

Metodología para la evaluación de escenarios económicos a través del Sistema Mapa Industrial de Venezuela*

Julie Vera, Nelevis Báez y Rodolfo Rangel

Proyecto Mapa Industrial de Venezuela

Fundación CENDITEL

Mérida, Venezuela.

jvera@cenditel.gob.ve, nbaz@kenditel.gob.ve, rrangel@cenditel.gob.ve,

Resumen—En una primera instancia, se fundamentará el desarrollo de una metodología para la evaluación de escenarios económicos a través del Sistema Mapa Industrial de Venezuela, como una guía para la apropiación de la herramienta tecnológica. Luego, se describirán los procesos que podrían llevar a cabo los usuarios para aprovechar al máximo la información que se podrá modelar mediante el MIV, explicando el Modelo Económico del Sector Industrial que se puede visualizar a través del sistema. Y finalmente, se expondrá la formulación matemática de dicho modelo y las consideraciones finales para considerar dicha propuesta metodológica como un mecanismo importante para realizar estudios y diseñar políticas dirigidas al sector industrial.

Palabras Clave: Cadenas Productivas; Metodología para la Evaluación de Escenarios Económicos; Modelo Económico del Sector Industrial.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, Venezuela se encuentra frente a una guerra económica llevada a cabo por las pocas empresas que aún mantienen el poder económico. Empresas que producen, importan, comercializan y distribuyen bienes y servicios a toda la población venezolana, las cuales disfrutaron de una política de distribución de la renta petrolera poco equilibrada, por parte de los gobiernos de la llamada “*democracia representativa*” que fomentaron una industria débil y dependiente del extranjero en lo que respecta a los insumos y a la tecnología.

La realidad que nos embarga actualmente da cuenta de una industria débil que requiere importar bienes intermedios y tecnología para poder producir y así, hacer frente al incremento de la demanda por parte de la población. Adicionalmente, los datos ofrecidos por el Banco Central de Venezuela (BCV) muestran cómo en el 2012 las importaciones de bienes y servicios crecieron un 26,8%, mientras que la producción bruta manufacturera ha perdido participación como componente del Producto Interno Bruto (PIB) al representar para el año 2013 sólo el 13,9% del mismo, si se compara con el 19,8% del año 1995. Esto, aunado a otros indicadores nos da cuenta que la producción nacional no ha crecido en la misma proporción que los niveles de consumo de la sociedad venezolana.

Bajo este contexto, la Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), mediante el Proyecto (enmarcado en el Plan Operativo Anual 2013) Mapa Industrial de Venezuela (MIV) pretende proporcionar a la Administración Pública, una herramienta que permite la generación de conocimiento acerca de la estructura industrial del país, con miras a convertirse en un observatorio, en donde se visualice el flujo de bienes que se importan y se producen hasta que estos llegan a manos del consumidor final.

Dentro de este marco, el MIV se alimenta de tres (3) fuentes de información. En primer lugar, el Sistema Integral de Gestión de Industrias y el Comercio¹ (SIGESIC), un registro de la actividad económica de las empresas instaladas en el país, en donde no sólo deben suministrar información de carácter legal como: Razón social, tipo de organización, accionistas, tipo de propiedad, etc.; sino también datos acerca de la producción anual, los insumos requeridos, la capacidad instalada, la mano de obra empleada, entre otros datos.

En segundo lugar, el MIV también se nutre de la Matriz Insumo-Producto (MIP), una tabla de doble entrada (por un lado la oferta y por el otro la demanda), donde se refleja el consumo intermedio (de origen nacional o externo) realizado por una unidad económica, además de sistematizar el valor agregado generado por cada una de las actividades económicas (esto de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)). Por último, el MIV cuenta con la información aportada por la Encuesta Industrial, realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2006.

Ahora bien, como parte del proyecto MIV, durante el año 2013 se diseñó una metodología de evaluación de escenarios para la toma de decisiones políticas a nivel nacional, utilizando las bases de datos del sistema SIGESIC. De tal manera que, en el presente artículo se dará a conocer la descripción teórica del modelo económico del sector industrial, construido bajo el enfoque de las Cadenas Productivas y a posteriori, la metodología diseña para el análisis de dicho modelo a través del MIV.

1 Sistema de registro de Unidades Económicas desarrollado en el año 2009, por la Fundación CENDITEL.

II. FUNDAMENTACIÓN

Gran parte de las políticas implementadas por el gobierno nacional generan efectos contrarios a los esperados, o profundizan aún más los problemas, esto debido a la falta de estudios previos y de conocimiento de la estructura industrial actual que permitan el diseño de políticas públicas eficientes. Es así como, una *metodología de apoyo al usuario del sistema MIV para la evaluación de escenarios de toma de decisiones políticas a nivel nacional*, utilizando las bases de datos del sistema SIGESIC, se considera *idónea para la apropiación de la herramienta por parte de actores estratégicos* como: Representantes del Ministerio del Poder Popular para Industrias (MPPI), entre otros.

En la actualidad, el Gobierno cumple dos funciones estratégicas como lo son: Regular y promover la producción nacional de bienes. Siendo de vital importancia contar con herramientas que le permitan generar información necesaria para el diseño de políticas públicas dentro del sector industrial, como por ejemplo: La valoración del impacto de una política, medir el comportamiento de las cadenas productivas o de una industria en particular a través de una serie de indicadores, etc.

Por otro lado, en el Segundo Plan Socialista de la Nación 2013-2019, donde se presentan los lineamientos a seguir para el desarrollo económico y social en Venezuela y a su vez los objetivos que se quieren alcanzar para ello, se plantea el objetivo estratégico número 2.1.2 “Expandir e integrar las cadenas productivas orientándolas hacia la satisfacción de las necesidades sociales en camino a la construcción del socialismo” (p. 50). Razón por la cual, para alcanzar dicho objetivo se debe contar con un aparato industrial sólido, independiente que cuente con la oferta de insumos necesarios para hacer frente a la producción de bienes finales que la población venezolana requiere.

En este sentido, para incentivar el uso del sistema MIV como herramienta llamada a “expandir e integrar las cadenas productivas (...)”, se diseñó una metodología de evaluación de escenarios, utilizando los datos registrados por parte de las empresas en el SIGESIC. La importancia de esta metodología radica en aprovechar al máximo toda la información que contiene el SIGESIC, en cuanto a las industrias y a las cadenas productivas. Dicha información permitirá evaluar escenarios reales, para así conocer el comportamiento de las distintas variables de dichas cadenas e industrias.

Adicionalmente, el desarrollo de la metodología de evaluación de escenarios, proporciona la descripción del modelo de la industria, bajo el enfoque de las cadenas productivas. Y así como también, varios procesos para que el analista de la Administración Pública Nacional, que vaya a usar el MIV, posea una guía para evaluar escenarios y diseñar planes que promuevan la producción sustentable y sostenida de las industrias estratégicas de la nación, garantizando la soberanía alimentaria y el acceso a diferentes productos por parte de la población venezolana.

III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE ESCENARIOS ECONÓMICOS EN EL SISTEMA MIV.

A continuación, se procede a describir la metodología diseñada para el manejo de escenarios, utilizando la información aportada por el SIGESIC y por la MIP.

Esta metodología está dirigida a los analistas encargados de la formulación de políticas públicas enfocadas al sector industrial. Específicamente, personal del Ministerio del Poder Popular de las Industria y de los entes adscritos a las Gobernaciones relacionadas al área de industria. En este sentido, se exponen a continuación seis procesos de la metodología planteada:

A. Identificación y descripción del área de estudio

El objetivo de este proceso es identificar y describir la raíz de la cadena productiva, es decir, el producto o la unidad económica específica que se quiere estudiar (si se realiza el estudio por medio de los datos registrados en el SIGESIC) o por actividad económica (en caso de emplear, la información disponible en la MIP). En la descripción del área de estudio, se deberían definir los principales actores involucrados, centrándose en los productores de los bienes intermedios y finales y distinguiendo entre empresas públicas y privadas. En otras palabras, en este proceso se realiza una narrativa del sector industrial en estudio, sus debilidades, potencialidades, así como cuantificar la demanda y oferta de los bienes intermedios y finales.

Para llevar a cabo este proceso, se debe definir y dar respuesta a:

- Actividad económica a estudiar (de acuerdo a la clasificación CIIU).
- Unidad económica (sólo si se utiliza el SIGESIC como fuente de información) o producto objeto de estudio.
- ¿Cuántas empresas nacionales están dedicadas a la producción del bien seleccionado?. ¿Cuáles son?
- Ubicación Geográfica de las unidades económicas.
- Monto importado del producto objeto de estudio, durante los últimos años.
- ¿Existe presencia de monopolios y oligopolios?.

Estos puntos, entre muchos otros, permitirán en primera instancia delimitar el área de estudio así como establecer los supuestos del modelo. Y en segunda instancia, aportarán datos básicos para el segundo proceso como lo es la conceptualización del problema. Por lo que el principal insumo para dar respuestas a estas interrogantes es el SIGESIC.

Es importante entender que el SIGESIC, es un registro de empresas dedicadas a la producción y comercialización de bienes intermedios y finales (siendo el primero de ellos, los insumos empleados por una empresa para llevar a cabo su proceso productivo, mientras que el bien final es aquel que está dirigido a satisfacer una necesidad del consumidor final). Este sistema está conformado por 14 sub-módulos, en donde se levanta información acerca de su estatus legal, ubicación (planta, sede administrativa, sucursales), el tipo de bien producido (clasificado por código arancelario), el nivel de

producción, la capacidad utilizada y la capacidad máxima de producción, insumos requeridos, así como el precio y origen de estos.

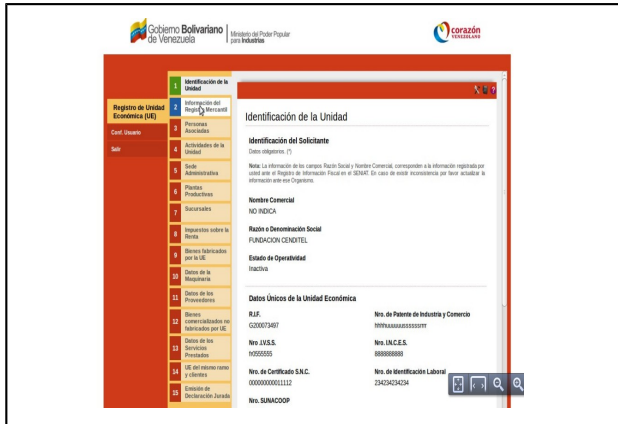


Fig. 1. Módulos del SIGESIC

B. Conceptualización del Problema

Al haber descrito la situación actual del área de estudio y por ende, al haber identificado los problemas existentes en el sector, es necesario realizar una descripción y delimitación de la situación problemática actual. Los elementos necesarios a incluir en este proceso son:

- Descripción del problema.
- Identificación de las causas del problema.
- Especificación de los efectos o consecuencias de la situación actual.

Esta conceptualización es importante que se defina de manera clara y concisa, debido a que esto permitirá formular políticas públicas idóneas, que permitan resolver el problemas desde la raíz, logrando así los objetivos deseados y disminuyendo los efectos colaterales.

C. Construcción de la Cadena Productiva

Este proceso lo lleva a cabo el sistema MIV, empleando dos fuentes de información el SIGESIC y la MIP. El sistema modela una unidad económica o una actividad económica específica, bajo el enfoque de las cadenas productivas. Para ello, el sistema crea vínculos entre cada uno de los eslabones, bajo la condición de que tengan preestablecida una relación comercial, por medio del suministro de insumos.

Al modelar un sector bajo las cadenas productivas, nos referimos a la forma de representar todos lo procesos asociados a la producción de un bien final, en el que se incluyen los insumos, el financiamiento, la tecnología, la distribución y comercialización. Onudi lo define como: “un conjunto estructurado de procesos de producción que tiene en común un mismo mercado y en el que las características tecnoproductivas de cada eslabón afectan la eficiencia productiva de la producción en su conjunto” (Citado por Izasa, 2006, p. 10).

El enfoque bajo el cual se construyen las cadenas productivas es desde el lado de la oferta, lo que permite identificar el potencial del mercado, así como conocer la estructura de costos de cada uno de los procesos o actividades desarrolladas para llevar un producto hasta el consumidor final. Básicamente las cadenas productivas muestran la oferta de insumos requeridos por cada uno de los procesos productivos y demás servicios requeridos como: publicidad, transporte, almacenamiento, entre otros.

Este tipo de modelos permite realizar previsiones acerca de una caída en la producción de un bien intermedio, o una variación en el precio de uno de los bienes que son insumos de una determinada unidad económica.

Ahora bien, como se mencionó con anterioridad el modelo se construye de dos formas: En la primera de ellas, se modela tomando como raíz la unidad económica y el bien producido por éstas, creando las interrelaciones hasta llegan al insumo base. Utiliza para ello, los datos registrados en el SIGESIC.

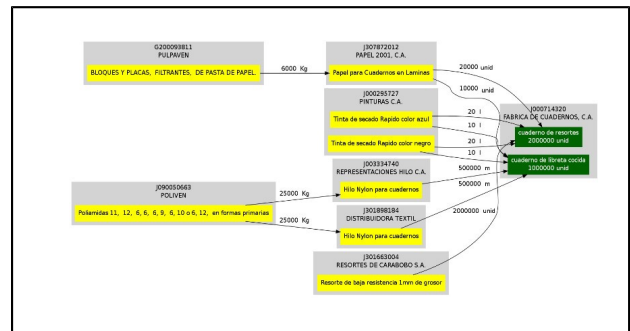


Fig. 2. Modelo bajo el enfoque de las cadenas productivas, empleando datos del SIGESIC

Mientras que al modelar por medio de la información presentada en la MIP del año 1997, se toma en cuenta la actividad económica y las interrelaciones existentes con el resto de las actividades (Tomando como referencia el CIIU).

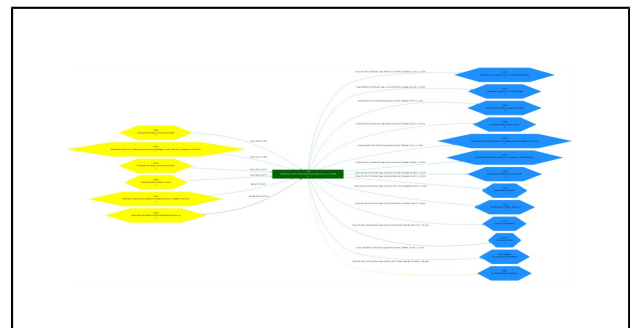


Fig. 3. Modelo bajo el enfoque de las cadenas productivas, empleando información de la MIP 1997.

Por otro lado, los supuesto empleados para la construcción del modelo por parte del sistema son:

- La información de los insumos, está sujeta al registro realizado por las empresas en el SIGESIC. Asumiendo entonces, la confiabilidad de los datos (aún no se ha realizado un proceso de validación al registro realizado por las empresas).
- Sólo se cuenta con información del año 2011. No existen datos históricos.
- No se cuenta con información acerca de los costos fijos, ni de los servicios públicos, ni del gasto realizado en sueldos y salarios.

Además, dentro de la cadena productiva se pueden visualizar dos tipos de agentes: El primero, es el proveedor de insumos (ya sea porque es el productor o importador) requeridos por las unidades económicas y el segundo, el productor de un bien final. El número de agentes, dependerá de las unidades económicas que conforman la cadena productiva.

Actualmente, las cadenas productivas sólo reflejan el proceso de producción de bien (bien sea intermedios o finales) de cada una de las unidades productivas, no se modela la fase de distribución, comercialización (al mayor o detal) de los bienes. Existiendo entonces, sólo dos tipos de agentes, tal y como se mencionó.

D. Formulación de las políticas y escenarios a evaluar:

Este proceso consiste en construir los escenarios que serán evaluados, utilizando para ello el sistema construido en CENDITEL y que consta de dos módulos: producción y precios. Al momento de formular los escenarios se debe tener en cuenta la situación actual del objeto de estudio, así como indicadores de tipo macroeconómico como las expectativas de crecimiento, el tipo de cambio, entre otras, así como las reglas de decisión de los agentes involucrados.

El insumo principal para la formulación de los escenarios es el modelo construido por el Sistema MIV, bajo el enfoque de las cadenas productivas. Específicamente, el usuario debe seleccionar el o los eslabones cuya producción o precio sufrirán una variación, de manera que el sistema realice las estimaciones correspondiente para calcular el efecto que tienen estas a lo largo de la cadena productiva, hasta que llegue al bien final.

E. Evaluación y análisis de los escenarios:

Respecto a los métodos existentes para la evaluación de escenarios Corredor (1984) describe cinco formas de realizar predicciones: “a) por observación directa, b) por probabilidad, c) por correlación y regresión, d) por inferencia estadística, e) por acciones simuladas” (p. 116). En esta primera etapa desarrollada por CENDITEL, se utiliza un modelo tendencial donde el principal supuesto es el carácter constante que tiene el sistema y las relaciones preexistentes entre las unidades económicas. Por lo que la formulación matemática para estimar los efectos sobre la producción y precios son *lineales* y de acuerdo a las relaciones de insumo producto preexistentes.

Ahora bien, este proceso se lleva a cabo, por medio del sistema de simulación y manejo de escenarios que como se explico en el apartado anterior, hasta los momentos el sistema

cuenta con dos módulos el de producción y el de precios, en los que se cuantifica el efecto que tiene en cada uno de los eslabones de la cadena una disminución en la producción de un bien intermedio o una variación en el precio de uno o más de los insumos (para el caso de los bienes importados, se habla de una devaluación en el tipo de cambio).

- **Módulo Producción:** Como se mencionó con anterioridad, este módulo permite evaluar escenarios en lo que respecta a cuantificar el impacto que tiene sobre la producción del bien final i-ésimo una variación en la producción del insumo j-ésimo (específicamente una disminución). Donde la variable sujeta a cambio es el nivel de producción de los insumos seleccionados por el usuario.
- **Módulo Precios:** En este módulo se pretende cuantificar el impacto que tiene la variación del precio de un conjunto de insumos a lo largo de la cadena y así como también, cómo éste afecta al producto final i-ésimo. Al trabajar sobre un modelo, bajo el enfoque de las cadenas productivas se puede visualizar la estructura de costos de cada uno de los insumos y del bien final i-ésimo, separando el gasto realizado en insumos y el resto (compuesto principalmente por costos fijos, impuestos, inversión, beneficioso, capital trabajo, etc). La variable sujeta a cambio, es el precio al que las unidades económicas adquieren sus insumos.

IV. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO DE CADENAS PRODUCTIVAS:

En este apartado, se dan a conocer las formulaciones matemáticas de los niveles de producción de los encadenamientos existentes entre proveedores y fabricantes, presentadas en el MIV a partir de la fuente de información SIGESIC. Esto forma parte de la acción específica: “Diseño e implementación de un sistema para la simulación y manejo de escenarios en función de la ejecución de una política industrial” y en consecuencia del desarrollo conceptual de este proyecto a través de la acción específica: “Diseñar una metodología de evaluación de escenarios para la toma de decisiones políticas a nivel nacional utilizando las bases de datos del sistema SIGESIC”.

Como antecedentes de este estudio se encuentran los artículos de Domingo, C., Ramírez, V., Velásquez, A., y Zavarce, H. (2006) y Cockshott, P. (1990), quienes presentan algoritmos para la evaluación de un plan de producción a partir de información empresarial, y en el documento de Báez y Rangel (2012) se desarrolló un caso numérico a partir de la fuente de información de SIGESIC en un encadenamiento hacia atrás.

1. Descripción del encadenamiento hacia atrás.

A continuación, se mostrará cómo se determina el cálculo de las cantidades consumidas de un insumo otorgado por un proveedor en la elaboración de un producto.

Supongamos para ello que, existen U unidades económicas y la u -ésima unidad tiene un conjunto de P_u Plantas con $u=1,2,\dots,U$. Por otro lado, vemos que dentro de la u -ésima Unidad económica existe la k -ésima Planta con $k_u=1,2,\dots,P_u$. Las plantas pueden ser proveedoras o fabricantes. Cada k -ésima Planta (con $k=1,2,\dots,P_u$) produce un Total de M_{ku} productos en el t -ésimo periodo para un total de T periodos y tienen L_{ku} proveedores que le suministran un total de I_{ku} insumos. Esto implica que la información que presenta cada unidad económica está referida a los diferentes productos que elabora, los insumos que compra, a quién se los compra y cuánto utiliza de cada insumo en la elaboración de un producto en cada planta productiva.

El coeficiente técnico de producción C_{ijkut} es, la cantidad unitaria del i -ésimo insumo utilizada por unidad producida del j -ésimo producto realizado por la k -ésima planta de la u -ésima Unidad Económica en el año t

con

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, I_{ku} \\ j &= 1, 2, \dots, M_{ku} \\ k &= 1, 2, \dots, P_u \\ u &= 1, 2, \dots, U \\ t &= 1, 2, \dots, T \end{aligned}$$

Donde:

I_{ku} : Número de Insumos que utiliza la planta k de la unidad económica u

M_{ku} : Número de Productos que fábrica la planta k de la unidad económica u

P_u : Número de Plantas de la u -ésima unidad

U : Total de unidades económicas o empresas existentes

T : Total de períodos en estudio

Mientras que, Y_{jkut} es la cantidad producida del j -ésimo producto realizado por la k -ésima planta de la u -ésima unidad para el año t

La Cantidad del i -ésimo insumo comprado por u -ésima unidad económica utilizado en la k -ésima planta para el año t , I_{ikut} se calcula de la siguiente manera

$$I_{ikut} = \sum_{l=1}^{L_{ikut}} I_{ikult} \quad (1)$$

Donde:

I_{ikult} : Cantidad del i -ésimo insumo comprado para la k -ésima planta de la u -ésima Unidad Económica al l -ésimo proveedor en el año t

L_{ikut} : Número de proveedores del i -ésimo insumo comprado por la u -ésima unidad y utilizado en la k -ésima planta en el año t

Por otro lado, Proporción del i -ésimo insumo utilizado en la k -ésima planta de la u -ésima unidad comprada al l -ésimo proveedor para el año t . π_{ikult} Se estima así:

$$\pi_{ikult} = \frac{I_{ikult}}{I_{ikut}} \quad (2)$$

Donde,

$$\sum_{l=1}^{L_{ikut}} \pi_{ikult} = 1 \quad (3)$$

Del mismo modo, se estiman los valores en los arcos de las cadenas, como por ejemplo la cantidad de insumo empleado en la producción total de un producto.

$$I_{ijkult} = C_{ijkut} Y_{jkut} \pi_{ikult} \quad (4)$$

I_{ijkult} : Cantidad del i -ésimo insumo utilizada en el j -ésimo producto, comprado para la k -ésima planta de la u -ésima unidad económica al l -ésimo proveedor para el año t .

Ahora bien, debido a que una Unidad Económica indica los artículos del proveedor con una descripción del insumo que puede ser diferente a la descripción que otorga el proveedor, se pueden generar inconsistencias en ambas descripciones. Es así como, se utiliza el código arancelario para tener una descripción única entre el fabricante y el proveedor. Sin embargo, pueden existir casos en los cuales el proveedor suministra varios artículos que son descritos en un mismo código arancelario.

Para esos casos, se indica que el fabricante compra proporciones de artículos según los niveles de producción del proveedor. Esto produce un cambio en los valores de los arcos de compras de insumo, ya que el mismo se subdivide en todos los productos que elabora el fabricante que ingresan por el código arancelario indicado. Así, los valores se representan de la siguiente manera:

$$I_{ijkulthd} = c_{ijk} Y_{jkut} \pi_{ikult} \rho_{lhd} \quad (5)$$

Donde:

$I_{ijkulthd}$: Cantidad del i-ésimo insumo utilizada en el j-ésimo producto, comprado para la k-ésima planta por la u-ésima unidad económica al l-ésimo proveedor para el año t que proviene de la h-ésima planta del proveedor y va al d-ésimo insumo del proveedor que coincide en código arancelario con el i-ésimo insumo

ρ_{lhd} : Proporción del h-ésimo insumo de la planta d-ésima del l-ésimo proveedor del i-ésimo insumo descrito por el fabricante que coincide con el código arancelario del h-ésimo insumo proveedor.

Debe cumplirse:

$$\sum_{h=1}^{H_i} \sum_{d=1}^{D_i} \rho_{lhd} = 1 \quad (6)$$

Donde,

H_i : es el número de insumos del l-ésimo proveedor que coinciden en código arancelario con el i-ésimo insumo de la planta fabricante.

D_i : es el número Plantas del l-ésimo proveedor que producen el código arancelario del i-ésimo insumo.

Supuestos:

- Cada fábrica compra un conjunto de insumos y para un mismo insumo pueden existir diferentes proveedores, donde cada proveedor puede otorgar uno o varios insumos.
- Los proveedores pueden otorgar diferentes proporciones de un mismo insumo, por ende se supone que si un producto fabricado utiliza un insumo, lo utiliza en las proporciones que la fábrica indique que ha comprado a los proveedores. Este supuesto determina que si un producto por ejemplo pantalón, utiliza un insumo como tela para pantalón y la fábrica señala que tiene 2 proveedores de ese insumo, Proveedor A y Proveedor B con porcentajes de ventas de 40% y 60%, entonces la producción de los pantalones se forma en 40% con tela del proveedor A y en 60% con tela del proveedor B. De tal manera que, si existe otro artículo que utiliza esta tela para pantalón se determina que también su uso corresponde a las mismas proporciones.

- Para una fábrica, en los casos donde existe un insumo que es otorgado por varios proveedores y que está dirigido hacia diferentes productos, las cantidades consumidas del insumo dependen de las cantidades unitarias del mismo por producto, de las cantidades de producción y de los porcentajes de compras. Aparte, si el proveedor indica que elabora el insumo identificado por un código arancelario se indicará que la fábrica consume dichos insumos, según las proporciones de los niveles de producción del proveedor.

Existen cinco casos para estimar el incremento de la producción efecto hacia atrás:

Variación simple

Bajo el supuesto de que permanecen constantes los valores de los coeficientes técnicos de producción c_{ijk} y las proporciones de compras de cada proveedor, que existe un nivel infinito de la capacidad instalada para un incremento de la producción y igualmente para lograr incrementar el talento humano y otros insumos referentes a combustibles o recursos de energía necesarios para incrementar la producción. Entonces las variaciones en los incrementos un nivel atrás de los insumos de cada proveedor, dado una variación de la producción $\Delta Y_{jkut} > 0$, se supone que son lineales y vienen dadas por:

$$\Delta I_{ijkulthd} = c_{ijk} \Delta Y_{jkut} \pi_{ikult} \rho_{lhd} \quad (7)$$

Donde

$\Delta I_{ijkulthd}$: cambio en el consumo del insumo i-ésimo dado por un incremento en ΔY_{jkut}

Incremento de la producción efecto hacia atrás, restringido a la capacidad de producción.

A partir de la ecuación anterior otorgada para $\Delta I_{ijkulthd}$, supongamos que el l-ésimo proveedor en su d-ésima planta se encuentra en una capacidad utilizada de $(\alpha_{lhd})100\%$ donde $0 < \alpha_{lhd} \leq 1$ en este caso supongamos que la capacidad que puede incrementar viene dada por $(1 - \alpha_{lhd})100\%$. Por otro lado, la producción del total de los insumos otorgados por el proveedor y que se encuentra relacionada con el i-ésimo insumo necesario por la planta, se denota como:

TPP_{lid} : Total Producción del i-ésimo insumo del l-ésimo Proveedor en su d-ésima Planta

$$TPP_{lid} = \sum_{h=1}^{H_i} TPP_{lihd} \quad (8)$$

Donde:

H_i : es el número de insumos del i-ésimo proveedor que coinciden en código arancelario con el i-ésimo insumo de la planta fabricante.

TPP_{lihd} : Total Producción del h-ésimo insumo del i-ésimo Proveedor en su d-ésima Planta que coincide con el código arancelario i-ésimo

Así, la capacidad máxima de incremento de la producción para el i-ésimo proveedor para abastecer el insumo i-ésimo en su d-ésima planta:

$$(1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd} \quad (9)$$

Y por último, el Incremento Restringido por la capacidad de producción:

$$\Delta IR_{ijkulthd} = \text{Min}[\Delta I_{ijkulthd}; (1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd}] \quad (10)$$

Niveles directos o indirectos

Al realizar un incremento en los niveles de producción de un fabricante este se encontrara en un nivel cero, éste genera una solicitud de insumos en un primer nivel, luego su proveedor generara su propia solicitud de insumos, la cual llamaremos de segundo nivel, y así sucesivamente cada proveedor que se encuentra atrás generará una demanda de insumos que se encontraran a o niveles del nivel donde se inicia el incremento.

$$\text{Min}[\Delta I_{ijkulthd} * \lambda_{ijkulthd}; (1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd} * \lambda_{ijkulthd}] \quad (11)$$

Distribución de las $\Delta IRD_{ijkulthd}$ solicitudes de insumo del proveedor

Cuando un proveedor recibe de sus clientes diversas solicitudes por incrementos de la producción, distribuye las posibles producciones de insumos: Comenzando por las que son solicitadas encontrándose el proveedor un nivel atrás, luego en las que el mismo se encuentra un segundo nivel atrás y así sucesivamente, hasta que abarque su capacidad total de producción o no se necesiten más insumos de los que el proveedor produce. Por ende, cuando un fabricante incrementa su producción no sólo no podrá ser completamente abastecido por el proveedor debido a la restricción de su capacidad de producción sino también, porque su solicitud debe distribuirse en los que se encuentran en su mismo nivel de encadenamiento.

De esta manera, las capacidades de incremento de la producción disminuyen de acuerdo a cuanto es consumido en un nivel 0, 1, 2 y así sucesivamente.

$$\alpha_{lhd1} \geq \alpha_{lhd2} \geq \dots \geq \alpha_{lhd\ldots} \quad (12)$$

Donde α_{lhd} es la capacidad de producción que existe para cumplir las solicitudes de insumos de o-ésimo nivel. Dicha capacidad de producción disminuye en la medida en que se van abasteciendo los niveles mayores que "o".

Por otro lado, se supone que la capacidad de distribución del proveedor para una fábrica en particular depende de cuanta demanda recibe de todas las fábricas que utilizan el insumo. Por ello, para fábricas que se encuentren en un mismo Nivel, el total de incremento para un proveedor viene dado por:

$$\sum_{u=1}^U \Delta I_{ijkulthd} = \sum_{u=1}^U c_{ijkul} \Delta Y_{jkul} \pi_{ikult} \rho_{lhd} \quad (13)$$

La proporción que puede otorgar el proveedor de producción del insumo d-ésimo que se presenta como:

$$\lambda_{ijkulthd} = \frac{\Delta I_{ijkulthd}}{\sum_{u=1}^U \Delta I_{ijkulthd}} = \frac{c_{ijkul} \Delta Y_{jkul} \pi_{ikult} \rho_{lhd}}{\sum_{u=1}^U c_{ijkul} \Delta Y_{jkul} \pi_{ikult} \rho_{lhd}} \quad (14)$$

La ecuación del incremento restringido por la capacidad de producción ahora se le agrega el valor de $\lambda_{ijkulthd}$ y se genera el Incremento Restringido por la capacidad de producción, distribuido según la demanda de insumos de todos los fabricantes del o-ésimo nivel:

Caso en que el proveedor no puede abastecer la demanda de insumos.

En los casos en que las cantidades demandadas por las fábricas no pueden ser abastecidas por el proveedor que tiene una relación ya existente con el fabricante, se genera una cantidad de insumo que puede ser abastecida por otros proveedores que coincidan en la producción de ese insumo, según produzcan el mismo código arancelario del insumo. Este caso se presenta cuando:

$$\Delta IRD_{ijkulthd} = \text{Mínimo}[\Delta I_{ijkulthd} * \lambda_{ijkulthd}; (1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd} * \lambda_{ijkulthd}] \quad (15)$$

$$\Delta IRD_{ijkulthd} = (1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd} * \lambda_{ijkulthd} \quad (16)$$

Es así como, se genera una cantidad de $[\Delta I_{ijkulthd} * \lambda_{ijkulthd} - (1 - \alpha_{lhd}) * TPP_{lihd} * \lambda_{ijkulthd}]$ que no puede ser abastecida por el i-ésimo proveedor. En ese caso si existen fábricas del i-ésimo insumo que pueden satisfacer la demanda, se seleccionan como proveedoras propuestas para la fabricación del mismo y su variación de fabricación de insumo es similar a la de una proveedora existente. Dicha proveedora

se encuentra relacionada de acuerdo a su capacidad de producción y su distribución de demanda de insumos por otras fábricas, así como su suministro de insumos tomando como prioridad los niveles de encadenamiento. En el caso en que no existan dichas fábricas o las mismas ya han alcanzado su máximo nivel de capacidad de producción, se colocará dicha demanda de insumos como importaciones.

Descripción del encadenamiento hacia adelante.

La visualización de los encadenamientos hacia adelante, se establece para conocer quiénes utilizan los productos elaborados (insumos) por un proveedor o varios proveedores en específico. Para ello, análogo a los encadenamientos hacia atrás, supongamos que existen U unidades económicas proveedoras de insumos y la u -ésima unidad tiene un conjunto de P_u plantas con $u=1,2,\dots,U$. Por otro lado, vemos que dentro de la u -ésima unidad económica proveedora existe la k -ésima planta con $k_u=1,2,\dots,P_u$. Las plantas pueden ser proveedoras o fabricantes según se establezca una relación de encadenamiento hacia adelante o atrás respectivamente, cada k -ésima planta con $k=1,2,\dots,P_u$, produce un Total de M_{ku} productos, cada producto elaborado en la k -ésima planta es comprado por C_{kuj} unidades económicas que los utilizan en las plantas que han indicado usan el insumo en la producción de ciertos productos. Los cálculos relacionados para las C_{kuj} unidades económicas, son exactamente iguales que cuando se describen sus productos hacia atrás, bajo el supuesto de que existen en la visualización de la cadena todos los proveedores de los insumos que utilizan estas C_{kuj} . Debido a que esto no es lo que generalmente ocurre, se mostrará en la siguiente sección qué sucede cuando falta algún proveedor de los insumos o cuando falta alguna proporción de los insumos o ambos.

- Niveles de producción ante la falta de proveedores o insumos.

Los niveles de producción desarrollados hacia adelante, vienen determinados por las cantidades de disponibilidad de insumos que existan. Si existen varios insumos que se utilizan en el producto, en dicho caso el nivel de producción de los productos será establecido por la cantidad máxima de utilización de todos los insumos que se encuentran presentes en la consulta de las cadenas. Cabe destacar que la cantidad máxima de utilización, viene determinada por el insumo que en porcentaje se presente en la menor disponibilidad necesaria. Es decir, si un Producto X necesitaba 100% del insumo A, 100% del Insumo B y 100% del insumo C, pero según la consulta (selección de la cadena en estudio) actualmente llegan a la planta un 60% del insumo A, 50% del insumo B y 70% del Insumo C; se determina que la cantidad máxima de producción del producto X es del 50%.

Generalizando, podemos suponer que para la c -ésima fábrica, la cual sería alguna de las U unidades económicas, su nivel de Producción para algunos de sus M_{ku} productos

elaborados en alguna de sus k -ésimas plantas el nivel de producción para el j -ésimo producto, puede ser obtenido mediante:

$$I_{ijkulthd} = c_{ijkul} Y_{jkt} \pi_{ikult} \rho_{lhd} \quad (17)$$

Donde,

$I_{ijkulthd}$: Cantidad del i -ésimo insumo utilizada en el j -ésimo producto, comprado para la k -ésima planta por la u -ésima unidad económica al l -ésimo proveedor para el año t que proviene de la h -ésima planta del proveedor y va al d -ésimo insumo del proveedor que coincide en código arancelario con el i -ésimo insumo.

ρ_{ldhi} : Proporción del h -ésimo insumo de la planta d -ésima del l -ésimo proveedor del i -ésimo insumo descrito por el fabricante que coincide con el código arancelario del h -ésimo insumo proveedor.

Por lo tanto, despejando $Y_{jkt} \pi_{ikult}$ podemos obtener que:

$$\frac{I_{ijkulthd}}{c_{ijkul} \rho_{lhd}} = Y_{jkt} \pi_{ikult} \quad (18)$$

Donde,

$$c_{ijkul}, \rho_{lhd} > 0 \quad (19)$$

Es decir, se supone que existe relación entre el insumo i y el producto j y que alguna proporción mayor que cero es comprada al l -ésimo proveedor, donde:

$Y_{jkt} \pi_{ikult}$: es la cantidad posible de producción del producto j -ésimo que es elaborada con el i -ésimo insumo y proviene del l -ésimo proveedor en la k -ésima planta

Para cada i -ésimo insumo utilizado para la elaboración del j -ésimo producto tenemos un posible nivel de producción:

$$Y_{ijkut} = \begin{cases} Y_{jkt} & \text{si } A_{ijkul} = \emptyset \\ Y_{jkt} \sum_{\forall l \in A_{ijkul}} \pi_{ikult} & \text{si } A_{ijkul} \neq \emptyset \end{cases} \quad (20)$$

Donde:

Y_{ijkut} : es el nivel de producción posible utilizando el i -ésimo insumo y asumiendo que los otros insumos que necesita el j -ésimo producto existen.

A_{ijkul} : está compuesto por todos los números enteros positivos menores o iguales a L_u que representan los

proveedores del i-ésimo insumo para el j-ésimo producto en la k-ésima planta de la u-ésima unidad que se encuentran presentes en la cadena.

Tomando en cuenta que van a existir diferentes niveles de producción, según las cantidades de insumo necesarias, se llega a determinar que el nivel de producción posible hacia adelante para el j-ésimo producto:

$$Y_{jkt} = \text{Min}(Y_{1jkt}, Y_{2jkt}, \dots, Y_{ijk}, \dots, Y_{ljk}) \quad (21)$$

Nota: Según la información que se que presenta, una unidad económica está referida a los diferentes productos que elabora, los insumos que compra, a quien se los compra y cuanto utiliza de cada insumo en la elaboración de un producto en cada planta productiva. Por lo tanto, la visualización de encadenamientos hacia adelante se refiere a un conjunto de empresas que señalaron a la u-ésima unidad económica como su proveedor. Cada unidad económica se considera proveedora completa de su producción. Además, se asume que existe el registro completo de todos los fabricantes que utilizan dicha producción.

- Disminución de la producción, efecto hacia adelante

Cuando exista una disminución de la producción de un insumo su efecto será visualizado hacia adelante, sin embargo se visualizará un efecto real en la producción de un producto X cuando éste pase a conformar el insumo que se presente con el menor porcentaje de disponibilidad necesaria. Es decir, supongamos que para la elaboración de un Producto X se necesita 100% del insumo A, 100% del Insumo B y 100% del insumo C; pero según la consulta actualmente se cuenta con un 60% del insumo A, 50% del insumo B y 70% del Insumo C. Por consiguiente, se da una disminución del producto A en 10%, lo cual lo lleva a 54%, ya que el valor de B es 50%, y hacia adelante no se ve ningún efecto. En cambio si A cambia en un 20% llevando su nivel a 48%, esto se convierte en la mínima disponible y genera que la máxima nueva de producción del Producto X disminuya a 48%.

- Efecto hacia adelante. Caso: Disminución de la producción.

Supongamos que para la u-ésima unidad atrás, ocurrió una disminución de la cantidad $I_{ijkulthd} = c_{ijk} Y_{jkt} \pi_{ikult} \rho_{lhd}$ que se denomina $I_{ijkulthd}^- = c_{ijk} Y_{jkt} \pi_{ikult}^- \rho_{lhd}$

Donde

$$\pi_{ikult}^- = \frac{I_{ijkult}^-}{I_{ikult}} \quad (22)$$

$$I_{ikult}^- = \sum_{h=1}^H I_{ijkulth}^- \quad (23)$$

$$I_{ikulth}^- = \sum_{d=1}^D I_{ijkulthd}^- \quad (24)$$

Utilizamos las nuevas proporciones de insumos en los posibles niveles de producción, es decir, para cada i-ésimo insumo utilizado para la elaboración del j-ésimo producto tenemos un posible nivel de producción:

$$Y_{ijkut}^- = \left\{ \begin{array}{l} Y_{jkt} \text{ si } A_{ijk} = \emptyset \\ Y_{jkt} \sum_{\forall l \in A_{jku}}^{L_u} \pi_{ikult}^- \text{ si } A_{ijk} \neq \emptyset \end{array} \right\} \quad (25)$$

Donde:

Y_{ijkut}^- es el nuevo nivel de producción posible utilizando el i-ésimo insumo y asumiendo que los otros insumos que necesita el j-ésimo producto existen.

A_{ijk} está compuesto por todos los números enteros positivos menores o iguales a L_u , que representan los proveedores del i-ésimo insumo para el j-ésimo producto en la k-ésima planta de la u-ésima unidad que se encuentran presentes en la cadena.

Tomando en cuenta que van a existir diferentes niveles de producción, según las cantidades de insumo necesarias, se llega a determinar que el nivel de producción posible hacia adelante para el j-ésimo producto viene dado por:

$$Y_{jkt}^- = \text{Min}(Y_{1jkt}^-, Y_{2jkt}^-, \dots, Y_{ijk}^-, \dots, Y_{ljk}^-) \quad (26)$$

V. CONSIDERACIONES FINALES

La propuesta metodológica planteada previamente surgió, a partir de la necesidad que futuros usuarios del sistema MIV se apropien de dicha herramienta de la mejor manera tomando en consideración la posibilidad de realizar estudios holísticos sobre el sector industrial en Venezuela. En el proceso para plantear dicha metodología, se llevaron a cabo varias investigaciones de carácter teórico sobre las debilidades y potencialidades que ha tenido Venezuela en materia industrial, la identificación de posibles escenarios a simular a través del MIV y la indagación sobre varias metodologías para evaluar escenarios económicos.

Por consiguiente, la identificación y descripción del área de estudio, la conceptualización del problema, la construcción de la cadena productiva, la formulación de políticas y escenarios a evaluar y la evaluación y análisis de dichos escenarios; se plantean como una orientación de posibles pasos a seguir a la hora de evaluar escenarios económicos a través del MIV. De tal manera que, los actores estratégicos a usar el sistema puedan ir planteándose preguntas generadoras que otorguen al análisis de la estructura industrial, planteamientos acordes con nuestra

realidad socioproductiva en pro de hacer estudios relevantes que contribuyan a fortalecer el aparato productivo nacional.

REFERENCIAS Y CITAS

- [1] Banco Central de Venezuela. [Base de Datos] “Información Estadística,” Disponible: <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp> [Consulta: 2013, Noviembre 10].
- [2] D. Dominago, H. Zavarce y V. Ramírez, “Uso de Información Empresarial en Planificación Económica”, [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.bcv.org.ve/Upload/Publicaciones/docu90.pdf> [Consulta: 2013, Septiembre 21] Mérida: BCV, 2006.
- [3] CODESPA, “Metodología de análisis de las cadenas productivas bajo el enfoque de las cadenas de valor” [Documento en Línea] Disponible: <http://www.codespa.org/blog/publicaciones-notas-tecnicas/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/metodologias-analisis-bajo-enfoque-cadenas-de-valor.pdf> [Consulta: 2013, Octubre 25], 2011.
- [4] E. Graglia, “En la Búsqueda del Bien Común: Manual de Políticas Públicas”, [Documento en Línea] Disponible: http://www.kas.de/wf/doc/kas_31075-1522-1-30.pdf?120522223206 [Consulta: 2013, Noviembre 29], 2012.
- [5] E. Mance, “Cadenas Productivas Solidarias”, [Documento en Línea]. Disponible: infotek.alliance21.org/d/f/520/520_SPA.rtf [Consulta: 2013, Octubre 31], IFIL, 2002.
- [6] F. Castillo y J. Martínez, “Visión Global y Sectorial de la Dependencia Exterior Vasca en el Marco del Estado” *Ekonomiaz*, Nro. 4, pp. 53-81, 1986.
- [7] J. Contreras, “Mapa Industrial de Venezuela”, Mérida, 2013.
- [8] J. Corredor, “La Planificación Estratégica Perspectivas para su Aplicación en Venezuela”, Valencia: VADELL Hermanos Editores, 1986.
- [9] J. Isaza, “Cadenas Productivas. Enfoques y Precisiones Conceptuales”. *Revista Sotaventom* vol. 11. Colombia, 2006.
- [10] M. Gottret y M. Lundy, “Gestión de Cadenas Productivas” Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2012.
- [11] N. Baez y R. Rangel, “Caso de Estudio: Análisis del Impacto del Incremento de la Producción Utilizando el Sistema Mapa Industrial de Venezuela (MIV), teniendo como Fuente de Información el Sistema Integral de Gestión para las Industrias y el Comercio (SIGESIC)” Mérida: CENDITEL, 2012.
- [12] Plan de la Patria. Programa de Gobierno Bolivariano 2013-2019, [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.minci.gob.ve/wpcontent/uploads/downloads/2013/04/PLAN-DE-LA-PATRIA-2013-4-2013.pdf> [Consulta: 2013, Noviembre 9].
- [13] P. Castillo y I. Polanco, “Cadenas Productivas Solidarias” [Documento en Línea], Ponencia presentada en el Taller Economía Solidaria, Folleto Nro. 3, Pueblo Nuevo, Panamá. Disponible: http://www.economiasolidaria.info/sites/default/files/publicaciones/Eco_Solidaria_0135_1.pdf [Consulta: 2013, Octubre 25], 2008.
- [14] P. Cockshott, “Application of Artificial Intelligence Techniques to Economic Planning”, [Documento en Línea]. Disponible: http://www.dcs.gla.ac.uk/~wpc/reports/plan_with_AIT.pdf [Consulta: 2013, Octubre 10], 1990.
- [15] Red de Municipalidades Rurales del Perú (REMURPE), “Gestión de Cadenas Productivas y de Valor”. Documento no publicado. [Documento en Línea]. Disponible: http://www.asocam.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/BIBLIOTECA_0125.pdf [Consulta: 2013, Noviembre 9].