

La importancia de las nuevas inversiones de los sectores estratégicos de Cartagena en el crecimiento económico Colombiano

Gustavo Dúrcin Cruz*
Napoión De la Rosa P.**

Resumen

El objetivo del trabajo es estimar y simular los efectos que las nuevas inversiones a realizarse en Cartagena tendrían sobre el crecimiento de la producción nacional. Utilizando las técnicas de análisis insumo-producto y simulación estocástica se realizó un ejercicio con un escenario de casos que especifica los incrementos en la producción de los sectores estratégicos (petroquímico, plástico, portuario y turístico) y de la producción del país dado las inversiones a realizarse en los próximos años. Los resultados permiten estimar un efecto positivo en el crecimiento económico colombiano para los próximos años. Adicionalmente, demuestran la alta rentabilidad que tiene para el país una serie de inversiones en Cartagena.

Palabras Claves: producción agregada, análisis insumo-producto, simulación estocástica, distribución de probabilidad empírica, mercados internos.

* Magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Investigador Asociado de FUNDESARROLLO. La participación del autor en este documento se basa en el proyecto de "Promoción de Inversiones en Cartagena" financiado por la Sociedad Portuaria de Cartagena (SPRC) y próximo a ser publicado. El autor agradece el apoyo prestado por el Capitán Alfonso Salas.

** Economista. Magíster en Economía de la Texas A & M University - College Station, EU. Investigador de FUNDESARROLLO. El autor agradece el apoyo prestado por Manuel Fernández Ariza, Director Ejecutivo de FUNDESARROLLO.

¿Qué ha pasado en el último año para que esas empresas hayan decidido expandirse en la Costa? Sin duda, ha habido una conjugación de factores. A diferencia de 1994, cuando un plena apertura económica se empezaron a promover las ciudades portuarias sin que estas estuvieran preparadas para recibir nuevas industrias, hoy sí existe la infraestructura para atender las necesidades empresariales. Los puertos ganaron en eficiencia y la prestación de servicios públicos mejoró.

Revista Dinero
(Noviembre 20, 2003)

I. Introducción

La historia de Cartagena es la historia de su puerto. A través de los siglos, la ciudad ha visto como sus momentos de auge y declive han estado regidos por el valor estratégico de su condición portuaria. Su fundación fue consecuencia de la condición natural de puerto de su bahía. Durante la colonia la ciudad prosperó gracias a que era una de las plazas fuerte para el embarque del oro de las Indias. Después de la independencia, cuando el río Magdalena se convirtió en la arteria del comercio del nuevo país, Cartagena vio ceder su primicia regional a Barranquilla. Entonces la población de la ciudad se redujo a la mitad en poco menos de un siglo.

A finales de siglo XIX bajo el mandato del presidente cartagenero Rafael Nuñez se ejecutaron una serie de obras como el Canal del Dique, el ferrocarril de Puerto Colombia, que revivieron el valor estratégico del puerto. Nacieron las primeras industrias y bancos regionales (Urueta 1912).³⁶ La ciudad volvió a prosperar hasta que la construcción del Canal de Panamá desvió el manejo de la carga a Buenaventura.

En la década de los cincuenta, la dimensión del valor estratégico del puerto experimenta un punto de inflexión. La construcción de la refinería de Mamonal, de las troncales de acceso a las vías nacionales, de los hoteles y el auge del sector comercio, diversificaron la economía cartagenera. Desde ese momento, son las empresas ubicadas alrededor de las ventajas geográficas que ofrece el puerto, y no la actividad portuaria como tal, las principales fuentes de ingresos de la ciudad (Báez y Calvo 1999). La industria, el turismo, el comercio, y el sector servicio trajeron una época dorada para la ciudad.

³⁶ Pedro J. Urueta. *Cartagena y sus cercanías*. Tipografía de Vapor Mognilón. 1912.

Más allá de las circunstancias que propiciaron la diversificación económica y de la importancia del puerto en el contexto del comercio exterior del país, hay un factor decisivo que influirá en la prosperidad económica de Cartagena: la visión y el acierto de acometer inversiones que potencien el valor estratégico de su puerto en la geografía económica de Colombia. Así los sectores de servicios, industria y comercio hayan superado los ingresos por servicios portuarios, su ubicación y desarrollo en la ciudad continúa girando alrededor de las ventajas comparativas que ofrece su puerto. Quienes construyeron esas empresas tuvieron la visión y supieron aprovechar las ventajas que se les presentaron en su momento.

El momento histórico actual representa un período de oportunidades sin precedentes. La globalización económica premia a Cartagena dentro del contexto de las ciudades colombianas. Las condiciones de puerto natural, acceso a mercados externos e internos, enclave industrial y territorio con amplio dominio de la seguridad por parte del estado, constituyen un poderoso foco de atención para los inversionistas privados. Los resultados de una década de globalización muestran como la ciudad ha gozado del mayor crecimiento industrial entre el conjunto de las grandes ciudades del país. Mientras que durante la década pasada el incremento de la producción industrial por año de ciudades como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla fue inferior al 2%, en Cartagena creció a un promedio del 7.8%.³⁷

El desafío que se presenta ante la historia de Cartagena desborda los intereses de la ciudad y se enmarca dentro de los intereses económicos de la nación. La adecuación del canal de acceso a la bahía para buques de calado post-Panamax, la ampliación de la refinería, el proyecto de planta de olefinas, la localización de una industria exportadora adicional al sector petroquímico, el fomento al turismo internacional, el mejoramiento de la integración vial con los mercados nacionales y centros de producción de insumos, entre otros proyectos de inversión, constituyen acciones estratégicas para el desarrollo tanto de la ciudad como de Colombia. Sus efectos alcanzan a incidir significativamente en el crecimiento del producto interno bruto, en la generación de empleo, en el jalonamiento del consumo intermedio de las diferentes ramas económicas y de los ingresos fiscales de la nación.

³⁷ De acuerdo a datos del DANE, Encuestas Anuales Manufactureras.

Así las cosas, la ubicación geográfica de Cartagena, junto con la infraestructura instalada, ofrece uno de los focos de inversión prioritarios para un crecimiento superior en el orden nacional. En este artículo se calcula empíricamente la dimensión de los beneficios económicos que propiciarían las anteriores inversiones mediante el análisis insumo - producto y métodos de simulación. Los resultados son contundentes a la hora de mostrar el impacto actual y futuro de los principales proyectos de inversión que se podrían llevar a cabo en Cartagena. Más aun, advierten su potencialidad estratégica para impulsar el dinamismo económico de Colombia, por lo que se hace imperativa la aparición de un liderazgo desde la ciudad, desde el nivel nacional de gobierno y desde los gremios económicos que gestione el diseño, la financiación y la implantación de dichos proyectos de inversión.

El artículo consta de cuatro partes. En la primera se describen los sectores económicos estratégicos que ofrece la ciudad de Cartagena, y los proyectos de inversión necesarios para potenciar su efecto en el contexto económico nacional. En la segunda se revisan los impactos de los sectores estratégicos de la economía de Cartagena en la producción agregada del país a través de un análisis insumo-producto y un método de simulación estocástica. En la tercera se muestran los resultados del análisis. La cuarta son las conclusiones.

2. Antecedentes: Áreas económicas estratégicas de Cartagena en el contexto nacional

Las necesidades estructurales de un comercio internacional globalizado, ubican a Cartagena en el centro de los proyectos de inversión indispensables para adecuar la economía colombiana dentro de la dinámica de mercados abiertos. Por su impacto estratégico para una globalización exitosa, se ha dividido en tres áreas la descripción de los sectores económicos de la ciudad y los proyectos de inversión necesarios para adecuarlos a las exigencias de los mercados internacionales³⁸.

³⁸ En cuanto a las exigencias de los mercados internacionales y la inserción de la economía colombiana a estos, Rodolfo Segovia (1998) comenta: "La Costa Atlántica convergirá con el resto del país si el modelo exportador con superávit se convierte en propósito nacional. De no embarcarse en un proyecto disciplinado sobre la voluntad nacional, la Costa no pasará de ser una región marginal dentro de un país marginal. Vender el modelo implica una acción de política". Tomado de "Hacia un modelo para la industrialización de la Costa Caribe" en *El Renacimiento de la Costa Caribe colombiana*. Banco de la República, FUNDESAROLLO, Universidad del Norte y Universidad Jorge Tadeo Lozano - Seccional del Caribe, Julio de 1999.

En primer lugar está el sector industrial, que desde los años cincuenta se estableció en la ciudad a partir del proyecto petroquímico de Mamonal, operando como puerto terminal para la exportación del petróleo extraído en Barrancabermeja. Actualmente la actividad de las empresas ubicadas en el parque industrial de Mamonal se ha diversificado, y gira en torno a la refinación de petróleos y la producción de químicos y plásticos. En términos de participación en la economía nacional Cartagena posee aproximadamente el 6.5% de la producción industrial del país³⁹. Su crecimiento e importancia en sectores intensivos en capital son notables. El parque industrial de la ciudad tiene el producto por trabajador más alto del país y en la encuesta de opinión industrial de la ANDI muestra la más alta tasa de incremento de la producción (7.3%) y de ventas brutas (8.3%)⁴⁰. En un horizonte de comparación más amplio los resultados han sido altamente positivos. Al despuntar el siglo XXI el sector manufacturero ha generado impactos positivos en la economía local, como la introducción de tecnologías modernas, el entrenamiento de personal calificado, remuneraciones altas para dichos trabajadores, concentración de mano de obra calificada y cierta demanda de diferentes sectores productivos y de servicios.

Sin embargo, la industria cartagenera requiere corregir su naturaleza intensiva en el uso de capital en comparación con el uso de mano de obra, para constituirse en un sector más dinámico dentro del desarrollo económico regional y nacional. La causa del desequilibrio entre producción y empleo tiene sus orígenes en un sector industrial basado en empresas con tecnologías productivas de esas características, como productos químicos, refinería, caucho y plásticos, que tuvieron una participación entre el 60% y el 80% en la producción industrial local. Además, la industria cartagenera no ha logrado un mayor impacto en el desarrollo económico de la región por su escaso consumo intermedio. Tal como anotan Báez y Calvo (1999):

El otro factor que ha impedido un mayor posicionamiento del sector industrial de Cartagena en la economía local, es la carencia de eslabonamientos de la industria con otros sectores productivos de la región.

³⁹ DANE, Encuesta Anual Manufacturera.

⁴⁰ Encuesta de Opinión Industrial Conjunta -EOIC-, septiembre de 2003. ANDI, Centro de Estudios Económicos.

Esto se refleja en el alto porcentaje de importación de insumos frente a los productos adquiridos en el territorio.⁴¹

Cuadro 1
Principales variables de la industria según áreas metropolitanas
2002 (miles de pesos corrientes)

Áreas metropolitanas	Total personal ocupado	Producción bruta	Costos intermedios	Valor agregado	Total activo	Energía eléctrica consumida KWH
TOTAL	532.467	73.959.061.662	61.739.938.614	32.219.123.648	59.294.997.351	11.567.154.234
Barranquilla - Soledad	11.925	4.894.000.385	2.227.073.787	1.677.275.598	3.845.245.292	726.380.971
Bogotá, D. C. - Soacha	165.990	17.793.470.520	9.589.718.547	8.201.731.072	10.093.094.460	1.517.759.827
Bucaramanga - Cúcuta - Floridablanca	19.404	1.523.868.912	1.037.085.454	488.783.458	578.163.889	90.865.324
Cali - Yumbo	53.294	7.238.291.736	3.776.178.694	3.482.105.942	5.854.217.525	1.172.500.548
Cartagena	11.878	4.963.466.781	3.121.863.513	1.841.584.568	3.793.443.434	844.478.153
Manizales - Villamaría	11.931	1.339.347.213	659.871.397	584.269.416	637.686.596	144.914.834
Medellín - Valle de Aburrá	112.665	11.454.503.646	6.566.045.903	4.988.459.913	7.924.490.471	1.411.374.841
Pereira - Santa Rosa de Cabal - Dosquebradas	13.724	1.236.271.685	739.834.880	446.417.003	845.431.107	182.739.491
Resto del país	110.857	24.516.938.394	13.096.463.969	10.320.474.673	21.582.646.098	3.473.271.811

Fuente: DANE - Encuesta Anual Manufacturera.

Dos tipos de proyectos de inversión, complementarios entre sí, apuntan a solucionar el desequilibrio de la industria cartagenera. Por un lado está el proyecto de ampliación de la Petroquímica y la ampliación de la Planta de Olefinas, que aunque costoso posee tanta rentabilidad que permitiría una rápida recuperación de la inversión. Y lo más importante generaría las condiciones de competitividad para diversificar la producción industrial de la ciudad y reducir los costos de insumos plásticos en la escala nacional:

Asociado a estos desarrollos industriales, la construcción de la planta de Olefinas permitiría la consolidación de la industria plástica del país. El

⁴¹ Javier Eduardo Bés Ramírez y Haroldo Calvo Stevenson, 1999. *La economía de Cartagena en la segunda mitad del siglo XXI: diversificación y riesgo*. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Sección del Caribe, Departamento de Investigaciones. Documento No. 5.

plástico constituye uno de los renglones más significativos de los llamados nuevos materiales y su uso es cada vez más extendido en diversas aplicaciones y ramas industriales. En los empaques, en la construcción, en el transporte, en la medicina, en las construcciones y en la electrónica, en artículos para el hogar, los plásticos son cada vez más requeridos.⁴²

Por otro lado está el fomento a la ubicación de nuevas industrias en la ciudad a través de promover a inversionistas extranjeros una zona franca a escasos kilómetros de los puertos de embarque y a la implantación de menores costos tributarios relativos en el mercado de inversiones del Caribe y Centroamérica.⁴³ El TLC con Estados Unidos es otro incentivo poderoso para potenciales inversionistas que estén interesados en crear empresas orientadas al mercado norteamericano. Principalmente para empresarios de Europa y Asia que tengan capacidad de instalar industrias que requieran un contexto competitivo en términos de costos en mano de obra, infraestructura (comunicaciones y transporte) y preferencias arancelarias y tributarias.

En segundo lugar está el área de Turismo. Cartagena se consolidó durante la segunda mitad del siglo pasado como el primer centro turístico del país. En el 2000 llegaron a la ciudad 416,571 turistas nacionales y alrededor de 200,000 visitantes extranjeros, 70,000 de ellos vía turismo de cruceros. La infraestructura turística de la ciudad ha aumentado en los últimos treinta años. De igual manera, se incrementó la infraestructura para el auge del turismo de negocios en Cartagena (el Centro de Convenciones). Esto es consecuencia del atractivo arquitectónico, histórico y paisajístico de la ciudad, junto con una serie de inversiones en restauración, locaciones, transporte y facilidades en seguridad de los visitantes. El impacto más positivo del turismo es la capacidad del sector como jalonador de la economía local, en especial de los sectores de comercio y servicios, y como generador de empleo tanto directo como indirecto de personas con bajos niveles de capacitación.

Aun así Cartagena no ha logrado el lugar que merece dentro del turismo internacional. Además de variables de difícil control como crisis económicas

⁴² Guerra, F. Mercado y Desintegración Social. 2000. Fondo de Publicaciones de la Universidad del Atlántico. Cartagena, Colombia. P-36.

⁴³ Fernán Acosta Valdellamar. Competitividad Tributaria de Cartagena. Cámara de Comercio. Cartagena de Indias D. T. y C., Enero de 2003.

internacionales y la tasa de cambio, las principales razones que explican la baja participación del turismo internacional son entre otras: los problemas de seguridad y orden público del país que a pesar de no suceder en la ciudad afectan su imagen, políticas de promoción poco agresivas y unos estándares de infraestructura turística que requieren ser actualizados al nivel de otros destinos del Caribe. La ciudad está en camino de acometer importantes proyectos para aumentar su competitividad dentro del mercado turístico internacional.

En tercer lugar está el sector portuario y de transportes. Al igual que muchos de los casos de infraestructura portuaria de propiedad pública, el sistema de puertos colombiano Puertos de Colombia (Colpuertos) era excesivamente ineficiente y costoso. Los problemas laborales habían llevado a prácticas operativas deficientes, un pasivo pensional inmanejable y, sobre todo, a una corrupción generalizada en todos los niveles (Gaviria 1998). Debido a estas circunstancias el gobierno decidió elaborar en 1991 un nuevo modelo portuario dando origen a las Sociedades Portuarias Regionales⁴⁴, a manera de concesionarios privados responsables de la administración y el manejo de los puertos. El objetivo de esta reforma era incrementar los índices de productividad, la tecnología, la inversión y acabar con los casos de desfalcos dramáticos de los fondos públicos.

El sector portuario de Cartagena ha sido líder en este proceso. De acuerdo a la DIAN para el 2002 la ciudad participaba en el 50.8% de las exportaciones (valor FOB) y 23.9% de las importaciones. Si se tiene en cuenta que más del 90% del volumen de las exportaciones del país se mueven por vía marítima la Ciudad es sin duda un punto estratégico para el comercio internacional colombiano. Adicionalmente las SP de la ciudad han demostrado ser las eficientes desde el punto de vista de la tecnología y las tarifas a los usuarios.

Actualmente están planeados varios proyectos que incrementarían la eficiencia del sector portuario de la ciudad. Por un lado está la ampliación del canal de

⁴⁴ En total se crearon siete SPR: Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Buenaventura, Tumaco, El Bosque y Guatimar.

acceso a la bahía, que habilitaría la entrada de naves con calado post-Panamax. En la industria de transporte marítimo el tamaño importa cuando se trata de reducir costos:

Un estudio que Drewry Shipping Consultores condujo, unos pocos años atrás concluyó que con utilización plena de su capacidad, un carguero post-Panamax de 6000 TEU ofrecería un 20% de costos inferiores comparado con un buque Panamax de 4000 TEU.⁴⁵

El sistema portuario de la ciudad le ofrecería al país una reducción del 20% del costo de transportes en transacciones internacionales con el proyecto de ampliación de calado de la bahía. Por otra parte están: i) el dragado del Canal del Dique que reduciría considerablemente los costos de mantenimiento del acceso a los terminales marítimos; y ii) la adecuación de la infraestructura de acceso a la ciudad desde las redes viales que comunican a los grandes mercados y centros productivos del país.

Al describir los sectores estratégicos del aparato productivo de Cartagena, se ha resaltado los desequilibrios estructurales de la economía local. Mientras la industria produce el 28.5% del PIB de la ciudad y genera tan sólo el 12% del empleo en la ciudad, el sector comercio produce el 8% del producto pero el 32% del empleo⁴⁶. Una lectura contraria a la interpretación negativa de este desequilibrio, es el potencial para el crecimiento económico de la ciudad que ofrece el diseño y la ejecución de una serie de políticas complementarias que incrementen el empleo y los ingresos laborales en el sector industrial, lo que aumentaría la capacidad de demanda local del sector comercio.

Los proyectos de inversión mencionados están en condiciones de corregir el desequilibrio en la estructura económica de Cartagena. El surgimiento de un subsector industrial con uso intensivo de mano de obra, como serían las empresas que eventualmente se instalaran en la ciudad por las ventajas

⁴⁵ Lou Smyrila. *Size matters*. In *Canadian Transportation & Logistic Magazine*. Octubre de 2002. Traducción de: "A study by Drewry Shipping Consultants conducted a few years back concluded that with full slot utilization, a 6000 TEU post-Panamax vessel would offer a 20 per cent cost advantage compared with a 4000 TEU Panamax ship."

⁴⁶ Cuentas regionales del DANE

comparativas frente a los mercados de exportación y a los insumos plásticos disponibles a bajo precio, en teoría debería generar los correctivos para propiciar un mayor volumen de empleo y de capacidad de demanda. Lo que provee no sólo a la ciudad sino al país de enormes posibilidades de desarrollo, debido a que Cartagena posee tres importantes sectores que pesan significativamente en la economía colombiana. Estos sectores muestran las grandes potencialidades de la ciudad como foco de inversión para dinamizar la economía del país por:

- Ser el nodo estratégico que integra la economía nacional con los mercados externos. La historia económica de Colombia advierte que el crecimiento económico que ha girado alrededor de los mercados internos necesita de profundas transformaciones. Las regiones andinas, que constituyen el grueso de la economía del país, son conscientes que su futuro económico está ahora en la capacidad de producir y colocar bienes en mercados extranjeros. Cartagena es un punto de mayor importancia para el traspaso de bienes entre los tradicionales mercados internos y las redes globales de comercio. Esto es consecuencia no sólo de su puerto y su posición geográfica, sino también de los desarrollos industriales y tecnológicos que ya posee la ciudad, y de una serie de proyectos de inversión que muestran a la ciudad como la opción más razonable para ajustar la infraestructura económica de Colombia dentro de un sistema de mercados globales.
- La posibilidad de convertir a Cartagena, además de un nodo de integración de los mercados externos e internos, en un importante mercado que aumente la demanda de la producción nacional. Por sus menores costos de transporte y su infraestructura instalada, es Cartagena donde se debe ubicar gran parte de las nuevas industrias exportadoras del país. No sólo las tradicionales industrias petroquímicas sino otro tipo de empresas exportadoras que absorban una mayor cantidad de mano de obra, que junto con la demanda generada por sectores como servicios, turismo y comercio, potencien el mercado de una ciudad que ha superado el umbral del millón de habitantes. Así, mediante una integración de los

empresarios locales con el sector industrial de exportación, Cartagena cuenta con la oportunidad de fortalecer los demás sectores de su economía para construir un mercado importante en el contexto nacional⁴⁷.

3. Metodología del análisis

3.1 Análisis insumo-producto

Con el ánimo de establecer los impactos que tendría el aumento de la demanda final en los sectores estratégicos de Cartagena –químico, plástico, turismo, transporte por agua- sobre la producción del país, se utilizará un análisis insumo-producto. El análisis insumo-producto parte de la tabla de relaciones intersectoriales de la economía, la cual incluye en primera instancia la distribución de los pagos finales de la economía, la producción sectorial, la demanda final, el valor de los insumos utilizados en el proceso, y el total de la producción de la economía. En segunda instancia, ésta comprende los patrones de consumo, la estructura interindustrial, los ingresos, y otras transferencias. La figura 1 muestra los componentes de la tabla de relaciones intersectoriales.

Los Patrones de Consumo (cuadrante I) se refieren al comportamiento del consumidor, el cual identifica el consumo de los hogares, los inversionistas privados, el gobierno y los consumidores del exterior. Por su parte, la Estructura Interindustrial (cuadrante II) muestra como la materia prima y los bienes intermedios son combinados para la producción de bienes⁴⁸. De igual manera, los Ingresos (cuadrante III) hacen referencia al ingreso de las familias, las ganancias retenidas y los impuestos. Finalmente, Otras Transferencias (cuadrante IV) indican los pagos efectuados por transferencias sociales y transferencias intergubernamentales.

⁴⁷ Las nuevas teorías del crecimiento económico sostienen que la prosperidad en la actividad económica depende particularmente las externalidades del conocimiento, las cuales han tenido un papel fundamental en el crecimiento económico de las ciudades (Romer, 1986). Asimismo, dichas externalidades son mayores en los centros urbanos debido a que la alta interacción de la población facilita los flujos de información entre los trabajadores y las empresas (Galvis, 2002). Por otro lado, otro aspecto a considerar como determinante del crecimiento proviene desde la perspectiva de la geografía económica. En efecto, Krugman (1998) concentra su análisis en las economías externas y las economías de escala, mostrando que las decisiones de los productores en torno a la localización dependen de los acceso a los mercados para el aprovechamiento de las economías de escala, y estas a su vez, a la concentración geográfica de la actividad económica.

⁴⁸ La estructura interindustrial es la base del análisis-insumo producto.

Figura 1
Tabla de relaciones intersectoriales

	Producción	Demanda Final	
Pagos Finales Distribución	II Estructura Interindustrial	I Patrones de Consumo	Total Productos
	III Ingresos	IV Otras Transferencias	
	Total Insumos		

Tomado de W. Shafer, "Regional Impact Models", Georgia Institute of Technology Press, July 1999.

La importancia de establecer y cuantificar las relaciones intersectoriales radica en que nos permite tener un panorama claro sobre los flujos de la economía. Wassily Leontief (1965) creó los fundamentos matemáticos de la matriz insumo-producto. El análisis parte de dos supuestos: 1-) los sectores utilizan productos de otras industrias para producir sus propios bienes; y 2-) la producción de algunas industrias se convierte en insumos de otras.

La demanda del Sector i viene dada por:

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i \quad (1), \quad \text{donde,}$$

x_i es la producción del sector i ,

x_{ij} es la producción del sector i vendida al sector j ,

y_i es la producción del sector i vendida a la demanda final.

Asimismo, la demanda intersectorial está expresada por:

$$x_{ij} = a_{ij} x_j \quad (2), \quad \text{donde}$$

x_j es la producción del sector j ,
 a_{ij} es el coeficiente técnico ($i, j \in [0,1]$).

Ahora, reemplazando (1) en (2) y despejando, tenemos:

$$x_j - \sum_{i=1}^n (a_{ij} x_i) = y_j \quad (3).$$

Para el caso de n sectores productivos tenemos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x_1 - a_{11}x_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n &= y_1 \\ x_2 - a_{21}x_1 - a_{22}x_2 - \dots - a_{2n}x_n &= y_2 \\ \Lambda & \\ \Lambda & \\ x_n - a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \dots - a_{nn}x_n &= y_n \end{aligned} \quad (4)$$

Lo que es igual a:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})x_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n &= y_1 \\ -a_{21}x_1 - (1 - a_{22})x_2 - \dots - a_{2n}x_n &= y_2 \\ \Lambda & \\ \Lambda & \\ a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \dots - (1 - a_{nn})x_n &= y_n \end{aligned} \quad (5)$$

Expresando el sistema de ecuaciones en forma matricial:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Despejando el vector de las, encontramos la siguiente expresión:

$$X_{act} = (I - A)_{act}^{-1} Y_{act} \quad (7)$$

De esta manera, el análisis de impacto viene dado por:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (8)$$

Los cambios en la demanda final son aplicados al modelo matricial, con lo cual se observa el cambio porcentual no solo en la producción de cada sector sino en la *producción agregada*, la cual es la suma de la producción de todos los sectores incluidos en la matriz. Vale la pena aclarar que esta variable no es el mismo PIB, ya que no se identifica de manera clara las cuentas de gasto público, consumo autónomo, inversión, y exportaciones netas. Sin embargo, es una variable *proxy* del PIB debido a que resume la actividad productiva de los sectores de la economía del país.

Los datos consisten en la información suministrada por la Matriz de Utilización de Productos de Colombia del 2001 del DANE. Se utilizó la Matriz a precios constantes de 1990. Los coeficientes técnicos se calcularon con base en la estructura industrial de la economía colombiana suministrada por la matriz. La construcción del modelo matricial y estimación de los shocks en el modelo se hizo con el programa Stata. La simulación se hizo con los programas Simetar y MatLab.

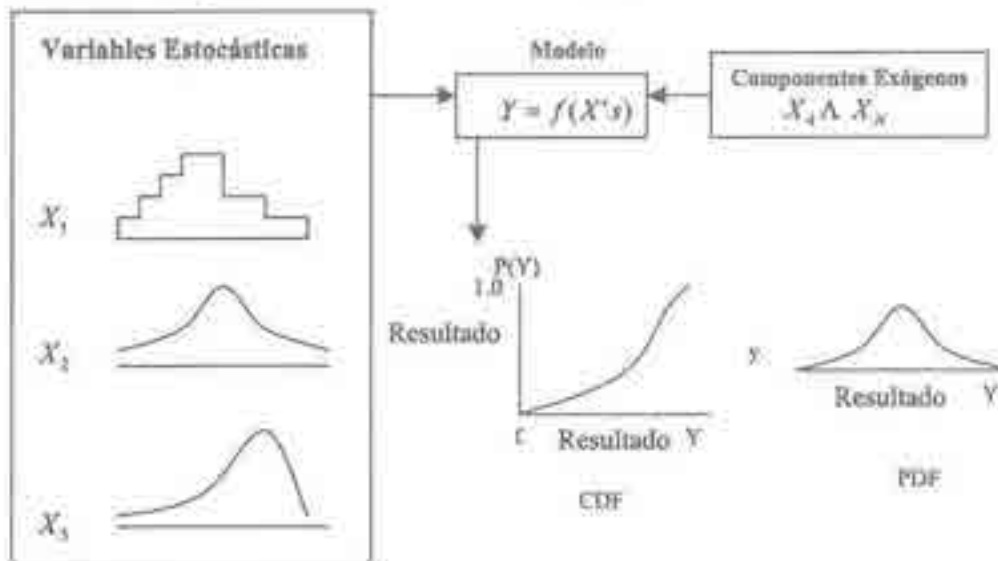
El paso siguiente es suponer unos cambios en la demanda final dado mayores inversiones en los sectores seleccionados de Cartagena. Para este propósito se construirá un escenario de casos con el fin de obtener los resultados de las variaciones porcentuales en la producción sectorial dado cambios en la demanda final. El crecimiento porcentual de la producción del sector i denominaremos como z_i .

3.2 Simulación estocástica

Los resultados del cambio porcentual de la producción agregada nos indican diferentes posibilidades de crecimiento para un horizonte de diez años (crecimiento acumulado). En efecto, lo siguiente es la construcción de una distribución de valores basada en los resultados arrojados por los shocks en la matriz, y por consiguiente simular la variable producción agregada.

Ahora, el objetivo de este aparte es convertir la variable en mención a una variable estocástica, a la cual se le pueda efectuar la simulación. Para este fin se utilizará una distribución empírica no paramétrica debido a que la variable tiene muy pocas observaciones para poder estimar los parámetros de una distribución continua (Law, 2000). La función de los valores dados es discreta, sin embargo, se realiza una interpolación durante la simulación para arrojar una CDF continua. Los parámetros para la construcción de la distribución empírica son los valores arrojados dados los casos mencionados previamente y las probabilidades acumuladas de los valores.

Figura 2.
Esquema de un modelo de simulación estocástico



Fuente: Vose, D., *Risk Analysis: A Quantitative Guide*. New York, John Wiley & Sons, LTD Second Edition.

La variable a simular tiene la siguiente función de distribución empírica⁴⁹:

$$F_n(z) = \frac{1}{n} (\text{número de } z_i \leq z) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(z_i \leq z) \quad (9)$$

⁴⁹ En el Anexo 2 se explica teóricamente la función.

Esta expresión (10) es equivalente a

$$F(z) = E(z, p(z)) \quad (10)$$

Donde z_i es el valor es el crecimiento de la producción y $p(z_i)$ es la probabilidad respectiva.

4. Resultados

Se evalúan cinco casos, teniendo en cuenta cambios en la demanda final de los sectores Químico, Plástico, Hoteles y Restaurantes, y Transporte por agua. Se asume que los cambios en la demanda final de dichos sectores son producto de aumentos en los niveles de inversión. Dado una mayor inversión, y por ende un esperado crecimiento sectorial, se tendrá en cuenta que la demanda final acumulada para los próximos diez años, la cual está compuesta por el consumo intersectorial, el consumo de los hogares y las exportaciones, sea la variable que estimule los aumentos en la producción de cada sector durante dicho periodo.

Como se había mencionado anteriormente, se analizan los shocks en la demanda final y su efecto en la producción sectorial. Adicionalmente, se plantea un escenario de casos en el cual la demanda final de cada sector aumenta a una tasa diferente. El sector químico incluye la producción de petroquímicos básicos, intermedios y finales⁵⁰. Por su parte, el sector plástico comprende el procesamiento de resinas plásticas, transformación de películas, entre otros. A su vez, para efecto de agregación, denominamos como sector turismo al sector de hoteles y restaurantes. Finalmente, el sector de transporte por agua corresponde al movimiento portuario.

⁵⁰ Según la clasificación CIIU a 3 dígitos, el sector es denominado como el sector 351.

Cuadro 2
Escenario de Casos
Cambio porcentual en la demanda final

Sector	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Químico	10	20	5	2,5	30
Plástico	10	10	5	2	15
Turismo	10	20	5	4,5	15
Transporte por Agua	10	5	15	5	25

Fuente: Autores.

El escenario es expuesto en el cuadro 2. Por ejemplo, el Caso 1 muestra un crecimiento acumulado de la demanda final del orden del 10% para cada sector seleccionado durante los próximos diez años. Mientras tanto, en el Caso 5 plantea un crecimiento de la demanda final del 30% para el sector químico, 15% para el sector plástico, 15% para el sector turismo, y 25% para el sector transporte por agua.

Cuadro 3
Resultado de los shocks en la matriz insumo – producto dado
el Escenario de Casos

Escenario	Sectores	Cambio porcentual en la Demanda Final	Cambio en la Producción	Cambio en la Producción Agregada
Caso 1	Químico	10	4,41	0,97
	Plástico	10	1,94	
	Turismo	10	8,79	
	Transporte por Agua	10	5,96	
Caso 2	Químico	20	8,73	1,9
	Plástico	10	3,1	
	Turismo	20	17,58	
	Transporte por Agua	5	5	
Caso 3	Químico	5	2,21	0,5
	Plástico	5	0,98	
	Turismo	5	4,4	
	Transporte por Agua	15	8,77	
Caso 4	Químico	2,5	1,14	0,34
	Plástico	2	0,52	
	Turismo	4,5	3,94	
	Transporte por Agua	5	2,95	
Caso 5	Químico	30	12,83	2,13
	Plástico	15	4,18	
	Turismo	15	13,28	
	Transporte por Agua	25	14,84	

Fuente: Cálculo de los autores.

Los resultados de los *shocks* en la matriz insumo-producto son presentados en la Tabla X. Los crecimientos en la producción de los sectores seleccionados y en la producción agregada son llamativos. El escenario muestra resultados conservadores y sorprendentes a la vez. Mientras el caso 1 supone un crecimiento de la producción agregada del 0,97%, el caso 5 arroja un crecimiento del 2,13%. Bajo un panorama de incertidumbre acerca de la magnitud de los montos de inversión a realizar en los próximos diez años, es necesario efectuar la simulación con el objetivo de estimar las probabilidades de crecimiento. Los valores de crecimiento de la producción agregada y las probabilidades son utilizados para construir la función de distribución empírica. Dichos valores de crecimiento son presentados en la Tabla X.

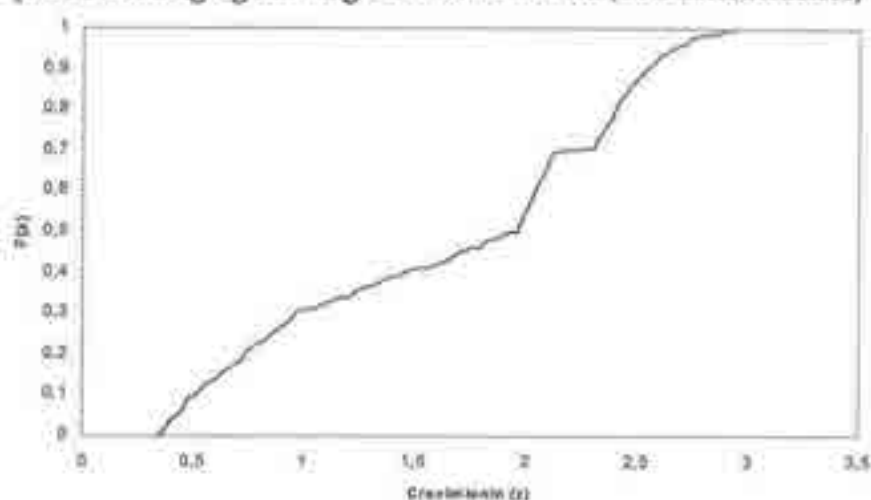
Las estadísticas descriptivas de la simulación con 100 interacciones muestran un crecimiento medio de 1,64% con un crecimiento mínimo del 0,74% y un máximo de 2,94%, entre otras estadísticas. No obstante, la parte clave de esta simulación es mostrada a través de la CDF (Gráfico 1). En ella, son diagramadas las probabilidades acumuladas del crecimiento de la producción agregada luego de la simulación. De hecho, varios análisis interesantes pueden ser efectuados por medio del gráfico.

Cuadro 4
Estadísticas descriptivas de la simulación (100 interacciones)

Variable:	Crec. Producción Agregada
Media	1,64
Desviación Estandar	0,78
Coefficiente de Variación	47,67
Mínimo	0,34
Máximo	2,94

Gráfico 1

Función de Distribución (Probabilidad) Acumulada (CDF) - Crecimiento de la producción agregada luego de la simulación (100 interacciones)*



La probabilidad que la producción agregada crezca entre 1% y 2,5% es dado el crecimiento de la demanda final vía mayores inversiones en los sectores estratégicos es de 0,55 $P(1 \leq z \leq 2,5) = 0,55$. De igual manera, la Tabla X nos indica para el primer valor (1%) que la probabilidad que el crecimiento de la producción agregada sea igual o menor a 1% es de 0,3186. Así mismo, la probabilidad de que el crecimiento de la producción sea menor o igual a 2,3% es de 0,7093. En síntesis, otros ejemplos de crecimiento pueden ser analizados con base en la simulación llegando a la conclusión del impacto positivo de las inversiones.

Cuadro 5

Probabilidad Acumulada: algunos ejemplos

z_1 Valor	1
$P(z \leq z_1)$	0,3186
z_2 Valor	0,5
$P(z \leq z_2)$	0,1040
z_3 Valor	1,5
$P(z \leq z_3)$	0,4172
z_4 Valor	2,3
$P(z \leq z_4)$	0,7093
z_5 Valor	2
$P(z \leq z_5)$	0,5539

Fuente: Cálculo de los autores.

5. Conclusiones

A todas luces los resultados de este ejercicio empírico demuestran la alta rentabilidad que tiene para el país una serie de inversiones en Cartagena. En particular en lo que se refiere a la ampliación del canal de acceso al puerto, por sus efectos positivos en la dinámica del comercio exterior colombiano, y la ampliación de la petroquímica y la construcción de la planta de olefinas, por sus incrementos en los ingresos y en el abaratamiento de los costos de producción industrial. Lo más importante de una eventual ejecución de las inversiones planteadas en el artículo, es que estén enfocadas a la creación de un mercado interno que reproduzca la alta producción industrial de Cartagena en: i) un aumento en la capacidad de ingreso de la población de la ciudad por venta de bienes y servicios a las empresas exportadoras de la ciudad, y ii) la generación de una mayor demanda local que jalone el comercio de las demás ciudades del país.

La cuestión radica entonces en identificar los actores que estarían interesados y en capacidad de conseguir la financiación y llevar a cabo la serie de inversiones. Lo que implica la participación de agentes del nivel nacional y del nivel local. Sin pretender un análisis exhaustivo de la disponibilidad actual de estos actores para acometer las inversiones, preocupa que desde el nivel central de gobierno se priorice la financiación de proyectos más costosos y menos rentables para el país, como el túnel de la Línea. Pero más preocupante aun es la falta de visión de la clase política de la ciudad para gestionar la financiación por parte de agentes públicos y privados de proyectos definitivos en el desarrollo de Cartagena.

Anexo I

Sectores de la Matriz de Utilización de Productos del DANE

1	Café sin tomar en descafeinado
2	Otros productos agrícolas
3	Animales vivos y productos animales
4	Productos de silvicultura y extracción de madera
5	Pescado y otros productos de la pesca
6	Belleza y ligeros: tabaco
7	Petróleo crudo, gas natural y minerales de aceite y turba
8	Minerales metálicos
9	Otros minerales no metálicos
10	Electricidad y gas de ciudad
11	Agua, aire acondicionado, eliminación de desechos y servicios de saneamiento
12	Cereales y granos
13	Aceites, grasas animales y vegetales, aceites y tortas
14	Productos lácteos
15	Productos de molinería y almidones y sus productos
16	Azúcar
17	Café transformado
18	Cacao, chocolate y productos de confitería preparados con azúcar
19	Otros productos alimenticios noq
20	Bebidas
21	Productos de tabaco
22	Etilanol e hidro; tejidos de fibras sintéticas, incluidos artificiales
23	Artículos textiles (excepto prendas de vestir)
24	Tejidos de punto e gaschillo; prendas de vestir
25	Cuero y productos de cuero; calzado
26	Productos de madera, corcho, paja y materiales transformados
27	Pasta de papel, papel y cartón
28	Impresos y artículos análogos
29	Productos de petróleo refinado; combustibles nucleares y productos de hornos de coque
30	Productos químicos básicos y derivados (excepto productos de plástico y caucho)
31	Productos de caucho y gomas sintéticas
32	Vidrio y productos de vidrio y otros productos no metálicos noq
33	Minidos, otros líneas transportables noq
34	Desperdicios y desechos
35	Metalos comunes y productos metálicos elaborados, excepto maquinaria y equipo
36	Maquinaria para usos generales y especiales
37	Otra maquinaria y maquinaria eléctrica
38	Equipo de transporte
39	Trabajos de construcción y construcciones. Edificaciones
40	Trabajos y obras de ingeniería civil
41	Comercio
42	Servicios de reparaciones de automotores y motocicletas, de artículos personales y de metales
43	Servicios de hoteles y restaurantes
44	Servicios de transporte terrestre
45	Servicios de transporte por agua
46	Servicios de transporte aéreo
47	Servicios de transporte complementarios y auxiliares
48	Servicios de correos y telecomunicaciones
49	Servicios de intermediación financiera y servicios conexos
50	Servicios inmobiliarios y alquiler de viviendas
51	Servicios a las empresas, excepto servicios financieros e inmobiliarios
52	Servicios domésticos

Fuente: Matriz de Utilización de Productos del DANE - 2001.

Anexo 2

Función de Distribución Empírica

Definición:

Sea X_1, X_2, \dots, X_n una muestra aleatoria. La función de distribución empírica $S(x)$ es una función de x , el cual es igual a la fracción de X_i s que son menores o iguales que x para cada x , $-\infty < x < \infty$. Por lo tanto, para $k = 1, 2, \dots, n-1$,

$$S(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < X_{(1)} \\ \frac{k}{n} & \text{si } X_{(k)} \leq x \leq X_{(k+1)} \\ 1 & \text{si } x \geq X_{(n)} \end{cases}$$

Anexo 3 Inversiones a realizar en Cartagena en los próximos años

Proyectos	Inversión	Descripción
La ampliación de la refinería y la planta de óxido	US\$ 1.2 mil.	La ampliación de la refinería y la construcción de la planta de óxidos constituyen uno de los proyectos de inversión con mayor rentabilidad del país. En la actualidad se procesan 70.000 barriles diarios en la refinería de Ecopetrol de Cartagena, a ritmo de entre 40 y 60 centavos de dólar por cada barril, produciendo pérdidas significativas. Con la ampliación de la refinería, se pasará a procesar 140.000 barriles por día. El país dejaría de perder y pasaría a ganar entre US\$ 1,80 y US 2,00 por barril de crudo procesado. Además, la ampliación de la refinería permitiría la construcción de la planta de Oxiflex, que aumentaría las ingresos de las exportaciones, al servir las rentas de petróleo crudo que cuesta US\$ 28 barril por manufacturas plásticas que se producen a costa US\$ 400 barril.
Reconstrucción del Canal del Dique	US\$ 50 mill.	El acondicionamiento del Canal del Dique consiste en el diseño y construcción de obras que permitan el control de sedimentos que disminuyen su propia navegabilidad, afianzar el caudal de la bahía de Cartagena y ocasionar daños ambientales en Barril y las islas del Rosario. Los alibores forman de una obra raras representadas en memoria común del transporte marino y Duvial, y el desarrollo del potencial turístico de playas y arrecifes al sur de Cartagena.
El Canal de Acceso a la Bahía		La ampliación del Canal de acceso de la Bahía permitirá la entrada de embarcaciones de calado por-Panama. Dado los costos asociados en el transporte marítimo, la capacidad de adelantar operaciones portuarias con este tipo de barcos, significaría reducciones del 20% en los fletes del comercio internacional de Colombia.

La adquisición de la infraestructura portuaria		
Los Juegos Centroamericanos y del Caribe	\$ 207.000 mill	Realización de la XX versión de los juegos en el 2006. Las autoridades de Cartagena esperan generar 72.625 nuevos empleos por la inversión y actividades relacionadas con la realización del evento deportivo. De paso los Juegos contribuirían a promocionar la ciudad, y a adosar mucha de su infraestructura deportiva, vial y turística.
El corredor de carga		Este proyecto consiste en la construcción y ampliación de una serie de carreteras que permitan la entrada y salida de automotores de carga pesada al puerto de Cartagena desde las grandes arterias viales de Colombia.
La Vía Petrolera		La vía petrolera es una carretera que conectará la Ciénaga de la Virgen, reconectará el mismo polideportivo con la denominada Villa Olímpica que alojará a los cerca de 18 mil deportistas que llegarán a Cartagena para participar en los Juegos del Caribe.
Sistema de Transporte Masivo para Cartagena (Transtranibe)	\$ 170.000 mill	Transtranibe es un Proyecto de transporte masivo de pasajeros para Cartagena. En su primera etapa recorrerá la avenida Pólar de Heredia, una de las principales arterias de Cartagena y con ella se beneficiarán el 70 por ciento de los cartageneros.

Bibliografía

Acosta, F. Competitividad Tributaria de Cartagena. Cámara de Comercio. Cartagena de Indias D. T. y C., Enero de 2003.

ANDI. Encuesta de Opinión Industrial Conjunta -EOIC, Centro de Estudios Económicos, septiembre de 2003.

Báez J., y H. Calvo, La economía de Cartagena en la segunda mitad del siglo XX: diversificación y rezago. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Seccional del Caribe, Departamento de Investigaciones. Documento No. 5. Cartagena, 1999.

Bernstein, P.L. Against the Gods: The Remarkable Story of Risk. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1996.

@Risk.: Advanced Risk Analysis for Spreadsheets. Newfield, NY: Palisade Corporation, 2000.

Bonnet M, J. "La matriz insumo-producto del Caribe colombiano", Documento de Trabajo No. 15. Centro de Estudios Económicos Regionales, Banco de la República – Sucursal Cartagena, Mayo de 2000.

- Clemen, R.T. and T. Reilly. Making Hard Decisions: With Decision Tools. Pacific Grove, CA: Duxbury, 2001.
- DANE. Cuentas Regionales, 2001. Bogotá, 2002.
- DANE. Encuesta Anual Manufacturera, 1985 – 2002. Bogotá, 2003.
- Feldman, R. and C. Valdez-Flores. Applied Probability and Stochastic Process. Boston: PWS Publishing Company, 1996.
- Galvis, L. "El crecimiento económico en las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973 – 1998." En Meisel, A. Regiones, ciudades y crecimiento económico en Colombia. Banco de la República. Bogotá, 2001.
- Guerra, F. Mercado y Desintegración Social. Fondo de Publicaciones de la Universidad del Atlántico. Cartagena, 2000.
- Inman, R.L., J.M. Davenport, and D.K. Zeigler. "Latin Hypercube Sampling (a Program User's Guide)." Technical Report SAND 79-1473, Sandia Laboratories, Albuquerque, 1980.
- Jones, G.T. Simulation and Business Decisions. Middlesex, England: Penguin Books Ltd., 1972.
- Klose, S.L. "A Decision Support for Agricultural Producers." Texas A&M University,
- Law, A.M. and W.D. Kelton. Simulation Modeling and Analysis, Third Edition. New York: McGraw-Hill, Inc., 2000.
- Lou Smyrlis. Size matters. In Canadian Transportation & Logistic Magazine. October 2002
- Pouliquen, L.Y. Risk Analysis in Project Analysis. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1970.
- Pulido, A. y E. Fontanela. Análisis input-output: modelos, datos y aplicaciones, Ediciones Pirámide, S.A., Madrid, 1993.
- Reutlinger, S. Techniques for Project Appraisal Under Uncertainty. Baltimore: The

Johns Hopkins Press, 1970.

Revista Dinero. Edición No. 192 – Noviembre 20, 2003.

Richardson, J.W. and H.P. Mapp, Jr. "Use of Probabilistic Cash Flows in Analyzing Investment Under Conditions of Risk and Uncertainty." Southern Journal Agric. Econ. Dec. 1976.

Segovia, R. "Hacia un modelo para la industrialización de la Costa Caribe" en El Rezago de la Costa Caribe colombiana. Banco de la República, FUNDESAROLLO, Universidad del Norte y Universidad Jorge Tadeo Lozano – Seccional del Caribe, 1999.

Shafer, W. "Regional Impact Models", Georgia Institute of Technology Press, July 1999.

Urueta, P. Cartagena y sus cercanías. Tipografía de Vapor Mogollón, 1912.

Vose, D. Risk Analysis: A Quantitative Guide. New York: John Wiley & Sons, Ltd. Second Edition, 2000.