^2$  ajustada de las regresiones es muy baja con la inclusión de las variables que miden la dotación carretera. Así, aun considerando que la explicación total del proceso de convergencia regional no es la parte central del presente trabajo, hemos incluido en el análisis algunas de las variables típicamente asociadas al crecimiento del PIB per cápita: esperanza de vida y migración estatal neta (aunque sólo para el periodo 1994 a 2010). Como principal resultado se concluye que, en este periodo, únicamente las carreteras pavimentadas tienen significancia estadística, pero con un efecto apenas perceptible en la tasa de crecimiento de la convergencia del PIB per cápita estatal hacia un estado estacionario, pero que dicho efecto es bastante limitado en comparación con el mostrado por la variable “esperanza de vida”, o en comparación con los niveles iniciales de PIB per cápita.

El análisis anterior nos indica que no hay muchos argumentos (ya sea en términos de significancia estadística o de contribución relativa) para aceptar que los acervos carreteros estén contribuyendo para la convergencia en el desarrollo económico regional.

En base a lo anterior, la conclusión central de la presente investigación es que no se puede corroborar la idea de que los proyectos de transporte sean usados con eficiencia para impulsar el crecimiento económico y mejorar la productividad regional o que se esté contribuyendo a la convergencia regional.

Aún con las limitantes analíticas y de información, los resultados de este trabajo permiten plantear algunas recomendaciones de política que se exponen a continuación.

Primero, para que el transporte sea el elemento central de la gestión urbano-regional orientada a la creación de riqueza, habría que dar seguimiento a la tasa de crecimiento de sectores productivos de las regiones o ciudades que cuentan con nuevas carreteras para corroborar si se están cumpliendo los objetivos deseados y analizando si existen los beneficios económicos de largo plazo que provocan tales inversiones, tal y como lo postulan muchos autores como los mencionados en el primer capítulo del trabajo. En ese sentido, dicho seguimiento debe hacerse a un nivel de detalle suficiente para comprobar si los incrementos en el nivel de capital empleado en el transporte están realmente reduciendo los costos de desplazamiento de bienes y personas y aumentando así la accesibilidad y la atractividad de las regiones, con un impacto positivo en la productividad agregada y en el PIB.

Segundo, para una mayor integración regional (esto es, de las entidades federativas agrupadas dentro de las regiones) debe asegurarse que la mayor parte de los sectores de la población puedan beneficiarse de los incrementos en la accesibilidad a áreas de mayor desarrollo económico y no solamente aquellos privilegiados que disponen de los recursos para pagar altos costos por el uso de la infraestructura carretera.

Tercero, se debe evitar el error de suponer, que con más carreteras se van a desarrollar, automáticamente, las regiones más rezagadas. El caso del Sureste mexicano es la muestra más clara de que esa relación es una falacia. Como se reconoció en el presente trabajo, la infraestructura redistribuye la actividad económica antes que crearla y es muy cuestionable la posibilidad de que las regiones atrasadas puedan mejorar significativamente por medio de la inversión en infraestructura de transporte. El transporte funciona más como un apoyo y refuerzo que un factor generador del progreso económico. Este es generado si todos los ingredientes para el crecimiento están presentes. Además, debe conocerse y resolverse si existe una mala coordinación y participación de los actores económicos y sociales que intervienen en el proceso de desarrollo regional, tema que no fue analizado en el presente trabajo.

Cuarto, de nuestro trabajo no podemos inferir que necesariamente deba reducirse la inversión en infraestructura carretera. En todo caso, lo innegable es que debe usarse más eficientemente y comprobando que se alcanzan los objetivos de desarrollo asociados al uso creciente de una mayor accesibilidad en las regiones o entidades federativas. De hecho, probablemente se requiere un mayor nivel de inversión en todos los modos de transporte, muy especialmente en los ferrocarriles y los puertos mexicanos, a fin de colocarlos en la situación que permita explotar sus ventajas de gran capacidad y bajo costo, pero tales inversiones también deberán estar sustentadas en criterios de eficiencia y equidad regional.

Por supuesto, por los alcances del presente trabajo, hay temas en los que no encontramos elementos que expliquen las relaciones analíticas, porque son aspectos que requieren una investigación específica. Entre otros problemas a profundizar en su

investigación, destacan los siguientes: primero, la habilidad de los proyectos carreteros para atraer inversiones en otros sectores de la economía; segundo, comprobar hasta qué punto la inversión en infraestructura carretera es una inyección directa en la economía; tercero, el efecto real que tienen los avances en las telecomunicaciones para disminuir las necesidades de traslado de personas y bienes; cuarto, esclarecer la relación causal entre las inversiones en transporte y el desarrollo económico; quinto, mejorar el análisis del significado o impacto económico regional real de la posible existencia de efectos de rebozamiento (“spillover effects”) de las inversiones en infraestructura carretera; sexto, hacer un análisis integral en términos de todo el sistema de transporte (es decir, no sólo del transporte carretero); y, séptimo, analizar las posibilidades de los efectos de complementariedad del transporte con otros sectores.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

AIGNER, D., NOVELL, C. and SCHMIDT, P. (1977) Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6.

AROCA, P.; BOSCH, M. and MALONEY, W. (2005) Spatial dimensions of trade liberalization and economic convergence: Mexico 1985-2002. *The World Bank Economic Review*, Vol. 19, no. 3, pp. 345-378.

ASCHAUER, D. A. (1989a) Is public expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics* 23: 177-200.

ASCHAUER, D. A. (1989b) Public investment and productivity growth in the Group of Seven. *Economic Perspectives* 13, No. 5: 17-25. The Federal Reserve Bank of Chicago.

ASCHAUER, D. A. (1990) Highway capacity and economic growth. *Economic Perspectives*. September, 1990: 14-24. The Federal Reserve Bank of Chicago.

ASCHAUER, D. A. (1991) Public Investment and Private Growth: The Economic Benefits of Reducing America's Third Deficit. Economic Policy Institute, USA.

ASCHAUER, D. A., and Holtz-Eakin, Douglas (1993) Public infrastructure Investment: A Bridge to productivity Growth? The Jerome Levy Economics Institute of Bard College, Public Policy Brief No. 4, pp. 7-47.

BANGQIAO, J. (2001) A review of studies on the relationship between transport infrastructure investments and economic growth. Report for the Canada Transportation Act Review Panel.

BANISTER, D. and BERECHMAN, J. (2000) Transport investment and economic development, UCL Press, London.

BARRO, R. and SALA-I-MARTIN, X. (1991) Convergence across States and Regions. *Brookings Papers of Economic Activity*, no. 1, pp. 107-182.

BARRO, R. and SALA-I-MARTIN, X. (1992) Convergence. *Journal of Political Economy*, Vol. 100, no. 2.

BARRO, R. and SALA-I-MARTIN, X. (2004) Economic Growth. McGraw Hill, New York.

BERNDT, E., HANSSON, B. (1992). Measuring the contribution of public infrastructure Capital in Sweden. *The Scandinavian Journal of Economics*.

BHATTA, S. and DRENNAN, M. (2003) The Economic Benefits of Public Investment in Transportation. A Review of Recent Literature. *Journal of Planning Education and Research*, vol. 22, num. 3.



BONNEFOND, Céline (2013) Growth dynamics and conditional convergence among Chinese provinces: a panel data investigation using GMM estimator. Groupe de Recherche en Économie Théorique et Appliqué. *Cahiers du GRETHA*, no. 2013-23.

CABRERA-CASTELLANOS, L. F. (2002) Convergence and Regional Economic Growth in México- 1970-1995. University of Quintana Roo. <<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/4026>>

BOSCA, J.E., ESCRIBÁ, F.J., and MURGUI, M.J. (2002) The Effect of public infrastructure on the private productive sector of Spanish regions, *Journal of Regional Science*, vol. 42, num. 2.

BUTTON, KENNETH. (2000) New Approaches to Spatial Economics, *Growth and Change*, vol. 31, 2000.

CALDERON, C., and SERVÉN, L., (2005) The effects of infrastructure Development on Growth and Income Distribution. World Bank, *Policy Research Working Paper*. JEL classification H54, O54.

CAVES, D., CHRISTENSEN, L. and DIEWERT, W. (1982) The Economic Theory of Index Numbers and The Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50-6.

CHARNES, D. W., COOPER, W. and RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.

COELLI, T., PRASADA-RAO, D., and BATTESE, G. (1998). An introduction to efficiency And productivity analysis. Kluwer Academic Pub.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (2012) Indicadores demográficos básicos 1990-2030, CONAPO. <<http://www.conapo.gob.mx>>

COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., TONE, K., (2000). Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, USA.

CREIGHTNEY, C. D. (1993) Transport and economic performance. A survey of developing countries. World Bank, Washington, D.C.

CHARNES, D. W., COOPER, W. and RHODES, E. (1978) Measuring the efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, vol. 2, pp. 429-444.

DE LA FUENTE, A. (2010) Infrastructures and productivity: an updated survey. *BBVA Research Working Papers*, Number 10/18, June.

DE SOUZA, G., PÉREZ, M., and SANSON, J. (2011) Economic Convergence: a regional and sub-regional approach. Available at <[www-sre.wu.ac.at/ersa/ersa-confs/ersa11/e110830a\\_Final100712.pdf](http://www-sre.wu.ac.at/ersa/ersa-confs/ersa11/e110830a_Final100712.pdf)>

- DEKLE, R. (2002) Industrial concentration and regional Growth: Evidence from the Prefectures, *The Review of economics and Statistics*.
- DENNY, M., FUSS, M., and MAY, J.D. (1981) Intertemporal Changes in Regional productivity in Canadian Manufacturing, *The Canadian Journal of Economics*.
- DURLAUF, S. N. (2003) The Convergence Hypotesis after 10 years. University of Wiscosin at Madison. Mimeo, 20 p.
- ESQUIVEL, G. (1999) Convergencia Regional en México, 1940-1995. *El Trimestre Económico*. Fondo de Cultura Económica. 66 (4): 725- 761, México.
- ESQUIVEL, G. (2000). Geografía y Desarrollo Económico en México. *Research Network Working Paper #R-389*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- ESTACHE, A., TOVAR, B., and TRUJILLO, L. (2004) Sources of efficiency gains in port reform: a DEA descomposition of a Malmquist TFP index for Mexico. *Utilities Policy*, 12.
- ESTACHE, A. (2006). Infrastructure: a survey of recent and upcoming issues. The World Bank Infrastructure vice-presidency.
- EZCURRA, R., et al. (2005) Public capital, regional productivity and spatial spillovers. *The Annals of Regional Science*, vol. 39, num. 3, September.
- FARE, R., GROSSKOPF, S. and SICKLES, C. (2007) Productivity? of US airlines after deregulation. *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 41, part 1, January.
- FARRELL, M. J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120.
- FRIED, H. O.; LOVELL, K.; and SCHMIDT, S. (2008) The measurement of productive efficiency and productive growth. Oxford Univ. Press.
- FRITZ, H. (2004) Productivity levels in Germany and the UK: measurement, comparison and policy issues. Paper presented at the Seminar "Raising productivity levels in the UK and Germany". Institute for German Studies, University of Birmingham. September, United Kingdom. <http://www.igs.bham.-ac.uk/searchforsolutions/index.htm>
- FROMM, G. (1965) Transport investment and economic development. The Brookings Institution, Washington.
- GARRISON, W. and SOULEYRETTE, R. (1996) Transportation, Innovation, and Development: The Companion Innovation Hypothesis. *The Logistics and Transportation Review*. March, 1996. Vol. 32-1. University of British Columbia.
- GERMÁN-SOTO, V. (2005) Generación del producto interno bruto mexicano por entidad federativa, 1940-1992, *El Trimestre Económico*, vol. 72(3): 617-653, México.

GIBBONS, S., and OVERMAN, H. (2009) Productivity in Transport Evaluation Studies. London School of Economics. Report prepared for the Department for Transport, UK.

GILLEN, D. W. (1996) Transportation Infrastructure and Economic Development: A Review of Recent Literature. *The Logistics and Transportation Review*. March, 1996. Vol. 32, num.1. University of British Columbia.

GLASS, A. (2008) Public expenditure in transport and macroeconomic performance: empirical evidence from the United States. *International Journal of Transport Economics*.

GONZALEZ, M., y TRUJILLO, L. (2005) La medición de la eficiencia en el sistema portuario: Revisión de la evidencia empírica. Documento técnico 2005/06. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

GORMAN, M. F. (2008) Evaluating the public investment mix in US freight transportation infrastructure. *Transportation Research Part A*.

GRAHAM, D. (2001) Transport investment, agglomeration and urban productivity. Centre for Transport Studies, Imperial College of London, UK.

GRAMLICH, EDWARD M. (1994) Infrastructure Investment: A Review Essay. *Journal of Economic Literature*, Vol. 32, No. 3, pp. 1176-1196.

HENSHER, David A, and Brewer, Ann M. (2001) Transport, an economics and management perspective. Oxford Univ. Press, USA.

HOLTZ-EAKIN, DOUGLAS. (1994) Public-Sector capital and the productivity puzzle. *The Review of Economics and Statistics*.

HULTEN, C. and SCHWAB, R. (1993) Endogenous growth, public capital, and the convergence of regional manufacturing industries. *National Bureau of Economic Research, working paper 4538*.

INEGI (2014a) Banco de información económica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>>

INEGI (2014b) Anuario Estadístico de los estados Unidos Mexicanos (varios años). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/>>

ISLAS, V. (1990) Estructura y Desarrollo del Sector Transporte en México. El Colegio de México, México.

KARLAFTIS, M. (2002) Effects of road geometry and traffic volumes on rural roadway accident rates. *Accident Analysis & Prevention*, 34 (3), pp. 357-365.

- KHADAROO, J., and SEETANAH, B., (2008) Transport and Economic Performance: The case of Mauritius. *Journal of Transport Economics and Policy*, vol.42, part 2, May.
- KHANAM, B. R., Highway Infrastructure Capital and Productivity Growth: Evidence from the Canadian Goods-Producing Sector. *Logistics and Transportation Review*, Vol. 32, No. 1.
- LACHLER, U. and ASCHAUER, D. A. (1998). Public investment and economic growth in México, *Policy Research Working Paper 1962*, The World Bank, Washington.
- LEDUC, S. (2012) Roads to prosperity or bridges to nowhere? Theory and evidence on the impact of public infrastructure investment. *NBER working paper 18042*.
- LOVELL, C. A., (1993) Production frontiers and productive efficiency. The measurement of productive efficiency techniques and applications. Edited by Harold, O. Fried, C.A. Knox Lovell, Shelton S. Schmidt. New York, Oxford University Press.
- MARRISON, C.J., and SCHWARTZ, E. (1996) State Infrastructure and Productive Performance. *The American Economic Review*.
- MAS, M., MAUDOS, J., PÉREZ, F. and URIEL, E. (1998) Public capital, productive efficiency and convergence in the Spanish regions (1964-93). *Review of Income and Wealth*, series 44, num. 3, September.
- MEEUSEN, W. and J. VAN DER BROECK (1977) Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 18.
- MESSMACHER, M. (2000) Desigualdad regional en México, el efecto del TLCAN y otras reformas estructurales. *Documento de investigación 2000-4*. Banco de México. México.
- MÉXICO, GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.
- MONTOLIO, D. and SOLÉ, A. (2009) Road investment and regional productivity growth: the effects of vehicle intensity and congestion. *Papers in Regional Science*, vol. 88-1. March.
- MUNNELL, A. H. (1990) How does public infrastructure affect regional economic performance?. *New England Economic Review*, Sept./Oct.
- NEMOTO, J. and GOTO, M. (2005) Productivity, Efficiency, Scale Economies and Technical Change: A new decomposition analysis of TFP applied to the Japanese prefectures, National Bureau of Economic Research.
- NORIEGA, A., y FONTENLA, M. (2007). La Infraestructura y el Crecimiento Económico en México. *El Trimestre Económico*, vol. 54(4): 885-900, México.

OECD. (2002) Impact of Transport Infrastructure Investment on Regional Development Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OUM, T. and YU, C. (1994) Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries' Railways. *Journal of Transport Economics and Policy*, 28-2.

OUM, T. A., WATERS, G. and Yu C. (1999) A survey of Productivity and Efficiency Measurement In Rail Transport, *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 33, part 1.

OWEN, W. (1959) Transportation and Economics Development. *The American Economic Review*, Vol. 49, no. 2: 179-187.

PEREIRA, A.M., and ANDAZ, J.M., (2007) Public investment in Transportation infrastructure and industry in Portugal.

RIVERA, C. (2004) Measuring the productivity and efficiency of railways (an international comparison). PhD Thesis. The University of Leeds. U. K.

ROMER, P. M. (1994) The Origins of Endogenous Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, no. 1: 3-22.

ROZAS, P. y SÁNCHEZ, R. (2004) Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Serie 75. Santiago de Chile.

SCT, COORDINACIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN (2001 a 2007). Anuario Estadístico del Sector Comunicaciones y Transportes. México.

SCT, INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE (2009). Manual Estadístico del Sector Transporte. México.

SCHADE, W. and ROTHENGATTER, W. (2005) Research Issues in Transport Economics: Dynamics, Integration, and Indirect Effects. *Applied Research in Environmental Economics*, Physica-Verlag, HD.

SHAH, A. (2001) Dynamics of public infrastructure, Industrial Productivity and Profitability. *The Review of Economics and Statistics*.

SHARMA, S., SYLWESTER, K., and MARGONO, H. (2003) Technical Efficiency and total factor productivity analysis across U.S. States: 1977-2000. Department of Economics, Southern Illinois University Carbondale.

SHI, Y. (2012) The role of infrastructure capital in China's regional economic growth. Selected paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Triennial Conference at Brasil.

SOLOW, R. (1957) Technical change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 39, Aug.

Spilimbergo, Antonio, and Natasha Xingyuan (2012) Structural Reforms and Regional Convergence. *International Monetary Fund. Working Paper* 12/106.

STIRBÖCK, C. What determinates relative sectoral investment patterns in EU regions? Centre for European Economic Research (ZEW).

THIRWALL, A. P. (2003) Growth and Development. (With special reference to developing economies), Palgrave MacMillan.

VICKERMAN, R.W. (2007) Recent evolution of Research into the wider economic benefits of transport infrastructure investments. *Discussion paper* No. 2007-9, December 2007. Joint Transport Research Centre. OECD, Paris.

VOIGT, F. (1964) Economía de los sistemas de transporte. Ed. FCE, México.

VILLANO, R. et al. (2008) Measuring regional productivity differences in the Australian wool industry: a Metafrontier approach. University of New England. AARES 52nd Annual Conference.

WEISBROD, G. and TREYZ, G. (1998) Productivity and accessibility: bridging project specific and macro-economic analyses of transport investments. *Journal of Transportation and Statistics*, vol. 1, num.3.

WEISBROD, G. (2008) Models to predict the economic development impact of transportation projects: historical experience and new applications *Annals of Regional Science*, Vol. 42, num. 3, September: 519-543.

WEISS, E., and ROSENBLATT, D. (2010) Regional Economic Growth in México. *Policy Research Working Paper* 5369. The World Bank.

## ANEXO 1.

Workbook Name = F:\Tesis doctoral\DEA-2010-MEX-PROD-REG-RES.xls

Data File = F:\Tesis doctoral\DEA-2010-MEX-PROD-REG-BASE.xlsDAT

DEA model = BCC-O

Problem = 2010-MEX-PROD-REG

No. of DMUs = 5

No. Input items = 2

Input(1) = x1

Input(2) = x2

No. of Output items = 1

Output(1) = y

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

### Statistics on Input/Output Data

	x1	x2	y
Max	41024	78308	21876
Min	16461	21350	9735
Average	27680.8	46706.4	16184.6
SD	9720.068238	19749.16781	4292.876686

### Correlation

	x1	x2	y
x1	1	0.865025343	-0.77016875
x2	0.865025343	1	0.919646452
y	-0.77016875	0.919646452	1

### DMUs with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	DMU
-----	-----

None

No. of DMUs 5  
 Average 0.810742366  
 SD 0.237502201  
 Maximum 1  
 Minimum 0.445008228

Frequency in Reference Set

Peer set	Frequency to other DMUs
1	0
2	2
4	0

No. of DMUs in Data = 5  
 No. of DMUs with inappropriate Data = 0  
 No. of evaluated DMUs = 5

Average of scores = 0.810742366  
 No. of efficient DMUs = 3  
 No. of inefficient DMUs = 2  
 No. of over iteration DMUs = 0

[BCC-O] LP started at 10-02-2015 14:34:49 and completed at 10-02-2015 14:34:50  
 Elapsed time = 0 seconds  
 Total number of simplex iterations = 34



## ANEXO 2.

Workbook Name = F:\Tesis doctoral\DEA estatal\DEA-2010-MEX-PROD-EST-RESS.xls

Data File = F:\Tesis doctoral\DEA estatal\DEA-2010-MEX-PROD-EST-BASE.xlsDAT

DEA model = BCC-O

Problem = 2010-MEX-PROD-EST

No. of DMUs = 32

No. Input items = 2

Input(1) = x1

Input(2) = x2

No. of Output items = 1

Output(1) = y

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

### Statistics on Input/Output Data

	x1	x2	y
Max	7201	20659	41167.61367
Min	149	0	6253.699386
Average	4325.125	7297.875	15153.7024
SD	1921.527042	5617.026848	6936.230241

### Correlation

	x1	x2	y
x1	1	0.740219272	-0.421739821
x2	0.740219272	1	-0.408901442
y	-0.421739821	-0.408901442	1

### DMUs with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	DMU
-----	-----

None

No. of DMUs 32

Average 0.368097663

SD 0.168487547

Maximum 1

Minimum 0.151908231

### Frequency in Reference Set

Peer set Frequency to other DMUs

9 31

No. of DMUs in Data =	32
No. of DMUs with inappropriate Data =	0
No. of evaluated DMUs =	32

Average of scores =	0.368097663
No. of efficient DMUs =	1
No. of inefficient DMUs =	31
No. of over iteration DMUs =	0

[BCC-O] LP started at 10-06-2015 14:20:54 and completed at 10-06-2015 14:20:55

Elapsed time = 2 seconds

Total number of simplex iterations = 156